

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»**



**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И ЛЕСНОГО
КОМПЛЕКСОВ – РЕГИОНАМ**

Том 2. Часть 1. Технические науки

*Сборник научных трудов по результатам работы III
международной молодежной научно-практической конференции*



**Вологда–Молочное
2018**

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Молодые исследователи
агропромышленного и лесного
комплексов – регионам**

Том 2. Часть 1. Технические науки

*Сборник научных трудов
по результатам работы III международной молодежной
научно-практической конференции*

Вологда–Молочное
2018

ББК 65.9
М 75

Редакционная коллегия:

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор

к.т.н., доцент **А.А. Кузин**

к.т.н., доцент **Н.Н. Кузнецов**

к.т.н., доцент **Р.А. Шушков**

к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**

М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы III международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 243 с.

ISBN 978-5-98076-265-0

Сборник составлен по материалам работы III международной молодежной научно-практической конференции «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 26 апреля 2018 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

В сборнике представлены статьи студентов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых России, Белоруссии, Узбекистана, в которых рассматриваются актуальные вопросы сельскохозяйственного производства в области агроинженерии.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов сельскохозяйственных и смежных предприятий, научных работников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных специальностей.

Статьи печатаются в авторской редакции без дополнительной корректуры. За достоверность материалов ответственность несут авторы.

ББК 65.9

ISBN 978-5-98076-265-0

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК.631.311

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗБРАСЫВАНИЯ СОЛОМЫ К ЗЕРНОУБОРОЧНОМУ КОМБАЙНУ

*Скубак Антон Алексеевич, аспирант
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия*

Аннотация: даны описание и принцип работы нового устройства к зерноуборочному комбайну для измельчения, обработкой гумификантом и распределения измельченной соломы по полю.

Ключевые слова: почва, солома, гумификация, устройство, комбайн, измельчение, молотильный барабан

Применение соломы, как альтернативы традиционным органическим удобрениям изучалось многими отечественными и зарубежными учеными. В странах с развитым сельскохозяйственным производством основная масса пожнивных остатков применяется, как удобрение и лишь незначительная их доля сжигается [1,2,3]. При этом ее разбрасывают по поверхности почвы и обрабатывают различными гумифицирующими препаратами для ускорения процесса разложения.

Стоит обратить внимание, что измельченная солома лучше обрабатывается гумифицирующими препаратами, лучше заделывается в почву, более равномерно распределяется по поверхности поля, чем не измельченная [4].

Известные технические средства для выполнения этих операций имеют высокую энергоемкость и не обеспечивают качественной гумификации соломы и равномерного распределения ее по поверхности почвы [5]. Поэтому нами предложено новое устройство к зерноуборочному комбайну, которое содержит скатную доску, установленную за соломотрясом, делитель-рассекатель с расположенной под ним трубой, снабженной соплами и сообщенной с источником избыточного давления воздуха, причем труба снабжена емкостью, выполненной в виде полусферы, по периметру которой расположены сопла, снабженные опрыскивателями, состоящими из распылителей, сообщенных посредством патрубков с дозирующим устройством, причем распылители расположены под соплами, а делитель-рассекатель выполнен в виде разрезанного конуса с эллиптическим основанием с радиальными ребрами и расположен над емкостью с соплами.

Согласно изобретению имеется установленный после молотильного барабана измельчитель, выполненный в виде ротора, состоящего из круглых циркулярных пил, закрепленных через 10-12 см друг от друга жестко

на валу, направляющих пальцев, закрепленных между циркулярными пилами и пальцевой решетки, над которой установлен измельчитель, причем циркуляционные пилы, направляющие пальцы и пальцевая решетка, размещены с перекрытием, при этом молотильный барабан сообщен с валом ротора посредством клиноременной передачи, радиусы шкивов которых имеют соотношение 2:1 для обеспечения разной скорости вращения молотильного барабана и ротора.

В процессе обмолота зерна солома под действием собственного веса и кинетической энергии, сообщаемой ей молотильным барабаном, захватываются направляющими пальцами и подаются на измельчающий аппарат, на котором на расстоянии 10-12 см друг от друга расположены циркулярные пилы, которые в свою очередь измельчают солому.

Скорость вращения ротора больше скорости вращения молотильного барабана за счет установки шкива меньшего диаметра. Привод шкива ротора осуществляется посредством клиноременной передачи.

Применение данного агрегата позволит повысить качество измельчения соломы за счет установленных циркулярных пил, что в свою очередь позволит ускорить процесс гумификации соломы для быстрого накопления гумуса в почве, т.е. ускорит процессы восстановления и увеличения плодородия почвы.

Список литературы

1. Скубак А.А., Агрегат для измельчения и разбрасывания соломы / А.А. Скубак, Б.Ф. Тарасенко, М.И. Чеботарев, Д.А. Шевченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2014. – №100. – С. 564-581.
2. Шевченко, Д.А. Способы и средства утилизации незерновой части урожая риса с заделкой в почву / Д.А. Шевченко, М.И. Чеботарев, Б.Ф. Тарасенко, А.А. Скубак // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. – 2014. – №100. – С. 819-830.
3. Патент на полезную модель RU 112590 04.08.2011. Измельчитель-разбрасыватель соломы / М.И. Чеботарев, В.В. Куцеев, А.А. Скубак.
4. Устройство для разбрасывания соломы к зерноуборочному комбайну. Патент на изобретение РФ № 2463766. Опубликовано 20.10.2012. Бюл. № 29. / В.Д. Карпенко, С.А. Горовой, Л.В. Коваленко
5. Чеботарёв, М.И., Масиенко И.В. Мобильный измельчитель рисовой соломы / М.И. Чеботарёв, И.В. Масиенко // Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: материалы Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 233-238.

УДК 631.312.87

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ К ПОСЕВУ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Голубов Владислав Александрович, студент-бакалавр
Башняк Сергей Ефимович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, Ростовская обл., пос. Персиановский, Россия*

Аннотация: в статье дана оценка физико-механических свойств почв рисовых оросительных систем Ростовской области, рассмотрены агротехнические требования, предъявляемые к весенней предпосевной обработке почвы под рис, приведена технология, технические средства и сроки проведения работ. Представлена конструкция комбинированной машины для предпосевной обработки почвы рисовых полей, способная выполнять полный технологический процесс обработки почвы в ранневесенний период за один проход в едином цикле. Экономический эффект, получен от сокращения числа почвообрабатывающих операций, в сравнении с технологией обработки почвы комплексом орудий и агрегатов.

Ключевые слова: почва; рисовое поле; предпосевная обработка; технология; орудие; агрегат; комбинированная машина; экономическая эффективность

К самым северным районам возделывания риса на Северном Кавказе относят Пролетарскую и Манычскую рисовые оросительные системы Ростовской области. На этой территории преобладают в основном южные черноземы, относящиеся к малогумусовым почвам, луговые, лугово-аллювиальные и лугово-болотные почвы в комплексе с солонцами, а также тёмно-каштановые почвы различной степени солонцеватости. При этом солонцы в комплексе этих почв составляют более 25-50%. Тип засоления сульфатный, хлоридно-сульфатный и хлоридный. Механический состав почв тяжёлосуглинистый, мелкопылевато - иловатый, водопроницаемость небольшая и имеет значительные колебания в связи с комплексностью почвы (0,2-0,6 м/сутки) [1].

Разработка и усовершенствование любой почвообрабатывающей машины немыслимо без учета физико-механических свойств обрабатываемой среды. Анализ результатов исследований физико-механических свойств почв рисового массива Ростовской области свидетельствует о том, что рабочие органы почвообрабатывающих машин должны быть хорошо приспособлены к тяжёлым, липким, переувлажнённым и имеющим мощные дернины почвам.

Главная задача предпосевной обработки рисовых полей состоит в том, чтобы хорошо разделить почву, выровнять ее поверхность и уничтожить всходы сорняков.

Поскольку зябь на рисовых полях поднимают непосредственно перед наступлением сырой осенне-зимней погоды, то просушиванию и проветриванию почвы во время весенних обработок также уделяют большое внимание, так как поверхность поля остаётся глыбистой. Глыбы, после подсыхания, разделявают путём неоднократного прохода дисковыми боронами. Когда же поле не удастся вспахать осенью, весной вспашка труднее поддаётся дальнейшей обработке и требует больших затрат.

Хорошо обработанная, рыхлая почва, доведённая до мелкокомковатого состояния и укатанная перед посевом, благотворно влияет на развитие корневой системы риса. Качество предпосевной обработки почвы непосредственно влияет на густоту всходов.

Агротехнические требования, предъявляемые к весенней предпосевной обработке почвы под рис, также исходят из факта длительного пребывания почвы под слоем воды. Дополнительным здесь является требование тщательной разделки почвы с тем расчётом, чтобы обеспечить посев семян на глубину 0,015-0,020 м [1].

Таким образом, предпосевная обработка почвы под рис предполагает:

- рыхление перезимовавшей пашни для достижения её максимального проветривания и просушивания;
- полное уничтожение появившихся всходов сорняков;
- подготовку поверхностного слоя почвы для заделки семян риса;
- выравнивание поверхности поля;
- уплотнение обработанного слоя почвы.

Обработка почвы под рис остается до настоящего времени одной из самых энергоёмких операций. В передовых хозяйствах на каждые 1000 га работает 6-7 пахотных и 4-7 колесных тракторов. Вместе с тем, уровень механизации в рисоводческих хозяйствах за последние 20 лет увеличился с 30-40% до 66,7%, в среднем на 200%, в то время как урожайность риса возросла всего лишь на 16,6% [2, 3].

Применение машин на рисовых полях затруднено наличием оросительных и сбросных сетей, междучечковых валиков и других гидротехнических сооружений. Из-за небольших площадей чеков происходят непроизводительные затраты времени на повороты, затрудняется использование широкозахватных агрегатов, быстрее изнашиваются тракторы и сельхозмашины. Во время весенних обработок на рисовых полях влажность почвы достигает 26-32% [2], поэтому рабочие органы почвообрабатывающих машин залипают, забиваются растительными остатками, затрачивается большое количество энергии на производимый процесс.

Из анализа научных работ [2], приводится примерный перечень технологических операций и технических средств, для обработки почвы на рисовых полях при естественных запасах влаги (таблица 1).

Таблица 1 – Технология предпосевной обработки почвы рисовых полей при естественных запасах влаги в почве

Наименование работы и качественные показатели	Состав агрегата	Число обслуживающего персонала, чел.	Выработка агрегата, га/ч	Продолжительность работ, дней
При естественных запасах влаги в почве:				
- перепашка зяби на глубину 12-14 см	Лемешные луцильщики: ППЛ-10-25 и ПЛ-5-25, тракторы: ДТ-75, Т-150	1	1,86	20
- дву- и трехкратное дискование	Тяжелая дисковая борона БДТ-7, трактор: Т-150	1	3,51	15
- одно- или двухкратное чизелевание на глубину 16-18 см	Чизель-культиваторы: ЧКУ-4, КЗУ-0,3В, трактор: Т-150	1	3,0	15
- эксплуатационная планировка в два следа	Длиннобазовый планировщик: Д-719, трактор: Т-130-1ГЗ	1	1,0	30
- фрезерование на глубину до 10 см	Фрезерный культиватор КФГ-3,6, трактор: Т-150	1	1,78	20
- предпосевное измельчение комков почвы с разравниванием и прикатыванием	Выравниватели МВ-6,0+ЗККШ-6, трактор: ДТ-75М	1	3,15	20

Как видно из таблицы 1, для предпосевной обработки нужно большое количество тракторов, разнообразных прицепных и навесных машин. А это один из основных недостатков существующей технологии обработки почвы под рис. Все эти орудия пригодны в условиях суходольного земледелия, где почва, как правило, имеет оптимальную влажность, и необходимого качества легко добиваются за 1 проход.

При повышенной же влажности почвы для нужного качества обработки требуется несколько проходов этих орудий. Орудия эти также малоэффективны в борьбе с клубнекамышом.

Выход из создавшегося положения очевиден при условии проведения минимальных обработок почв рисовых полей, совмещая при этом выполнение нескольких технологических операций за один проход, без нарушения агротехники, сроков и качества выполнения работ [1, 2].

Известно, что при обработке почвы рисовых полей в предпосевной период, самым рациональным решением является комбинированная машина, на общей раме которой последовательно установлены разные по назначению рабочие органы. Преимуществом таких машин является боль-

шая компактность и малая металлоемкость, что позволяет их изготавливать в навесном или полунавесном исполнении, а в итоге выполнять полный технологический процесс обработки почвы за один проход со снижением энергозатрат (силы резания, мощности, удельной работы и т.д.) [3, 4].

Из анализа априорной информации следует, что наиболее перспективными являются комбинированные машины с пассивно-активными рабочими органами, выполняющие полный технологический процесс обработки почвы рисовых чеков в едином цикле [3, 4].

В отличие от богарного земледелия, в рисосеянии редко приходится обрабатывать почву в так называемом «спелом» состоянии. Весеннюю почвообработку на Пролетарской рисовой системе, в Ростовской области, проводят при относительной влажности 24-30%.

Когда устанавливается длительный период дождливой погоды, обработку ведут и при влажности почвы более 30%. Поэтому, чтобы получить одинаковое количество обработки почвы при различной влажности, нужно изменять интенсивность воздействия на нее почвообрабатывающих рабочих органов. Именно такой особенностью обладают дисковые рабочие органы. Причем, дисковые рабочие органы рациональнее использовать в сочетании с традиционными рыхлительными и культиваторными лапами, которые, исходя из агротехнических требований, в наилучшей степени способствуют предварительному крошению почвы, уничтожению и «вычесыванию» сорняков [1, 4].

Анализ отечественных и зарубежных почвообрабатывающих комбинированных машин и орудий, а также многолетняя научно-исследовательская работа в этом направлении, способствовали выбору наиболее рациональной технологической схемы комбинированной машины для предпосевной обработки почвы рисовых полей.

Технологический процесс работы комбинированной машины (рисунок 1) заключается в том, что в едином цикле выполняется ряд операций: рыхление, культиваторная обработка, активное дискование, планировка и уплотнение, в полной степени удовлетворяющих агротехническим требованиям к предпосевной обработке почвы рисовых полей.

Работа машины обеспечивает предварительное рыхление почвы на глубину до 12 см оборотными рыхлительными лапами, расположенными в ряд по всей ширине передней части рамы. Расположенные следом культиваторные лапы, в шахматном порядке, осуществляют культивацию на глубину до 15 см, с одновременным «вычесыванием» корневой системы сорняков. Культиваторные и рыхлительные лапы унифицированы с аналогичными рабочими органами традиционных сельскохозяйственных машин и орудий.

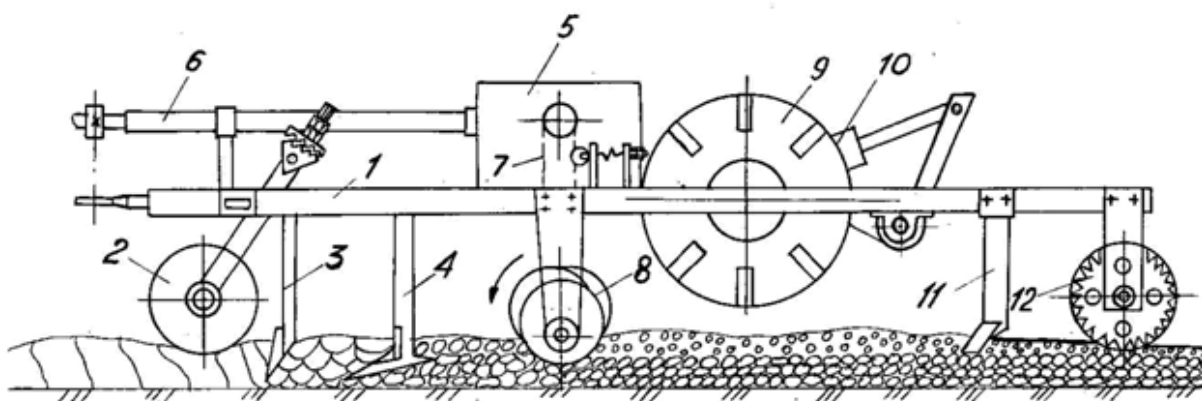


Рис. 1. Технологическая схема комбинированной машины:

1 – рама; 2 – опорный каток; 3 – рыхлительная лапа; 4 – культиваторная лапа; 5 – редуктор; 6 – карданный вал; 7 – цепная передача; 8 – дискователь; 9 – транспортный ход; 10 – гидроцилиндр; 11 – планировочная секция; 12 – кольчато-шпоровый каток.

Измельчение комков почвы, образующихся на поверхности за рыхлительными и культиваторными лапами по всей ширине захвата, производит активный дискователь, установленный в средней части рамы в подшипниковых опорах, и имеющий привод от вала отбора мощности трактора посредством карданного телескопического вала, одноступенчатого конического редуктора и цепной передачи. Дискователь состоит из общего вала, на который эксцентрично установлены плоские диски, с заданными углами наклона, поочередно в ту и другую стороны.

Выравнивание поверхности поля осуществляет планировочный нож, установленный следом за дискователем.

Уплотнение поверхностного слоя почвы производит ряд кольчато-шпоровых катков, собранных на общем валу и установленных в задней части рамы.

Перевод машины из транспортного в рабочее положение и наоборот осуществляют П-образная гидрофицированная рама, имеющая пневмоколесный ход, и сцепное гидрофицированное устройство базового трактора.

Внедрение комбинированной машины обеспечит существенное снижение затрат труда и материальных средств на предпосевной обработке почвы рисовых полей. Общий годовой экономический эффект составит порядка 300000 рублей, который рассчитан без учета стоимости дополнительной продукции, получаемой от повышения урожайности [5].

Выводы.

1. Представленная конструкция комбинированной машины отвечает агротехническим требованиям к предпосевной обработке почвы рисовых чеков в условиях Ростовской области и обеспечивает подготовку почвы к посеву за один проход в едином технологическом цикле.
2. Годовой экономический эффект от применения одной машины в рисоводстве составит порядка 300000 руб.

3. Установлена целесообразность комбинированной машины в производстве с экологической точки зрения: предотвращается переуплотнение нижележащих горизонтов почвы; снижается в значительной степени загрязнение окружающей среды, ввиду сокращения тракторного парка и сроков проведения предпосевных работ.

Список литературы

1. Шаршак, В.К. Обоснование конструкции комбинированной машины для предпосевной обработки почвы рисовых полей в условиях Ростовской области / В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2014. – №4(14). – С.140-147.
2. Башняк, С.Е. Перспективы развития средств механизации при возделывании риса / С.Е. Башняк // Труды НИМИ. Повышение эффективности использования и экологической защищенности мелиоративных систем. –1991. – С. 127-128.
3. Шаршак, В.К. Теоретическое обоснование конструкции дискователя почвы рисовых полей / В.К. Шаршак, С.Е. Башняк, И.М. Башняк // Материалы международной научно-практической конференции в 4-х томах «Инновации в науке, образовании и бизнесе – основа эффективного развития АПК». Дон ГАУ. – 2011. – С. 361-365.
4. Башняк, С.Е. Обработка почвы комбинированной машиной под посев риса: обоснование конструкции и технологии /. С.Е. Башняк, В.К. Шаршак, В.Н. Сударкин // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: Материалы международной научно-практической конференции. – Донской ГАУ, 2015. – С. 301-307.
5. Башняк, С.Е. Оценка эффективности технологического процесса предпосевной обработки почвы рисовых чеков комбинированной машиной / С.Е. Башняк // Труды НИМИ. Агропромышленные машины и оборудование. Выпуск 2. Новочеркасск. – 1996. – С. 26-34.

УДК 631.171

СПОСОБЫ ТОЧНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В УНИВЕРСАЛЬНОМ ИНКУБАТОРЕ

*Турченик Екатерина Андреевна, студент-специалист
Якубовская Елена Степановна, науч. рук., ст. преп.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** повысить выводимость цыплят в универсальном инкубаторе можно только при условии точного поддержания технологических параметров. Такими параметрами являются температура, влаж-*

ность, содержание углекислого газа. Микропроцессорная система управления должна обеспечить связанное автоматическое управление этими параметрами в соответствии с периодом инкубации.

Ключевые слова: инкубация яиц, технологические параметры, микропроцессорная система управления

Актуальность работы. Мясное птицеводство играет немаловажное значение в обеспечении продовольствием в Республике Беларусь. Успешность промышленного птицеводства определяется качеством цыплят. Изобретение инкубаторов позволило поставить производство продукции птицеводства на промышленную поточную основу. Однако получить высокий процент выводимости цыплят в инкубационных шкафах можно только при условии точного соблюдения всех технологических требований [1, с. 297]. Поэтому процесс инкубации может быть обеспечен при условии управления микропроцессорной системой управления, которая обеспечит точное соблюдение технологических параметров, а в случае аварийного режима оперативно проинформирует обслуживающий персонал.

Целью настоящего исследования является предложить оптимальный способ точного поддержания технологических параметров в инкубаторе.

Научная новизна работы заключается в выявлении возможных способов точного поддержания технологических параметров в инкубаторе.

Личный вклад автора состоит в проведении анализа возможных способов точного поддержания технологических параметров в инкубаторе и выборе оптимального.

Введение. Получить высокий процент выводимости цыплят в инкубационных шкафах можно только при условии точного соблюдения всех технологических требований. Наиболее сильно влияет на результаты инкубации температура воздуха [1].

При постоянном в течение инкубации периода воздействии вывод цыплят можно получить при температуре от 35,6 до 39,7 °С. Результаты инкубации (% вывода и качество молодняка), крайне низкие на границах указанного интервала, быстро улучшаются при приближении температуры к среднему значению.

Показатели влажности при инкубации не менее важны, чем температурный режим. Отрицательное влияние относительной влажности воздуха на результаты инкубации прослеживаются в том случае, когда на всём протяжении эмбрионального развития действующее значение параметра ниже 40% (низкая влажность) или выше 70% (высокая влажность).

При высокой относительной влажности воздуха увеличивается, прежде всего, опасность плесневого поражения инкубационных яиц. Низкая влажность воздуха в начале инкубации вызывает большие потери воды яйцами и повышает смертность зародышей. Наклёв и вывод начинаются преждевременно.

Третий значимый технологический параметр – это содержание углекислого газа. При постоянном на всём протяжении инкубационного периода воздействии концентрации углекислого газа, превышающих 0,5%, угнетается рост и развитие эмбрионов.

Выживаемость снижается примерно на 15%, если с первого дня инкубации поддерживать концентрацию CO₂ на уровне 1% (контроль – 0,3%). При 5% CO₂ смертность эмбрионов достигает 100%.

Основная часть.

Для поддержания требуемых параметров микроклимата в инкубаторе предусмотрены системы обогрева, охлаждения и увлажнения (рисунок 1).

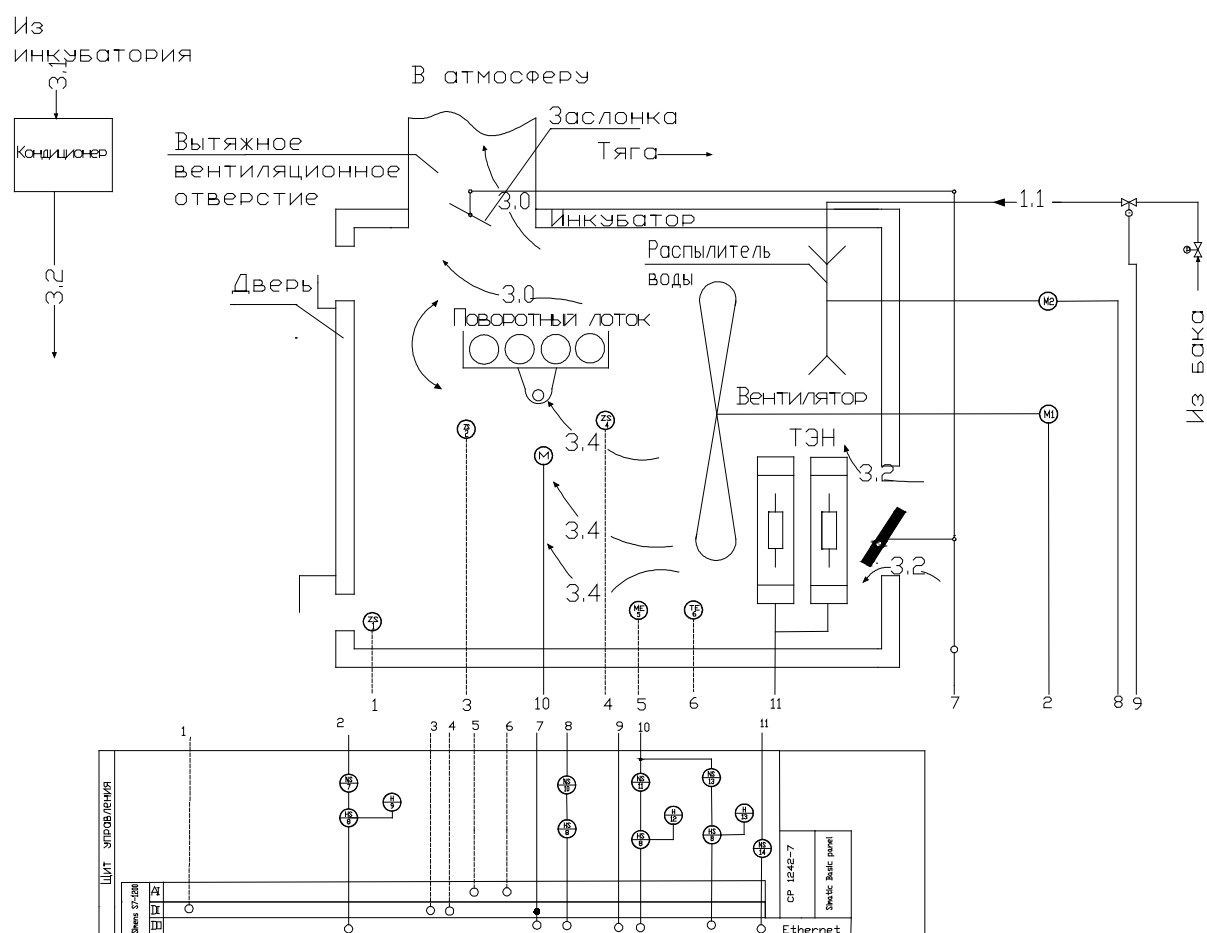


Рис. 1. Схема автоматизации управления микроклиматом в универсальном инкубаторе

Наиболее значимый технологический параметр – это температура. Она поддерживается за счет системы обогрева и охлаждения. Гораздо опаснее для яиц перегрев.

Эффективной системы охлаждения добиваются за счет открытия заслонок верхних и боковых отверстий инкубатора. Нагрев обеспечивают с помощью электронагревателей. А выравнивание температурного поля обеспечивает постоянно работающий при закрытых дверях вентилятор. Увлажнение обеспечивается с помощью турбоувлажнителя. При этом хо-

лодная вода, разбрызгиваемая на лопасти вентилятора также обеспечивает охлаждение.

Точности поддержания температуры можно добиться при использовании нескольких групп нагревателей. Однако требование высокой точности поддержания температурных режимов (в зависимости от периода инкубации) требует плавного изменения напряжения, подаваемого на нагреватели.

Технически осуществить данное требование позволяет использование теристора в цепи питания нагревателей, сигнал на управляющий вывод которого должно подавать устройство, обеспечивающее плавное изменение сигнала.

В качестве устройства управления следует предусмотреть контроллер, установленный в щите автоматики. На контроллер приходят сигналы с датчиков температуры, влажности, содержания углекислого газа, положения лотков и он по предусмотренной программе управляет исполнительными механизмами: вентилятором, разбрызгивателем, механизмом поворота лотков, двумя группами нагревателей. Последними управляют за счет изменения величины напряжения с помощью тиристора, на управляемый вход которого сигнал также подает контроллер через специальный модуль, обеспечивающий аналоговый выходной сигнал.

Заключение. Таким образом, добиться точности поддержания параметров в инкубационном шкафу позволит микропроцессорная система управления, которая по сигналам датчиков температуры, влажности и содержания углекислого газа будет взаимосвязно управлять нагревателями, системой охлаждения и увлажнения. Причем также следует управлять этими устройствами с учетом изменения связанных технологических параметров в соответствии с периодом инкубации.

Список литературы

1. Фурсенко, С.Н. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – 376 с.

УДК 620.314

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА ЗЕМЛИ

Рыдлева Ольга Юрьевна, магистрант

Бареев Владимир Имамович, науч. рук., к.т.н., профессор

*Амерханов Роберт Александрович, науч. конс., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, г. Краснодар, Россия*

Аннотация: показана возможность использования тепла земли (геотермальной энергетики) для энергоэффективных зданий и сооружений, что позволяет снизить нагрузку на окружающую среду и уменьшить затраты традиционного топлива.

Ключевые слова: энергоэффективная архитектура, возобновляемые источники энергии, геотермальное тепло, тепловой насос

Впервые об использовании энергоэффективных систем в архитектурном проектировании заговорили после мирового энергетического кризиса (1973-1974 гг.), когда мир столкнулся с проблемой увеличивающегося дефицита традиционных энергетических ресурсов. Во время этого кризиса многие страны Европы столкнулись с необходимостью введения квот на энергопотребление.

В современной России около 20% всех традиционных энергоресурсов расходуется на отопление и горячее водоснабжение зданий, при этом, 90% этой энергии расходуется на отопление. Следует отметить, что наибольшее теплотребление приходится на жилые здания – 45-55%, а на промышленные – 35-45%. При этом агропромышленный комплекс занимает существенное место в энергопотреблении, что особенно ярко выражено в Краснодарском крае.

Проектирование зданий и сооружений в период до 90-х годов XX века, было направлено на изучение мероприятий по экономии энергии. Начало 1990-х годов характеризуется сменой направленности проектирования от решения только проблемы энергосбережения, так же и к вопросам создания благоприятного микроклимата в зданиях и сооружениях, путем применения энергоэффективных технологий.

Под термином «энергоэффективность» принято так же понимать и использование альтернативных, в том числе и возобновляемых, источников энергии, главная цель которых – снижение экологической нагрузки на окружающую среду [1].

Все энергоэффективные здания и сооружения принято разделять на 3 группы: пассивные, нулевые, активные [2].

Пассивные здания – дома использующие минимальное количество энергии, даже в отопительный период, позволяющие почти полностью исключить использование внешних систем энергоснабжения.

Здания с нулевым использованием энергии – дома, количество вырабатываемой энергии в которых способно полностью обеспечивает его энергопотребление. Такое здание может эксплуатироваться без подключения к внешним источникам энергии.

Активные здания – дома, выработка энергии которыми превышает собственное потребление, а избыток энергии может отдаваться в централизованную сеть.

В отличие от зарубежных энергоэффективных домов, которые не только технологически, но и эстетически привлекательны, в отечественной практике энергоэффективные здания проектируются и строятся инженерами без участия архитекторов. Это приводит к отсутствию архитектуры энергоэффективных зданий. На данном этапе в отечественной практике понятия об архитектуре энергоэффективных зданий пока нет. Облик энергоэффективных жилых зданий ничем не представляющий интерес с точки зрения архитектуры. Такие дома выполняют чисто утилитарную функцию экономии энергии. Теплота Земли широко используется в виде тепловой энергии. Наибольшее распространение получило прямое использование геотермальной энергии для теплоснабжения. Этой задаче, в первую очередь, служит геотермальная энергия.

Специфика геотермальной энергии состоит в невозможности ее транспортирования на большие расстояния, что требует объединения процессов извлечения и использования геотермального теплоносителя. Система извлечения, сбора, транспорта, хранения и использования теплоносителя представляет собой единый комплекс [3].

Использование тепла земли для энергоснабжения энергоэффективных домов нашло широкое применение в европейском градостроительстве. Однако, в России, эта концепция еще не получила распространения.

Список литературы

1. Григораш, О. В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы / О.В. Григораш, Ю.Г. Пугачев, Д.В. Военцов, А.С. Чесовской // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С.24-25.
2. Амерханов, Р.А. Необходимость решения проблем экономии энергетических ресурсов путем использования современных энергосберегающих технологий / Р.А. Амерханов, А.И. Трубилин, К.А. Гарькавый // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – № 36. – С. 281-283.
3. Амерханов, Р.А., Гарькавый К.А. Оптимизация энергоэкономической системы теплоснабжения / Р.А. Амерханов, К.А. Гарькавый // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 6. – С. 173-176.

УДК 621.899

ОЧИСТКА МОТОРНОГО МАСЛА ПРИ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЯ

*Рыхлик Антон Николаевич, студент
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., ст. преп.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: *проведены исследования по определению гранулометрического состава механических примесей, присутствующих в моторном масле при обкатке двигателей. Анализ полученных данных позволил выделить две группы частиц загрязнений – 10...30 мкм и 40...70 мкм. Для очистки масла предложено использовать двухслойный волоконный фильтрующий элемент.*

Ключевые слова: *дизельный двигатель; моторное масло; частицы загрязнений; обкатка; фильтрование; двухслойный волоконный фильтрующий элемент*

Актуальность проблемы. На предприятиях агропромышленного комплекса Республики Беларусь эксплуатируется большое количество дизельных двигателей, которые установлены на различной сельскохозяйственной технике (тракторах, автомобилях, комбайнах и др.). Двигатель является наиболее дорогостоящим и сложным агрегатом, в процессе эксплуатации которого из-за естественного изнашивания увеличиваются зазоры в сопряжениях, накапливаются усталостные повреждения в деталях, в результате чего он выходит из строя.

Для продления срока службы двигателей их подвергают капитальному ремонту на мотороремонтных предприятиях, что создает экономию энергетических ресурсов и материальных средств. Одной из основных стадий в процессе ремонта и восстановления дизельных двигателей является их обкатка.

Известно [1], что технические показатели, безотказность и долговечность отремонтированных двигателей несколько ниже, чем у новых. Основными технологическими причинами этого являются:

- низкое качество обработки трущихся поверхностей восстанавливаемых деталей, т.к. оборудование, оснастка и инструмент ремонтных предприятий в полной мере не обеспечивают необходимой точности и чистоты поверхностей деталей;
- невысокое качество запасных частей, поставляемых заводами-изготовителями;
- низкая техническая культура производства из-за недостатка средств надежной промывки деталей перед сборкой, отсутствия современного сборочного и контрольно-испытательного оборудования и т.д.;
- использование нерациональных технологических приемов ремонта деталей, сборки и испытания двигателей;
- недостаточный уровень технологической (стендовой) приработки сопряжений двигателей из-за использования нерациональных технологий, несоблюдения режимов обкатки, отсутствия или недостатка современных испытательных стендов, обкаточных масел и присадок;
- несоблюдение режимов эксплуатационной обкатки двигателей.

Приработка сопряжений двигателя происходит в смазочной среде (моторном масле), поэтому от состава последнего, его вязкости, степени очистки, адсорбционной способности и прочности масляных пленок существенно зависит начальный износ и время приработки.

Свойства смазочного масла – один из главных факторов, оказывающих влияние на качество и длительность приработки деталей. Процесс приработки во многом определяется взаимодействием масляных пленок, создающих на поверхностях трения положительный градиент механических свойств по глубине. Механические примеси и вода в масле увеличивают износ деталей и значительно снижают ресурс двигателя. Так, при содержании механических примесей по массе в моторном масле в пределах 0,04...0,05 % ресурс карбюраторных двигателей составляет 350...450 тыс. км, а при увеличении примесей до 1...2 % он снижается до 15...25 тыс. км пробега [1]. В свою очередь, при концентрации воды в 0,1...0,2 % снижается содержание присадок до 40...50 % ввиду выпадения их в осадок [2].

Для обкатки на мотороремонтных предприятиях используется дизельное моторное масло марок М-8Г₂ и М-10Г₂ (ГОСТ 8581-78), имеющие свойства, представленные в таблице. После обкатки отработанное моторное масло утилизируется или используется на другие нужды. В таком масле содержание механических примесей в 1,5...2 раза превышает предельно допустимое значение, а по другим параметрам оно еще имеет достаточный запас эксплуатационных свойств.

Таблица 1 – Свойства моторных масел

Наименование показателя	М-8Г ₂	М-10Г ₂
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 100 °С	8,01±0,5	11±0,5
Индекс вязкости, не менее	85	85
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,015
Массовая доля воды, не более	Следы	Следы
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	200	205
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	6,0	6,0
Плотность при 20 °С, г/см ³ , не более	0,905	0,905

Из литературы [3] известна возможность многократного использования отработанного моторного масла для обкатки двигателей. В таком масле в процессе приработки и последующей работы двигателя происходит изменение не только поверхностей трения, но и свойств смазочного масла. В нем накапливаются продукты износа, но наиболее мелкие из них (до 2...3 мкм) не задерживаются фильтрующими элементами и находятся во взвешенном состоянии в масле и частично заполняют микровпадины на поверхностях трения.

Результаты исследований. Нами были проведены исследования по определению гранулометрического состава механических примесей, присутствующих в моторном масле при обкатке двигателей. При анализе определялись размеры частиц загрязнений d и их количество (рис. 1). Анализ гистограммы позволил выделить две группы частиц загрязнений: с размерами 10...30 мкм и 40...70 мкм.

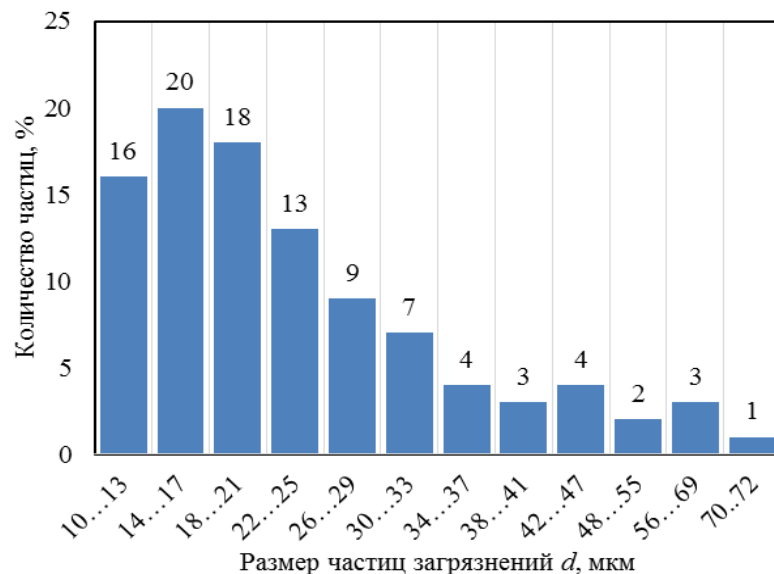


Рис. 1. Распределение частиц загрязнений по размерам при обкатке двигателей

Известно [4], что наибольший вред узлам трения наносят присутствующие в моторном масле твердые частицы с размерами 10...30 мкм. Однако при очистке масла с помощью центрифуги часть частиц указанных размеров проникает в систему смазки. Удаление этих частиц из подаваемого в обкатываемый двигатель масла – актуальная задача, которая была решена с помощью использования двухслойного волокнистого фильтрующего элемента (рис. 2). На первом слое фильтрующего элемента с размерами пор 100...120 мкм задерживались частицы размерами более 40 мкм, а на втором с размерами пор 30...50 мкм – частицы размерами 10...30 мкм.



Рис. 2. Внешний вид двухслойного волокнистого фильтрующего элемента

Фильтрация моторного масла с использованием такого фильтрующего элемента позволяет, проводя обкатку, расходовать масло без остатка, снизить расход смазочных материалов и электроэнергии, необходимой для подогрева масла и, кроме того, отпадает необходимость хранения и утилизации отработанного масла.

Выводы. Применение двухслойного волоконного фильтрующего элемента позволяет повысить качество используемого повторно моторного масла и продлить срок его службы, а также повысить степень заданной очистки масла, подаваемого в дизель, при содержании в нем твердых частиц не более 0,015 %, сократить время обкатки на 12 %.

Список литературы

1. Храмцов, Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов и др. – Москва, 1991. – 142 с.
2. Ленивцев, Г.А. Рациональные методы использования масел в сельскохозяйственной технике: учеб. пособие / Г.А. Ленивцев, В.Ф. Глазков; Самар. с. х. ин-т. – Самара, 1991. – 119 с.
3. Бутов, Н.П. Научные основы проектирования малоотходной технологии переработки и использования отработанных минеральных масел / Н.П. Бутов. – ВНИПТИМЭСХ, 2000. – 410 с.
4. Калиновский, В.Р. Использование пористых порошковых материалов для очистки моторного масла при капитальном ремонте дизельных двигателей / В.Р. Калиновский и др. // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2003. – №3. – С. 113-114.

УДК 631.331: 631.315.2

ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

*Вишникина Мария Алексеевна, педагог дополнительного образования
СЮТ №1 г. Пензы, г. Пенза, Россия*

*Лысый Сергей Петрович, науч. рук., к.т.н., преподаватель
Филиал СамГУПС в г. Пензе, г. Пенза, Россия*

*Поликанова Инна Андреевна, науч. рук., преподаватель
Филиал СамГУПС в г. Пензе, г. Пенза, Россия*

Аннотация: в статье представлены проведенные лабораторно-полевые исследования, которые являются важной операцией при проверке качественных показателей работы сеялки СЗ-5,4 с экспериментальными высевальными аппаратами для посева семян мелкосеменных масличных культур, результатов теоретических и лабораторных исследований.

Ключевые слова: сеялка; мелкосеменные масличные культуры; высевальной аппарат; зубья пирамидального профиля (ЗПП)

В 2016-2017 гг. в Пензенской области в ОАО «Нива» Каменского района были проведены полевые испытания сеялки СЗ-5,4 (рисунок 1), оснащенной экспериментальными высевальными аппаратами 2 с приводом их от рычажного вариатора 4 (Патент РФ № 2467227) и применением наральниковых сошников 6 [1].

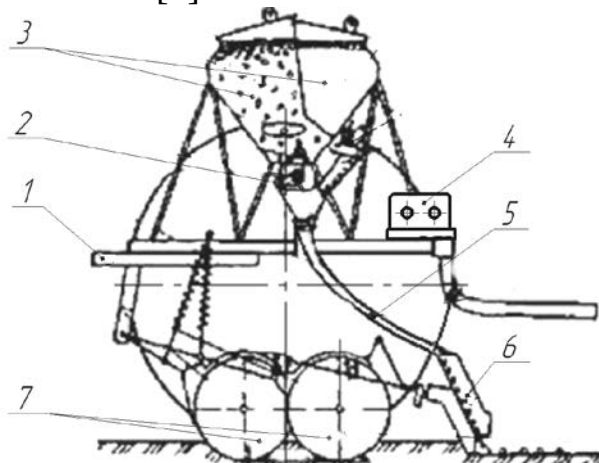


Рис. 1. Схема сеялки СЗ-5,4 с экспериментальными высевальными аппаратами:

1 – рама; 2 – экспериментальные высевальные аппараты с катушками, выполненными в виде шайб с зубьями пирамидального профиля; 3 – зернотуковый ящик; 4 – рычажный вариатор; 5 – семяпровод; 6 – наральниковый сошник; 7 – дисковые сошники

Сеялка состоит из рамы 1, зернотукового ящика 3, дисковых сошников 7. К зернотуковому ящику 3 фиксируются экспериментальные высевальные аппараты 2 с катушками, выполненными в виде шайб с зубьями пирамидального профиля, которые соединены посредством семяпроводов 5 к наральниковым сошникам 6 [2].

Общий вид сеялки СЗ-5,4 с экспериментальными высевальными аппаратами представлен на рисунке 2.

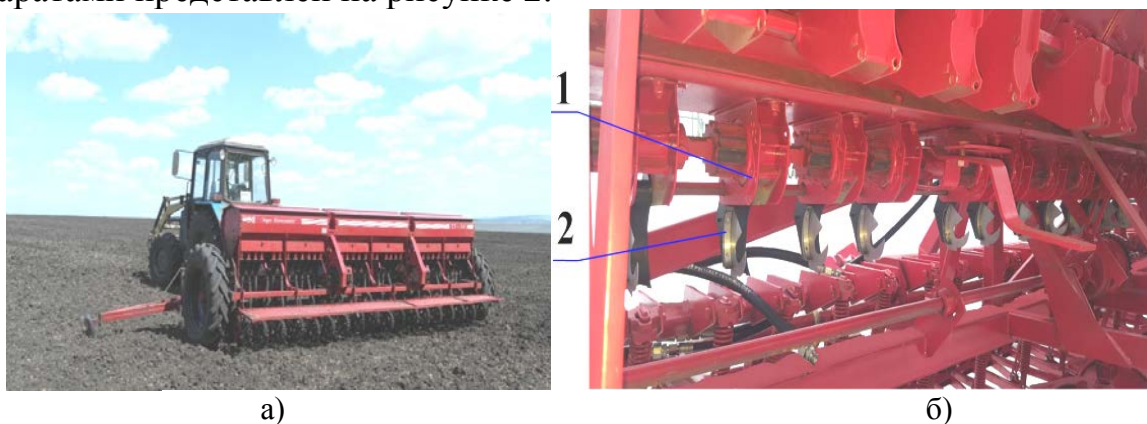


Рис. 2. Общий вид сеялки СЗ-5,4 с экспериментальными высевальными аппаратами: а) сеялка в работе на поле; б) экспериментальные высевальные аппараты, установленные на сеялке; 1 – экспериментальные высевальные аппараты; 2 – донце

При посеве семян рапса ярового сорта «Ратник» с нормой высева 7 кг/га руководствовались стандартами ГОСТ 31345-2007, СТО АИСТ 5.6-2010, СТО АИСТ 5.9-2010, СТО АИСТ 001-2010 [3].

Для проведения лабораторно-полевых исследований по определению значений оценочных показателей качества посева мелкосеменных масличных культур (коэффициента вариации (v), неустойчивости общего высева (H), дробления (D) семян) нами были уточнены значения оптимальных конструктивных и режимных параметров экспериментального высевающего аппарата с катушкой, выполненной в виде шайбы с ЗПП согласно результатам проведенных лабораторных исследований.

Скорость посевного агрегата должна находиться в пределах $V = 1,9...3,4$ м/с. При соблюдении заданного скоростного режима обеспечится нормальный технологический процесс работы посевного агрегата в поле.

При изменении поступательной скорости V посевного агрегата частота вращения шайбы с ЗПП должна находиться в пределах $n = 3,0...3,5$ мин⁻¹.

Угол наклона граней пирамид шайбы при проведении всех опытов должен составлять $\alpha = 23$ град по причине невозможности снятия шайбы с ЗПП с сеялки СЗ-5,4 в лабораторно-полевых условиях.

Оптимальное значение зазора между шайбой с ЗПП и утолщением должно составлять $c = 2$ мм с учетом размерных характеристик семян рапса ярового сорта «Ратник».

Согласно результатам лабораторных исследований при $\alpha = 23$ град, $n = 3$ мин⁻¹, $c = 2$ мм достигаются наименьшие значения коэффициента вариации $v = 34,8$ %.

При интервалах $n = 3,0...3,5$ мин⁻¹, $c = 1,9...2,1$ мм неустойчивость общего высева составляет $H = 2,5$ %, дробление семян $D = 0,23$ %. На основании оптимальных значений конструктивных и режимных параметров экспериментального высевающего аппарата, полученных в лабораторных условиях нами были проведены лабораторно-полевые исследования.

Значения оценочных показателей качества посева мелкосеменных масличных культур определялись в зависимости от скорости (V) посевного агрегата (СЗ-5,4 + МТЗ-82), частоты вращения (n) шайбы с ЗПП, зазора (c) между шайбой с ЗПП и утолщением, угла наклона граней пирамид шайбы (α) [4].

Коэффициент вариации (v) находился в зависимости от скорости посевного агрегата $V = 1,9...3,4$ м/с, которая определялась путем замера длины гона опытного участка в 100 м и фиксации времени при прохождении агрегата (при $\alpha = 23$ град, $n = 3,0...3,5$ мин⁻¹, $c = 2$ мм). При переключении передач и включенного понижающего редуктора регулировался скоростной режим. Частоту вращения $n = 3,0...3,5$ мин⁻¹ шайбы с ЗПП изменяли за счет перемещения рычага по указателю шкалы циферблата вариатора

(при $V = 2,5 \dots 2,8$ м/с, $\alpha = 23$ град, $c = 2$ мм). Норму высева семян рапса регулировали согласно диаграмме (не показано).

Далее определяли влияние зазора между шайбой с ЗПП и утолщением (c) на коэффициент вариации (v). Зазор между шайбой с ЗПП $c = 2$ мм и утолщением регулировали опусканием рукоятки донца экспериментальных высевальных аппаратов (при $V = 2,5 \dots 2,8$ м/с, $\alpha = 23$ град, $n = 3,0 \dots 3,5$ мин⁻¹). Для определения коэффициента вариации (v) семян по длине рядка метровой линейкой замерялись расстояния между семенами (рисунок 3).



Рис. 3. Замеры расстояний между семенами рапса ярового сорта «Ратник» по длине рядка на опытном участке

Расстояние между рядками составляло 15 см (рисунок 4). Глубина заделки семян составляла 2-3 см.



Рис. 4. Замеры расстояний между растениями по длине рядка и между рядками на опытном участке

Согласно общепринятой методики определялась неустойчивость общего высева в лабораторно-полевых условиях. При проведении опытов использовались семена рапса ярового сорта «Ратник» с нормой высева 7 кг/га. Для этого посевной агрегат проходил участок длиной 100 м с трехкратной повторностью.

Скорость посевного агрегата находилась в пределах $V = 2,5 \dots 2,8$ м/с. Частота вращения шайбы с ЗПП находилась в пределах $n = 3,0 \dots 3,5$ мин⁻¹ (при $\alpha = 23$ град, $c = 2$ мм). Собранные семена рапса с каждого высевального аппарата взвешивались на весах ACCULAB ALC.

При обработке опытных данных были определены следующие показатели неустойчивости общего высева: масса семян, высеянных всеми высевающими аппаратами, средняя масса семян, высеянных всеми высевающими аппаратами из всех повторностей, среднеарифметическое отклонение массы семян, высеянных по повторностям от среднего значения [4].

Для определения дробления посевной агрегат проходил участок длиной 100 м. Опыты проводили в трехкратной повторности. Зазор $c = 2$ мм между шайбой с ЗПП и утолщением регулировали опусканием рукоятки донца высевающих аппаратов (при $n = 3,0 \dots 3,5 \text{ мин}^{-1}$, $c = 2$ мм, $V = 2,5 \dots 2,8 \text{ м/с}$, $\alpha = 23$ град). Для оценки показателя дробления семян определялась масса семян дробленых, выделенных из навески, и общая масса семян в навеске взвешиванием весами.

Урожай рапса ярового сорта «Ратник» определялся в 2017 г. на опытном участке (рисунок 5) в ОАО «Нива» Каменского района Пензенской области, засеянном сеялкой СЗ-5,4 с экспериментальными высевающими аппаратами.



Рис. 5. Опытный участок для определения урожая рапса ярового сорта «Ратник»



Рис. 6. Учетная площадка размером 1×1 м со снопом для определения урожая зеленой массы и семян рапса ярового сорта «Ратник»

Для определения урожая рапса ярового сорта «Ратник» использовался укосный метод. Скашивание зеленой массы проводилось на высоте 3...6

см на пяти учетных площадках (рисунок 6) по 1 м² (1×1 м) по диагонали опытного участка, засеянного экспериментальной сеялкой СЗ-5,4 и базовой сеялкой СЗТ-5,4.

Скошенная масса взвешивалась весами и пересчитывалась на урожай с 1 га. После скашивания рапса ярового сорта «Ратник», были отобраны растения для обмолота и последующего взвешивания семян. Результаты определения урожая зеленой массы и семян рапса ярового сорта «Ратник» по пяти укосам заносились в журнал наблюдений [4].

Для подтверждения теоретических и лабораторных исследований проведены лабораторно-полевые исследования сеялки, оснащенной высевальными аппаратами с катушками, выполненными в виде шайб с зубьями пирамидального профиля, при посеве семян мелкосеменных масличных культур, разработана программа лабораторно-полевых исследований, уточнены оптимальные конструктивные и режимные параметры экспериментального высевального аппарата, оказывающие влияние на оценочные показатели качества посева семян мелкосеменных масличных культур (значения неустойчивости общего посева, неравномерности распределения семян по длине рядка, дробления семян), разработана методика для определения условий испытаний экспериментальной и базовой сеялок на опытном участке, проведения сравнительных испытаний экспериментальной и базовой сеялок.

Список литературы

1. Лысый, С.П. Некоторые теоретические основы определения равномерного посева мелкосеменных масличных культур высевальным аппаратом / С.П. Лысый // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – Том II. – С. 35-36.
2. Лысый, С.П. Приборы для исследования высевального аппарата мелкосеменных масличных культур / С.П. Лысый // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – С. 300-305.
3. Ларюшин, Н.П. Посевные машины. Теория, конструкция, расчет / Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев и др. – М.: Росинформагротех, 2010. – 292 с.
4. Кувайцев, В.Н. Влияние высевального аппарата на равномерность посева мелкосеменных масличных культур / В.Н. Кувайцев, Н.П. Ларюшин, С.П. Лысый // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сб. материалов международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 12-14.

**МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРЕНИЙ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ**

*Карпунчиков Алексей Владимирович, магистрант
Абрамов Алексей Сергеевич, магистрант
Авдеев Юрий Михайлович, науч. рук., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье рассматривается актуальная тема получение удобрений для сельскохозяйственных культур путем переработки пищевых отходов. Рассмотренная методика получения удобрений основана на термообработке исходного сырья. Полученные удобрения являются источником большого количества органических веществ и могут использоваться для широкого спектра выращиваемых культур.

Ключевые слова: органические удобрения; пищевые отходы; переработка отходов; компостирование; питательные вещества микроэлементы

В настоящее время проблема бытового мусора является одной из самых важных во всем мире. Дело не только в большом количестве образованных отходов, но и в методике их переработки [1,2,3].

В целом все товары, утратившие свои потребительские свойства, с течением времени превращаются в бытовые отходы. Как показывает мировая статистика ежегодно их количество увеличивается на 3%. Также серьезной проблемой является складирование отходов на несанкционированных свалках [4,5,6].

Бытовые отходы можно разделить на две группы: пищевые (биологические) и хозяйственные (синтетические). Хотя пищевые отходы не представляют особой опасности, их скопление в течение длительного времени, приводит к тому, что они становятся местом скопления грызунов и бактерий, являющихся возбудителями различных болезней.

Как правило, свалки пищевых отходов – это источник неприятных запахов, которые могут затрагивать обширные территории и сказываться на комфортной жизни населения.

Для всех регионов нашей страны проблема отходов является важной, так как в результате человеческой жизнедеятельности и развития промышленности количество отходов продолжает расти, а мест для складирования уже не так много [7,8,9].

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в нашей стране не так много методов утилизации отходов за счет вторичной переработки, большое количество отходов отправляется на мусорные свалки, не принося

никакой пользы, либо отправляются в канализацию, при этом нагружая работу очистных сооружений [10,11].

Цель исследования получение удобрений путем переработки пищевых отходов.

На сегодняшний день имеется несколько подходов к повторному использованию пищевых отходов. Существует методика получения рыбной, мясокостной и других видов муки. Такая мука получается за счет измельчения, варки и сушки продуктов животного происхождения.

Подобная методика решает проблему утилизации пищевых отходов и получения кормовых добавок для животных. Как выяснилось данный подход имеет ряд недостатков, связанных с высокими энергозатратами и существенной нагрузкой на локальные очистные сооружения.

Еще одним методом по переработке пищевых отходов является компостирование. Данный метод основан на перегнивании отходов как правило растительного происхождения, по результатам компостирования получается специальная масса, которую используют либо в качестве удобрения, либо как добавку в строительные смеси, но только после тщательной сушки.

Преимущества такого подхода заключаются в том, что он доступен не только специализированным организациям по переработке отходов, но и в домашних условиях, что позволяет дачникам и фермерам получать натуральные удобрения.

К недостаткам подхода стоит отнести то, что в процессе переработки необходимо поддерживать постоянную температуру и необходимое количество влаги. Кроме того, процесс сопровождается проявлением различных запахов, которые могут доставлять дискомфорт, если компостирование проходит на дачном участке. Также подобные мероприятия могут привлекать различных животных и грызунов.

В процессе получения удобрений из пищевых отходов был использован метод термической обработки. Сущность метода заключается в сушке измельченных пищевых отходов растительного происхождения. Для осуществления данного подхода используется установка (эко-урна), схема аналога которой представлена на рисунке 1.

Принцип работы установки осуществляется за счет того, что в эко-урну, через отсек для заполнения (1), пищевые отходы растительного происхождения отправляются в камеру (3), где они измельчаются и смешиваются с помощью лезвия, под действием нагревательных элементов (4). С течением времени, достаточно измельченная и подсушенная консистенция отправляется в камеру просушивания (6), где данный продукт получает конечную фазу обработки. На выходе получают удобрения, запах от которых отводится с помощью угольного фильтра (7).

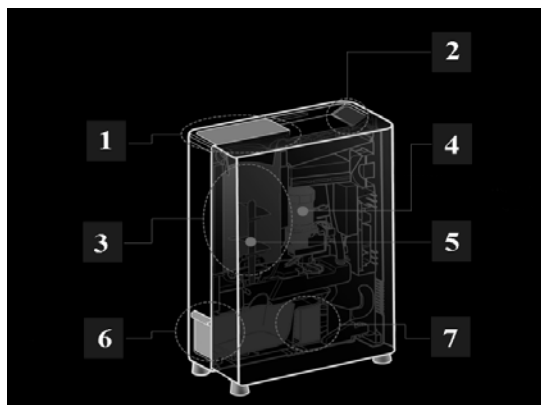


Рис. 1. Схема аналога установки:

1 — Отсек для заполнения установки; 2 — панель управления (включение выключение установка режима); 3 — Камера смешивания и измельчения (5литров); 4 — Нагревательные элементы; 5 — лезвия, для измельчения отходов; 6 — камера просушивания измельченных отходов; 7 — угольный фильтр

К основным преимуществам установки можно отнести:

- Получение удобрений из продуктов растительного типа;
- Решение проблемы утилизации пищевых отходов;
- Количественное снижение отходов в целом;
- Возможность регулировать состав удобрений за счет исходного сырья;
- Отсутствие неприятных запахов за счет угольного фильтра;
- Компактность и доступность, возможность установки в собственном доме;
- Простота в использовании.

Основными недостатками являются:

- Незначительные затраты электроэнергии;
- Утилизация отходов только растительного происхождения.

Для получения удобрений из пищевых отходов бала применена описанная выше методика. Для этого было измельчено и переработано около 3 литров пищевых отходов растительного происхождения, состав общей массы был комбинированным. В совокупности весь процесс переработки отходов занял 14 часов, из которых 1 час это измельчение и 13 часов сушка общей массы отходов. По итогу переработки было получено сухое вещество рисунок 2.



Рис. 2. Сухое вещество

На выходе общий вес готового продукта составил 530 грамм, удобрения имели рыхлую гранулированную структуру и не обладали резким неприятным запахом. Преимущества подобных органических удобрений перед минеральными заключаются в том, что в них нет вредных химических веществ, которые впитывают растения и тем самым понижают качество урожая. Органические удобрения позволяют снабжать выращиваемые культуры всеми естественными микроэлементами, которые отсутствуют в химических добавках. Использование данных удобрений повышает рыхлость почвы, и не изменяют ее кислотность, к тому же использование подобного подхода при получении органических удобрений позволяет контролировать их состав в зависимости от того каких органических и микроэлементов не хватает растениям в той или иной почве.

Таким образом в данной работе была представлена методика по переработке пищевых отходов и получения готового к применению сырья. Такой подход позволяет получить не только готовый продукт, но и решает проблему утилизации пищевых отходов, что особенно актуально на сегодняшний день. Модернизация и развитие данной установки, дает возможность её применения не только в домашних условиях, но и в производстве, где особое внимание уделяется предприятиям в сфере общественного питания.

Список литературы

1. Ахмедов, А.Э. Формирование системы управления отходами в Российской Федерации / А.Э. Ахмедов, О.И. Ахмедова, М.А. Шаталов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: IV международная научная экологическая конференция. – Краснодар, 2015. – С. 718-721.
2. Губанова, Е.В. Современные тенденции развития сельского хозяйства региона / Е.В. Губанова // В сборнике: Перспективы развития агропромышленного комплекса: отечественный и зарубежный опыт: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 10-13.
3. Шаталов, М.А. Механизм управления бытовыми отходами в рамках системы экологически безопасных технологий утилизации / М.А. Шаталов, С.Ю. Мычка // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2015. – №3(12). – С. 181.
4. Тесаловский, А.А. Особенности кадастрового обеспечения разработки схемы размещения объектов переработки и хранения отходов при планировании развития территорий / А.А. Тесаловский // Евразийский юридический журнал. – 2017. – №1(104). – С. 371-374.
5. Тесаловский, А.А. Картографическое и кадастровое обеспечение разработки схемы размещения объектов хранения отходов / А.А. Тесаловский //

- В сборнике: Вузовская наука – региону: Материалы XV Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2017. – С. 327-329.
6. Шаталов, М.А. Эколого-экономические вопросы утилизации бытовых отходов как фактор здоровьесбережения населения / М.А. Шаталов, С.Ю. Мычка // Безопасность здоровья человека. – 2017. – №2. – С. 50-58.
7. Куриленко, В.В. Эколого-геологическая и биогеохимическая оценка воздействия полигонов бытовых отходов на состояние окружающей среды / В.В. Куриленко, И.И. Подлипский, Н.Г. Осмоловская // Экология и промышленность России. – 2012. – №11. – С. 28-32.
8. Налиухин, А.Н. Изменение метагенома прокариотного сообщества как показатель плодородия пахотных дерново-подзолистых почв при применении удобрений / А.Н. Налиухин, С.М. Хамитова, А.П. Глинушкин, Ю.М. Авдеев, В.С. Снетилова, Ю.В. Лактионов, В.В. Суров, О.В. Силуянова, Д.А. Белозеров // Почвоведение. – 2018. – №3. – С. 331-337.
9. Авдеев, Ю.М. Энергетическая оценка агроэкосистем / Ю.М. Авдеев // NovaUm.Ru. – 2017. – №6. – С. 47-51.
10. Авдеев, Ю.М. Растительные кормовые добавки: влияние на зерно в герметичных условиях / Ю.М. Авдеев, А.Е. Костин // Кормопроизводство. – 2011. – №8. – С. 33-34.
11. Козлов, А.В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов / А.В. Козлов, О.В. Селицкая // Вестник Мининского университета. – 2015. – №3(11). – С. 27.

УДК 621.43

СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ В ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Акуличев Михаил Сергеевич, студент-бакалавр
Зефиоров Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассмотрены основные виды альтернативных топлив из возобновляемых источников энергии. Показаны способы получения альтернативных топлив из растительного и животного сырья двумя способами: химическим путем реакции этерификации и способ газификации органического сырья. Приведены существующие способы и устройства для подачи двух топлив одновременно (например, дизельного и альтернативного) в дизельный двигатель. Представлены разработанные авторами конструкции насосов-дозаторов.

Ключевые слова: Альтернативные топлива, дизельный двигатель, устройства для подачи топлива, получение альтернативного топлива

Возрастающий интерес к альтернативным топливам вызван растущим потреблением энергии. За период 1950-2010гг. мировое потребление энергии увеличилось примерно 4.5 раза, а по прогнозам с 2010 по 2030 гг. потребление энергоресурсов увеличится ещё в полтора раза. Основными источниками энергии при этом являются: нефть и продукты её переработки, уголь, газ, атомная энергия, энергия воды, ветра, солнца [1].

К альтернативным топливам относятся этанол, природный газ, газовый конденсат, шахтный метан, биогаз, водород, электричество, биодизельное топливо, отработанное масло, P-Series - смесь этанола, сжиженного природного газа и метилтетрагидрофурана (MeTHF) - растворителя, полученного из биомассы.

При использовании альтернативных видов топлива как правило уменьшается количество выбросов вредных веществ в выхлопных газах двигателей, однако мощность двигателя несколько уменьшается. Большинство альтернативных видов топлива не дороги и производятся из возобновляемых ресурсов.

Перспективным направлением получения альтернативного топлива является производство биодизельного топлива (биодизель). Биодизельное топливо может производиться, как из масел растительного и животного происхождения путем реакции этерификации, так и газификацией органического сырья. За один 2010г. мировое производство биодизеля выросло на 12 %.

Процесс производства биодизеля представлен двумя вариантами в зависимости от используемого сырья.

Растительное масло заливают в процессор и нагревают и добавляют смесь метанола и щелочи и перемешивают. Смеси при отстаивании разделяется на глицерин и сырой биодизель. Удаляют слой глицерина затем в процессор добавляют воду. Отстаивают в процессе разделяется на чистый биодизель и воду. Отделяют воду.

Процесс получения биодизеля из растительной биомассы состоит из газификации органического сырья путем неполного сгорания при 900-1500°C, в результате чего образуется газ, содержащий CO, H₂, CO₂, H₂O, N₂. При каталитической конверсии газа при 200...250°C и давлении 1,0 МПа получается смесь жидких углеводородов.

Азот воздуха в реакцию не вступает. При этом 1 т компонентов моторного топлива получается из 8 т исходного сырья. Из лесосечных или сельскохозяйственных отходов с 1 кв. км на передвижных установках можно получить от 100 до 200 тонн жидкого топлива.

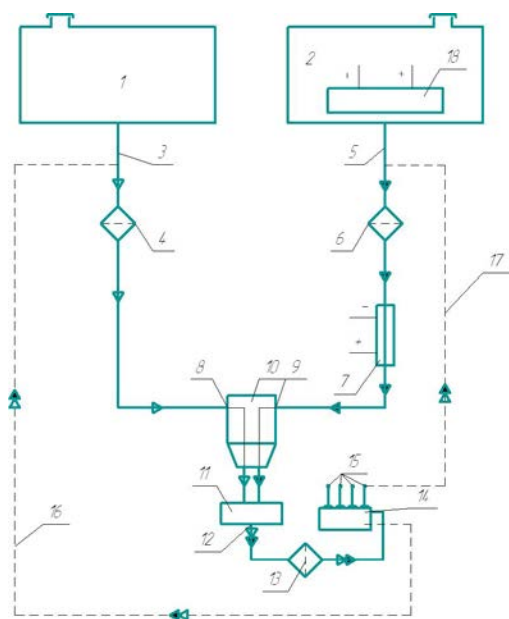
Полученный биодизель прошел испытания на ряде фирм. При этом возникли трудности связанные с большей вязкостью и, следовательно, с подачей биодизеля в цилиндры двигателя.

Разработаны достаточно сложные системы подачи топлива, которые предназначены для работы только на альтернативном, растительном топ-

ливе, так и двухтопливные (смесевые), которые предусматривают работу, как на дизельном топливе, так и на альтернативном топливе. Особенностью второй системы является то, что перед работой необходимо прогреть двигатель на дизельном топливе, а затем переключить двигатель на работу на альтернативном или на смеси с дизельным топливом [2].

Использование смесей топлив (дизельного с альтернативным) позволяет обеспечить постепенный переход к таким топливам. Кроме этого возможно смешивание различных топлив с целью получения топлив с требуемыми свойствами.

На кафедре энергетических средств и технического сервиса ВГМХА разработана система питания [3,4] дизельного двигателя, обеспечивающая работу дизеля на смеси дизельного и альтернативного топлива, путем установки в системе питания дизеля двух подкачивающих насосов (помп) и дозатора, который обеспечивает дозирование составляющих смесевого топлива, например, в зависимости от нагрузки на двигатель (рис. 1). При этом запуск дизеля и окончание работы проводится на дизельном топливе, а работа проводится на смеси, вплоть до 100% использования альтернативного топлива.



Устройство состоит из бака минерального топлива (1), бака биологического топлива (2), линии подачи минерального топлива (3), фильтра грубой очистки минерального топлива (4), линии подачи биологического топлива (5), фильтра грубой очистки биологического топлива (6), подогревателя биологического топлива (7), входного патрубка минерального топлива (8), входного патрубка биологического топлива (9), рукуперативного теплообменника (10), смесителя с дозирующим устройством (11), выходного патрубка смесевого топлива (12), фильтра тонкой очистки (13), топливного насоса высокого давления - ТНВД (14), форсунок (15), линии слива топлива из ТНВД (16), линии слива топлива из форсунок (17)

Рис. 1 Схема системы питания дизеля при использовании альтернативных топлив

Для раздельной подачи дизельного и альтернативного топлив могут применяться либо двухсекционная подкачивающая помпа (рис. 2) [5], либо поршневой или мембранный подкачивающие насосы [6,7], укомплектованные дозатором для получения смеси топлив требуемого состава.

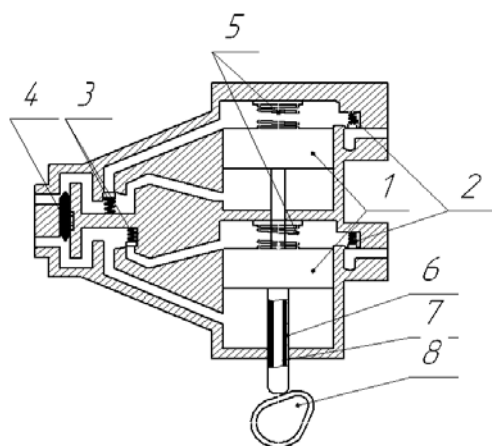


Рис. 2. Двухсекционная подкачивающая помпа

Помпа с механическим приводом от эксцентрика штатного привода топливоподкачивающего насоса с дозированием с помощью дросселирования на выходе состоит из двух поршней (1), двух всасывающих клапанов (2), двух нагнетательных клапанов (3), дроссельной иглы (4), двух вытесняющих пружин (5), толкателя нижнего поршня (6), толкателя верхнего поршня (7), эксцентрикового вала (8). Дозирование топлив осуществляется линейным перемещением дроссельной иглы из кабины трактора, перекрывающей выходные нагнетательные отверстия каждой секции насоса – дозатора.

Привод подкачивающей двухсекционной помпы имеет толкатель, приводящий в действие поршни каждой секции насоса–дозатора одним штатным эксцентриком кулачкового вала ТНВД.

Список литературы

1. Новости альтернативной энергии ТОП – 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://aenews.ru/Top-8_alternative_fuel.html
2. Зефилов, И.В. Способы подачи смесевых топлив в двигатель внутреннего сгорания / И.В. Зефилов, А.И. Паутов // Сб. научных статей 2-ой международной молодежной научно-практической конференции в 3-х томах. – Курск, 2015. – С.361-364.
3. Система питания дизеля на смесевом биоминеральном топливе. Патент № 2580965 / И.В. Зефилов, П.С. Мартынов, А.С. Чеглаков Опубликовано 10.04.2016г., бюл. №4.
4. Система питания дизеля на смесевом топливе. Патент № 174573 / Зефилов И.В., Мартынов П.С., Паутов А.И. Опубликовано 20.10.2017 г. Бюл.№29
5. Подкачивающая помпа. Патент №146724 / И.В. Зефилов, А.И. Паутов Опубликовано 20.10.2014 г.
6. Мембранный насос дозатор. Патент №127415 от 27.04.2013 г. / И.В. Зефилов, А.И. Паутов. – Опубликовано 27.04.2013 г., бюл. №12
7. Поршневой насос-дозатор. Патент №127410 от 27.04.2013 г., И.В. Зефилов, А.И. Паутов. – Опубликовано 27.04.2013 г., бюл.№12

*Бежанян Николай Темурович, студент-бакалавр
Зефилов Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: при доении коров, молоко имеет температуру порядка 33...34°C. Хранение его при такой температуре приведет к скисанию за счет быстрого развития бактерий, следовательно, молоко нужно охладить как можно быстрее. Для предварительного охлаждения молока целесообразно использовать родниковую или артезианскую воду с достаточно низкой температурой, а для охлаждения молока до температуры 4...6 °C необходимо использовать холодильную установку. Современные холодильные установки работают с холодильным коэффициентом $\varepsilon = 4...5$, при этом коэффициент преобразования теплоты $\mu = 5...6$. Это значит, что отобранная теплота у молока и теплота (или энергия) затраченная холодильной установкой может быть полезно использована для подогрева родниковой воды, причем полезная теплота в 5...6 раз превышает затраты на работу холодильной установки, работающей в режиме теплового насоса.

Ключевые слова: тепловой насос; молоко; охлаждение; подогрев воды

Тепловой насос – это холодильник, который используется для выработки тепловой энергии, например, для отопления или подогрева воды, забирая теплоту от низкопотенциальных альтернативных источников энергии.

При доении коров, молоко имеет температуру порядка 33...34°C. Хранение его при такой температуре приведет к скисанию за счет быстрого развития бактерий, следовательно, молоко нужно охладить как можно быстрее.

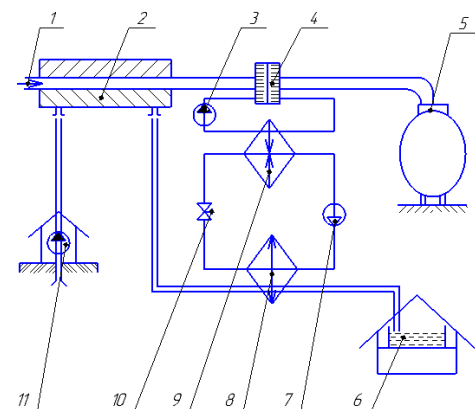
Для предварительного охлаждения молока целесообразно использовать родниковую или артезианскую воду с достаточно низкой температурой, а для охлаждения молока до температуры 4...6 °C необходимо использовать холодильную установку.

Современные холодильные установки работают с холодильным коэффициентом $\varepsilon = 4...5$, при этом коэффициент преобразования теплоты $\mu = 5...6$. Это значит, что отобранная теплота у молока и теплота (или энергия) затраченная холодильной установкой может быть полезно использована для подогрева технологической воды, причем полезная теплота в 5...6 раз превышает затраты на работу холодильной установки, работающей в режиме теплового насоса.

Имеются достаточно много вариантов использования родниковой или артезианской воды для охлаждения молока или охлаждения конденсатора холодильной установки [1,2], в которых теплота конденсатора холодильной установки не используется.

Нашей задачей было разработка компактного устройства, за счет работы холодильной установка в режиме теплового насоса, что позволяет одновременно охлаждать молоко и подогревать технологическую воду при снижении энергозатрат.

Вышеуказанный технический результат достигается (рисунок) тем, что после охлаждения молока в рекуперативном теплообменнике артезианской водой дальнейшее снижение температуры молока до подачи его в танк-охладитель осуществляется в пластинчатом теплообменнике ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки, при этом артезианская вода, подогретая теплотой молока в рекуперативном теплообменнике охлаждает хладагент в конденсаторе холодильной установки, забирая теплоту, отнятую при охлаждении молока ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки, и теплоту компрессора холодильной установки, работающей в режиме теплового насоса, за счет чего вода нагревается и поступает в термоизолированную емкость двора фермы для дальнейшего использования.



Установка состоит из рекуперативного теплообменника 2, куда поступает молоко из линии доения 1 и вода из артезианской скважины насосом 11. Предварительно охлажденное молоко поступает в пластинчатый теплообменник 4, где оно охлаждается ледяной водой, получаемой в испарителе холодильной установки 9, и далее охлажденное молоко поступает в танк – охладитель 5. Компрессор 7 холодильной установки подает хладагент в конденсатор 8, и далее хладагент через терморегулирующий вентиль 10 поступает в испаритель холодильной установки.

Рис. 1. Схема установки охлаждения молока на фермах

Вода из рекуперативного теплообменника 2 охлаждает хладагент в конденсаторе, забирая теплоту отнятую при охлаждении молока в испарителе и теплоту компрессора холодильной установки, где нагревается и поступает в термоизолированную емкость двора фермы и далее используется на технологические нужды.

Использование холодной родниковой воды или воды из артезианской скважины в качестве хладагента способствует более эффективному охлаждению молока на стадии транспортировки от участка доения до

участка первичной обработки, т.к. вода из артезианской скважины более холодная, и температура составляет 7...9°C. Кроме того, использование воды из артезианской скважины позволяет сократить расходы на применение дорогостоящих хладагентов и является дешевым и доступным источником охлаждения в условиях малых ферм.

Достоинством данной установки является использование холодильной установки в режиме теплового насоса, что позволяет использовать теплоту молока для подогрев технологической воды без дополнительных затрат. При этом установка компактна с низким энергопотреблением.

Список литературы

1. Установка для охлаждения молока с использованием естественного и искусственного холода. Патент РФ № 2423824 / Ф.Г. Марьяхин, А.И. Учеваткин, Б.П. Коршунов, и др. – Опубликовано 20.07.2011 г., бюл. №20.
2. Способ охлаждения молока на фермах. Патент РФ № 2214707 г. / М.М. Орлов. – Опубликовано 27.10.2003, бюл. №30.

УДК 621. 48

РАЗРАБОТКА ДВИГАТЕЛЯ ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Шаблыкин Илья Николаевич, студент-бакалавр
Зефиоров Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: с целью улучшения преобразования тепловой энергии топлива в механическую работу разработано устройство двигателя двойного действия, в котором над поршнем совершается процесс четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, а под поршнем процесс поршневого парового двигателя. При этом нет необходимости использовать устройство для выработки пара, так как пар будет образовываться при впрыскивании воды на горячий поршень при тактах сжатия рабочей смеси и тактах вытеснения отработавших газов из цилиндра двигателя. Таким образом, исключается перегрев поршня и цилиндра двигателя, нет надобности использовать систему охлаждения и масса маховика может быть уменьшена за счет использования энергии пара при его расширении в цилиндре двигателя.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, паровой двигатель, двигатель двойного действия, впрыск воды, охлаждение, мощность

Двигатель двойного действия – это поршневая машина, в которой рабочий процесс совершается с обеих сторон поршня. Такое устройство

двигателя позволяет увеличить его мощность при тех же габаритах и массе.

Двигателем двойного действия является универсальная паровая машина Джеймса Уатта [1]. Пар поступал в цилиндр попеременно то с одной стороны поршня, то с другой. Поэтому поршень совершал и рабочий и обратный ход с помощью пара. Установка требовала большого непроизводительного расхода пара, следовательно, и топлива. Для поддержания его постоянно в нагретом состоянии конденсацию пара осуществляли в отдельном конденсаторе. Для этого цилиндр должен постоянно оставаться горячим, поэтому необходимо снаружи покрыть его теплоизоляционным материалом.

Недостатком такого устройства является низкий коэффициент полезного действия и необходимость поддерживать высокую температуру цилиндра.

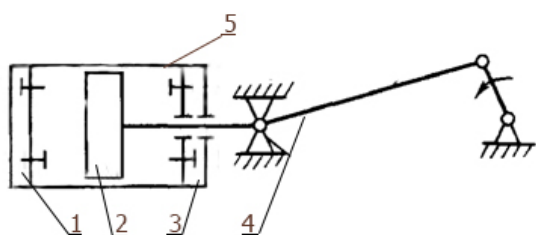
Другим примером двигателя двойного действия является двигатель Лемуара [2], где сгорание топливной смеси происходило с обеих сторон днища поршня. Так как он основывался на двухтактном принципе работы, то на протяжении одного оборота вала этот двигатель осуществлял четыре рабочих такта, следовательно, сильно нагревался. При охлаждении расход воды достигал 120 м^3 в час.

Недостатком данного устройства является высокая температура в двухтактном цикле двигателя двойного действия, низкий коэффициент полезного действия двигателя и необходимость охлаждения цилиндра и поршня двигателя двойного действия.

Задача состоит в разработке двигателя двойного действия, устраняющего недостатки паровой машины Уатта и двигателя внутреннего сгорания Лемуара, а именно: охлаждение цилиндра двигателя внутреннего сгорания производить за счет впрыска воды, а энергию полученного пара полезно использовать для увеличения коэффициента полезного действия и мощности двигателя.

Одним из путей решения поставленной задачи является использование двигателя двойного действия, в котором над поршнем совершается процесс четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, а под поршнем процесс поршневого парового двигателя. При этом нет необходимости использовать устройство для выработки пара, так как пар будет образовываться при впрыскивании воды на горячий поршень при тактах сжатия рабочей смеси и тактах вытеснения отработавших газов из цилиндра двигателя. Таким образом, исключается перегрев поршня и цилиндра двигателя, нет надобности использовать систему охлаждения и масса маховика может быть уменьшена за счет использования энергии пара при его расширении в цилиндре двигателя.

Схема двигателя двойного действия с использованием крейцкопфного механизма показана на рисунке 1.



Двигатель двойного действия состоит из цилиндра 5 с поршнем 2, верхней 1 и нижней 3 головок цилиндра с устройствами для подачи топливовоздушной смеси и выпуска отработавших газов в верхнюю головку цилиндра и подачи воды и выпуска пара в нижней головке цилиндра

Рис. 1. Схема двигателя двойного действия с использованием кривокопфного механизма

Поршень совершает возвратно-поступательное движение при помощи кривокопфного механизма 4.

Использование предлагаемого двигателя двойного действия позволяет получить более высокий коэффициент полезного действия и обеспечить требуемый температурный режим двигателя.

Список литературы

1. Паровая машина двойного действия Д. Уатта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z0000055/st062.shtml>
2. Двусторонний двигатель двойного действия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://delay-auto.ru/ystroistvo_avtomobilya/1739-dvustoronniy-dvigatel-dvoynogo-deystviya.html

УДК 621.715.4

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПРЕСОВКИ ГИЛЬЗ В БЛОК ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

*Медведева Светлана Владимировна, студент-бакалавр
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
Зефиоров Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: после расточки блока под установку гильз цилиндров разработаны устройства для запрессовки гильз в блок при помощи винтового приспособления, причем запрессовка всех гильз в цилиндры двигателя производится на закрепленном на рабочем столе блока.

Ключевые слова: блок; гильза цилиндра; запрессовка; приспособления запрессовки; ремонтные размеры

Из курса технологии машиностроения следует, что принцип постоянства базы заключается в том, что при возможно большем числе операций используется одна и та же технологическая база. Простым примером соблюдения принципа постоянства базы является обработка различных поверхностей детали при неизменном закреплении заготовки, то есть за один установ. В этом случае исключается влияние погрешности закрепления заготовки на взаимное расположение предыдущих и последующих обрабатываемых поверхностей.

При восстановлении изношенной поверхности цилиндров блока ДВС широко используется растачивание цилиндров под ремонтный размер поршня с последующим хонингованием. Число ремонтных размеров ограничено. Поэтому, в том случае, когда следующего ремонтного размера поршня уже нет, применяют гильзование цилиндров.

Процесс гильзования заключается в предварительном растачивании цилиндра блока под ремонтную гильзу и ее запрессовки с определенным натягом или установки после охлаждения в жидком азоте. После этого гильза подлежит растачиванию и хонингованию, но уже под номинальный размер поршня и ремонтные размеры снова впереди.

Сотрудниками кафедры «Энергетические средства и технический сервис» Вологодской ГМХА разработан комплект приспособлений, позволяющих осуществлять процесс растачивания цилиндров под гильзы как рядного, так и V-образного блоков ДВС, запрессовки гильз и последующего растачивания под размер поршня при неизменном закреплении блока на столе расточного станка.

Гильза цилиндра фактически является съемной вставкой в блок цилиндров двигателя. Установка гильзы в цилиндр называется гильзованием (гильзовкой) блока цилиндров. Сам процесс монтажа такой вставки является сложным, так как требует целого ряда подготовительных работ, а также наличия специального оборудования. Но применение метода гильзования, ремонт обходится намного дешевле, чем покупка нового двигателя.

Для того чтобы восстановить двигатель с чугунным блоком, используют втулки из износостойких легированных чугунов, а для цельноалюминиевых моделей, обычно – специальные алюминиевые гильзы. Главным образом, технологические методы ремонта блоков из разных материалов одинаковы, и различаются только в деталях.

Гильзы разделяют на «сухие» и «мокрые» типы. «Сухие», как правило, не взаимосвязаны с охлаждающей жидкостью и находятся в блоке, благодаря силе трения. Они устанавливаются термическим способом, или сжимаются «на холодную».

Гильзы второго типа из-за того, что омываются в охлаждающей жидкости, способны вставляться, а также удаляться из блока вручную. Это

облегчает процесс ремонта двигателя и способствует воспроизведению его в «полевых» условиях.

Недостатками применения гидравлических прессов при запрессовке гильз в блок цилиндров двигателя являются: во-первых – сложность базирования и закрепления блока на прессе (особенно V-образного); во-вторых – дороговизна и большие габаритные размеры пресса.

Необходимость применения специальных приспособлений привела к созданию ряда устройств. Анализ их работы, достоинств и недостатков был проведен на кафедре энергетических средств и технического сервиса ВГМХА, в результате чего была создана полезная модель, технической задачей которой является обеспечение возможности запрессовки в блок цилиндров гильз различного размера без кантования блока после растачивания блока под гильзу перед запрессовкой и после запрессовки перед растачиванием под поршень.

Устройство [1] для запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя, содержащее винт, с установленной на нем с возможностью создания усилия запрессовки, гайкой, верхний и нижний упоры, отличающееся тем, что оно снабжено шайбой и упорным подшипником, установленными между гайкой и верхним упором с возможностью передачи усилия запрессовки через верхний упор на упомянутую гильзу, а нижний упор выполнен в виде валика, длина которого больше расстояния между соседними постелями блока цилиндров для коренных подшипников коленчатого вала двигателя, установленного в кольце, прикрепленного к нижней части упомянутого винта.

В результате нашего исследования был обнаружен недостаток данного устройства – возможность перекашивания гильз при запрессовке в блок цилиндров. В результате чего была создана полезная модель, технической задачей которой является обеспечение возможности запрессовки в блок цилиндров гильз различной длины и диаметра без перекоса и без кантования блока цилиндров.

Новым в предлагаемой полезной модели является то, что нижний упор выполнен в виде пластины с разъемным резьбовым соединением и двумя коническими выступами, расположенными по размеру отверстий для установки крышки коренных подшипников[2].

Устройство для запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя, содержащее винт с установленными на нем с возможностью создания усилия запрессовки гайки, верхнего и нижнего упора, отличающееся тем, что нижний упор выполнен в виде пластины с разъемным резьбовым соединением и двумя коническими выступами, расположенными по размеру отверстий для установки крышки коренных подшипников.

Работа устройства происходит следующим образом. После расточки, закрепленного на станине, блока двигателя пластина с коническими выступами 7 через расточенный блок опускается на станину и в

неё вкручивается ходовой винт 5. Далее гильзу цилиндров устанавливают на блок и сверху на неё последовательно устанавливают верхний упор 4 в виде диска, упорный подшипник 3, шайбу 2, после чего на винт 5 накручивают гайку 1, центруют пластину 7 с коническими выступами 6 по отверстиям в блоке крепления крышки коренных подшипников и запрессовывают гильзу в блок цилиндров.

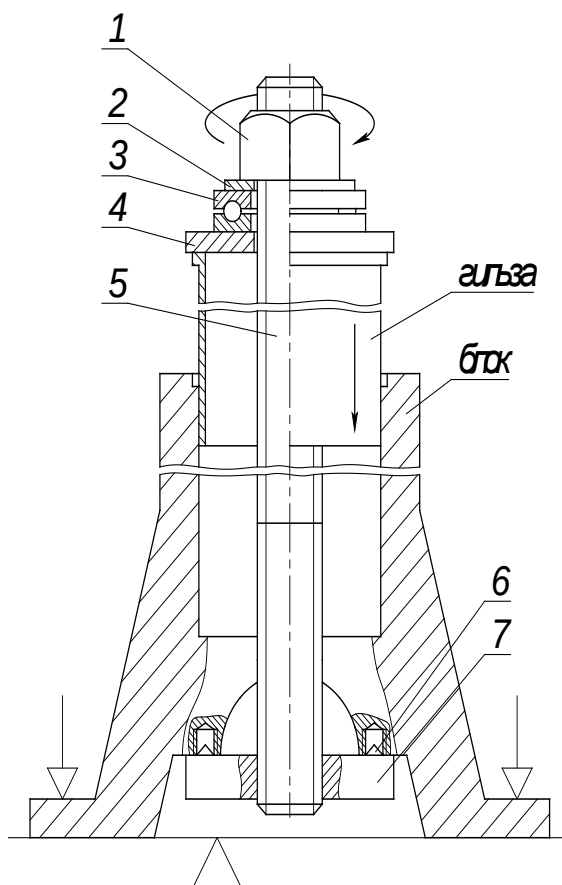


Рис.1. Схема устройства для запрессовки гильз в блок цилиндров двигателя

Гильза цилиндра фактически является съемной вставкой в блок цилиндров двигателя. От объема гильзы напрямую зависит и рабочий объем цилиндра. Установка гильзы в цилиндр называется гильзованием (гильзовкой) блока цилиндров.

Сам процесс монтажа такой вставки является сложным, так как требует целого ряда подготовительных работ, а также наличия специального оборудования. Благодаря методу гильзования ремонт обходится намного дешевле, чем покупка нового двигателя.

Таким образом, разработанные устройства упрощают задачу запрессовки гильз цилиндров в блок двигателя.

Список литературы

1. Патент № 166325. Приспособление для запрессовки гильз цилиндров / Е.А. Берденников. – Опубликовано 20.11.2016г., бюл.№32.

ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ НА СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВАХ

Мартынов Павел Сергеевич, магистрант
Коряковский Илья Андреевич, студент бакалавр
Зефиоров Игорь Владимирович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: в статье представлены материалы экспериментальных исследований работы тракторного дизеля на смесевых топливах. При этом исследовались такие параметры двигателя как крутящий момент, мощность, расход топлива, так и состав отработавших газов двигателя. Определены технические и экономические характеристики применения смесевых топлив, и приведены описания и конструкции устройств для подачи смесевых топлив.

Ключевые слова: двигатель, смесевые топлива, характеристика двигателя, подача топлива, биодизель, оксигенатное топливо, дозирование топлива

Учитывая, что разведанные запасы нефти не безграничны. поэтому ученые разных стран ищут альтернативные источники автомобильного и иного вида топлива.

Разработаны системы, которые предназначены для работы только на растительном возобновляемом сырье, так и двухтопливные, которые предусматривают работу, как на дизельном топливе, так и на растительном возобновляемом сырье.

Биодизель – топливо приготовленное из жиров животного, растительного происхождения, путем их этерификации.

Его можно использовать, как в чистом виде, так и в качестве добавки к дизельному топливу в соотношении от 5 до 35% от объема. При этом никакой модификации обычного дизельного мотора не требуется. Ресурс двигателя при использовании биодизеля не меняется. Биодизель имеет превосходные смазывающие свойства, чем выгодно отличается от дизельного топлива.

Для производства биодизеля подходит любое растительное и даже животное масло. Чаще всего такой вид топлива производят из масла рапса как наиболее дешевого среди растительных масел. Возможно использовать в качестве топлива отработанное растительное масло (оксигенатное топливо).

В Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н.В.Верещагина (ВГМХА) проведены экспериментальные исследования работы тракторного дизеля 4Ч 11/12,5 на смесевом топливе. Характе-

ристики снимались на тормозном стенде при работе двигателя на дизельном топливе, на отработанном растительном масле и на 50% смеси дизельного топлива и растительного масла. Определялись мощностные, экономические и экологические характеристики тракторного дизеля 4Ч 11/12,5 в условиях нагрузочной характеристики двигателя. В таблице 1 приведены результаты экспериментальных исследований по составу отработавших газов дизельного двигателя при постоянной частоте вращения коленчатого вала двигателя $n = 1500$ об/мин. На рисунках 1-3 приведены графики изменения состава отработавших газов при работе на дизельном топливе, на смеси дизельного топлива с отработанным растительным маслом и на чистом отработанном растительном масле.

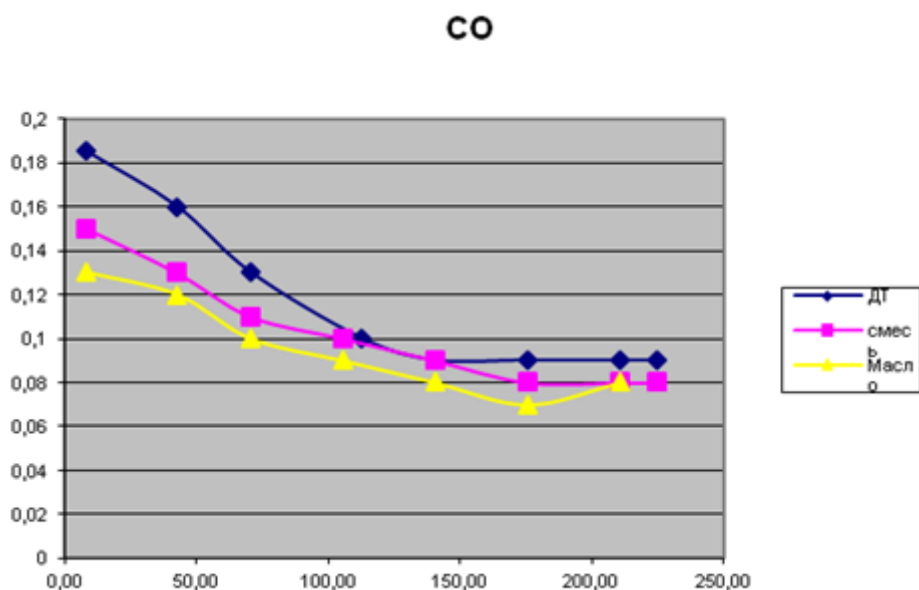


Рис.1 Зависимость содержания CO в отработавших газах при работе на смесевых топливах

Как видно из рис.1 на малых нагрузках меньше CO при работе на отработанном растительном масле, При возрастании нагрузки до максимального крутящего момента разница в выбросах CO уменьшается и составляет 0,08...0,09%.

На рис.2 представлены результаты изменения от нагрузки окислов азота при работе на смесевых топливах.

С ростом нагрузки (крутящего момента на валу двигателя) выбросы N_{ox} увеличиваются при работе на каждом экспериментальном топливе и при максимальной нагрузке выбросы при работе на дизельном топливе почти в два раза больше, чем при работе двигателя на отработанном растительном масле.

Выбросы СН при увеличении крутящего момента двигателя уменьшаются в два раза при работе на дизельном топливе, на смеси топлив и при работе на отработанном растительном масле и составляют при работе на

дизельном топливе 58 ppm, на смеси топлив 40 ppm, на отработанном растительном масле – 20 ppm.

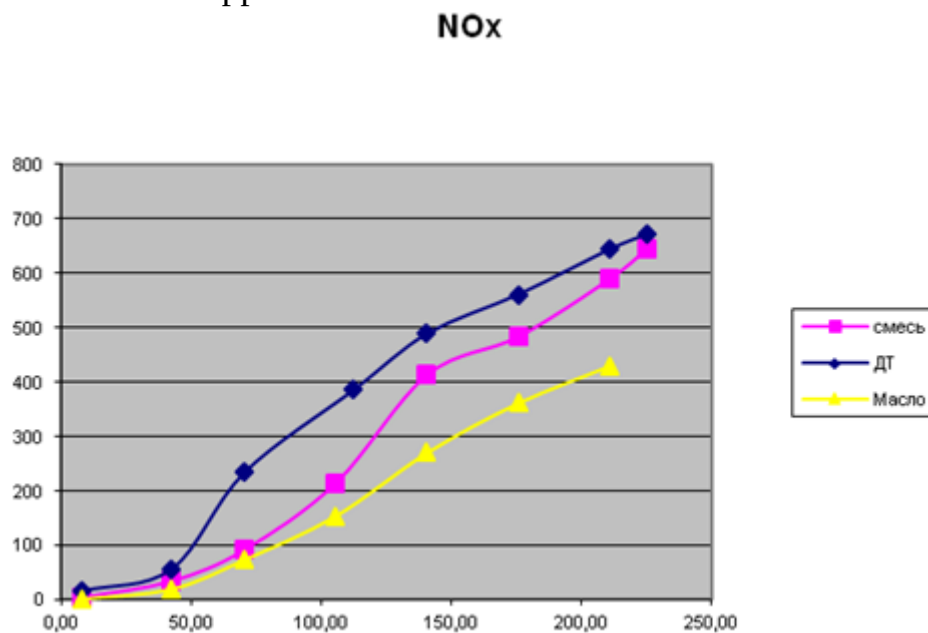


Рис.2 Зависимость содержания NO_x в отработавших газах при работе на смесевых топливах

Таким образом при увеличении нагрузки на двигатель количество в составе отработавших газов CO и CH уменьшается при работе на каждом из испытываемых топлив, причем содержание CO примерно одинаково для каждого испытываемого топлива, а содержание CH меньше в 2,5...3 раза при работе двигателя на отработанном растительном масле по сравнению с дизельным топливом.

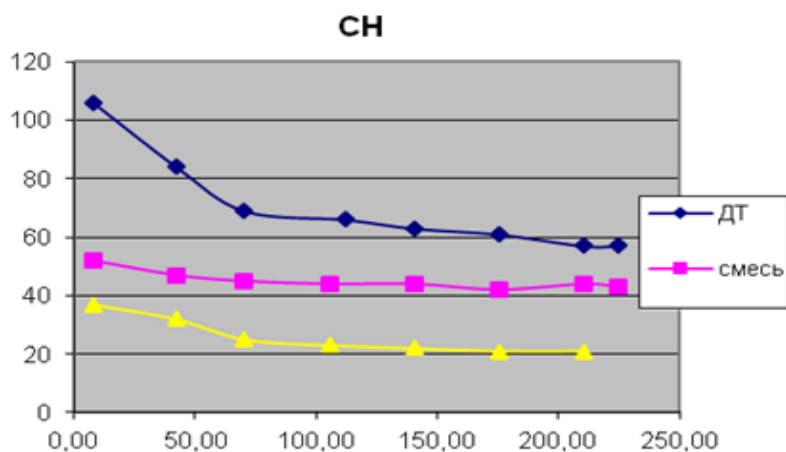


Рис.3. Зависимость содержания CH в отработавших газах при работе на смесевых топливах

Экспериментальные зависимости в составе отработавших газов при работе дизеля на холостом ходу при различных оборотах коленчатого вала двигателя получены на одноцилиндровом дизеле малогабаритной лабораторной установки в техническом университете г. Вологды.

Результаты эксперимента на одноцилиндровом дизеле представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Изменение состава отработавших газов при изменении частоты вращения вала дизеля при работе на холостом ходу на отработанном растительном масле.

мин-1	1750,00	1500,00	1400,00	1200,00	1000,00
CO	0,23	0,18	0,18	0,16	0,12
CH	112,00	103,00	104,00	101,00	96,00
CO ₂	3,17	2,53	2,43	2,25	2,02
O ₂	20,10	20,00	20,00	19,20	19,90
Nox	0,00	0,00	0,00	4,00	15,00

Таблица 2 – Изменение состава отработавших газов при изменении частоты вращения вала дизеля при работе на холостом ходу на дизельном топливе ГОСТ 305-82

мин-1	1800,00	1700,00	1550,00	1400,00	1300,00	1200,00	1100,00	1000,00
CO	0,22	0,19	0,18	0,17	0,18	0,15	0,15	0,14
CH	91,00	94,00	87,00	91,00	96,00	92,00	91,00	91,00
CO ₂	3,06	2,90	2,62	2,40	2,38	2,24	2,21	2,20
O ₂	20,70	20,70	20,60	20,60	20,50	20,50	20,40	20,40
Nox	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	7,00	9,00

Из таблиц 1 и 2 следует, что в составе отработавших газов выбросы CO, CO₂, O₂ и N_{ox} при работе на дизельном топливе и на отработанном растительном масле практически совпадают при работе двигателя без нагрузки, выбросы CH на 10% больше при работе на отработанном растительном масле.

Таким образом, работа дизельного двигателя на растительном отработанном масле более предпочтительна при нагрузке, так как уменьшаются вредные выбросы по сравнению с выбросами при работе на дизельном топливе.

Для подачи смесового топлива на кафедре разработана система питания с подогревом биотоплива [1, 2, 3], при этом подача дизельного топлива и биотоплива осуществляется двухсекционной подкачивающей помпой [4].

Список литературы

1. Система питания дизеля на смесовом биоминеральном топливе. Патент № 2580965 / И.В. Зефилов, П.С. Мартынов, А.С. Чеглаков. – Опубликовано 10.04.2016г., бюл. №4.
2. Система питания дизеля на смесовом топливе. Патент № 174573 / И.В. Зефилов, П.С. Мартынов, А.И. Паутов. – Опубликовано 20,10,2017 г. Бюл. №29.

3. Система питания дизеля на смесевом топливе. Патент № 176797 / И.В. Зефилов, П.С. Мартынов, А.И. Паутов. Опубликовано 29.01.2018 г. Бюл.№4.
4. Подкачивающая помпа. Патент №146724 / И.В. Зефилов, А.И. Паутов. – Опубликовано 20.10.2014 г.

УДК 621.86

НАПОЛЬНЫЙ КОЗЛОВЫЙ КРАН. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ

*Шайтанов Павел Сергеевич, студент-бакалавр
Оскирко Александр Иванович, науч. рук., ст. преп.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** рассмотрена проблема использования подъёмно транспортного оборудования в помещениях лёгкого и ангарного типа, приведено описание и обоснование основных параметров конструкции и методика расчета основных элементов оснастки напольного козлового крана.*

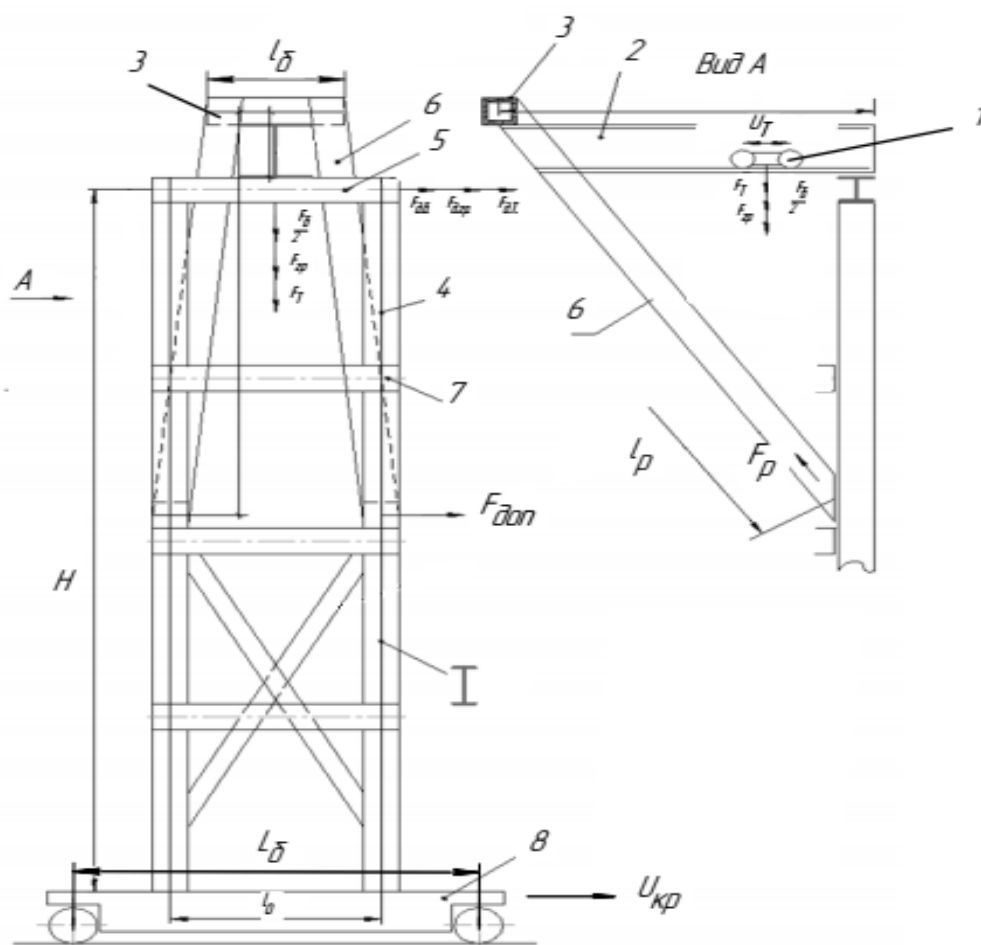
***Ключевые слова:** кран, электроталь, пролетная балка, поперечная балка, опора, упор, раскос*

Современный этап экономического развития характеризуется ростом числа предприятий малого и среднего бизнеса, развитием фермерских хозяйств. Ввиду ограниченного вложения средств, производственные и складские помещения таких предприятий зачастую представляют собой строения лёгкого типа, ангарные помещения, арендуемые площади. В таком случае очень остро становится вопрос применения в производственном процессе подъёмно-транспортного оборудования. Ведь известно, что уровень механизации с использованием подъёмно-транспортных механизмов во многом определяет культуру производства и себестоимость продукции.

Выход видится в применении козлового крана, который передвигается по наземному рельсовому пути, проложенному вдоль стен строения.

Эти краны не требуют сооружения специальных дорогостоящих эстакад. Применение их наиболее рационально в производственных зданиях (складах) простого очертания (прямоугольных в плане и большой протяженности). Использование кранов такого типа в закрытых помещениях требует проектирования их для каждого конкретного случая, так как конструктивная схема и параметры во многом определяются размерами и формой здания. Конструкция не должна быть сложной, что упрощает расчёт основных элементов крана, которые изготавливаются из стандартного проката. Основные механизмы (подъёма груза, передвижения крана) принимаются стандартными. Можно применять механизмы ранее использо-

Нами предлагается схема конструкции напольного козлового крана (рис.1), обоснование основных его параметров и методика расчета основных элементов оснастки.



1 – электроталь; 2 – ригель; 3 – балка поперечная; 4 – стойка опоры; 5 – балка опоры;
6 – раскосы; 7 – упоры; 8 – тележка

46

конструкцией, имеются поперечные балки 3, раскосы 6 и упоры 7. База тележки L_6 и конструкция опор позволяют максимально использовать площадь цеха.

В зависимости от требуемой грузоподъемности Q напольный козловой кран оборудуется стандартной электроталью с требуемой высотой подъема груза H_u скоростью подъема груза. Пролет крана L принимается в соответствии с размерами помещения. Ходовые тележки следует использовать от мостовых кранов. Две ходовые тележки (по одной с каждой стороны крана) – приводные для передвижения крана вдоль рельсового пути. Скорости передвижения тали и крана следует принимать по возможности минимальными с целью уменьшения динамических нагрузок на конструкцию крана. С учетом массы груза и времени использования механизмов при расчетах режим работы следует принимать легким (М5). Масса используемых элементов крана (электротельфера, тележки) принимаются из справочных данных, массы конструкций – расчетным путем.

Расчет пролетной балки

а). Расчет пролетной балки в вертикальной плоскости.

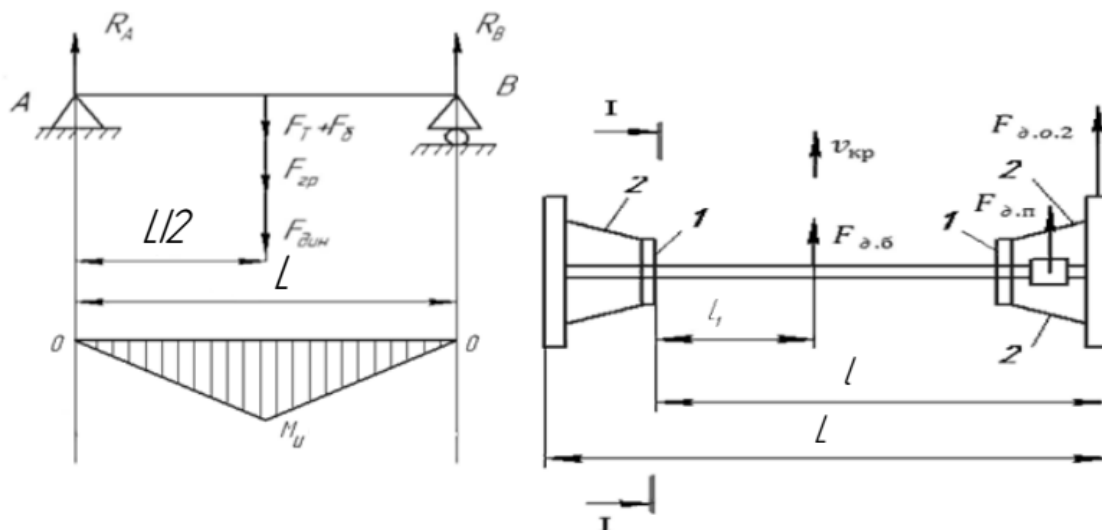


Рис. 2. Схема к расчёту пролетной балки

а) в вертикальной плоскости; б) в горизонтальной плоскости

1 – поперечина балки; 2 – раскос

На балку действуют статические силы от веса балки, тельфера, груза и динамическая сила от груза. Максимальный изгибающий момент будет действовать когда груз расположен по середине пролетной балки. Расчет проведем без учета действия раскосов балки.

$$\sigma_{uz} = \frac{M_{uz}}{W_{uz}} = \frac{0,25L_6 (F_T + F_\delta + F_{zp} + F_{дин})}{W_{uz}}, \text{ МПа}$$

где: $F_{\text{дин}} = K_{\text{дин}} \cdot F_{\text{гр}}$, Н; $F_{\text{гр}} = 1,25Q$ – расчетная нагрузка от действия груза; $F_{\text{б}}$ – вес балки; $F_{\text{гр}}$ – вес груза; $K_{\text{дин}}$ – динамический коэффициент; $W_{\text{из}}$ – момент сопротивления изгибу сечения.

б). Расчет пролетной балки в горизонтальной плоскости.

При горизонтальном движении крана возникает динамические горизонтальные нагрузки.

При пуске и торможении механизма передвижения крана на элементы несущей конструкции крана действуют динамические горизонтальные нагрузки

$$F_{\text{г.б}} = 0,15G_{\text{г}} \cdot a,$$

где a – расчетное пусковое ускорение (замедление); $G_{\text{г}}$ – вес элемента конструкции.

Динамическая нагрузка от массы груза, подвешенного на канате:

$$F_{\text{д.п}} = 0,10 \cdot G_{\text{гр}} \cdot a$$

По нормам Госпромнадзора при числе приводных колес, равном половине общего числа ходовых колес, и при $\varphi_{\text{сц}} = 0,12$ максимально допускаемый тормозной путь равен: $S_{\text{т}} = \frac{v_{\text{кр}}^2}{L_{\text{т}}}$, м

Тогда время торможения составит: $t_{\text{т}} = \frac{S_{\text{т}}}{v_{\text{кр}}}$, с

Максимальное замедление: $a = \frac{v_{\text{кр}}}{t_{\text{т}}}$, м/с²

По правилам Госпромнадзора максимально допустимое замедление $[a] \leq 1$ м/с².

Тогда максимальные динамические нагрузки:

$$F_{\text{д.п}} = 0,15 \cdot G_{\text{т}} \cdot a; F_{\text{д.гр}} = 0,1 \cdot G_{\text{гр}} \cdot a; F_{\text{д.б}} = 0,15 \cdot G_{\text{б}} \cdot a, \text{ Н}$$

В опасном сечении балки (сечение I-I) в горизонтальной плоскости могут возникнуть напряжения:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M_{\text{из}}}{W_{\text{из}}} = \frac{(F_{\text{д.он}} + F_{\text{д.н}} + F_{\text{д.зп}})l + F_{\text{д.б}}l_1}{W_{\text{из}}}, \text{ МПа}.$$

Суммарные напряжения изгиба:

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{\text{из}} + \sigma_{\text{изг}} < [\sigma]_{\text{из}}, \text{ МПа},$$

Расчет поперечной балки

Балка испытывает напряжения изгиба в двух плоскостях и напряжения сжатия (растяжения) в горизонтальной плоскости:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W_{\text{изг}}} = \frac{F_{\text{х}} \cdot l_{\text{б}}/2}{W_{\text{изг}}}, \text{ МПа}; \quad \sigma_{\text{из}} = \frac{M_{\text{из}}}{W_{\text{из}}} = \frac{F_{\text{з1}} \cdot l_{\text{б}}/2}{W_{\text{из}}}, \text{ МПа};$$

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{y1}}{A}, \text{ МПа};$$

где: A – площадь сечения трубы балки, мм^2 ; W_{uy} и W_{uz} – момент сопротивления сечения квадратной трубы в плоскостях горизонтальной и вертикальной.

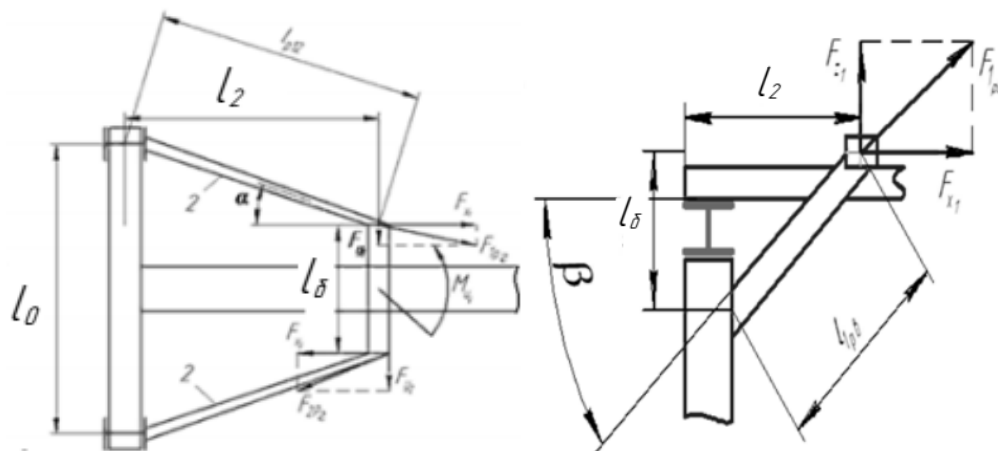


Рис. 3. Схема к расчету поперечной балки
а) в горизонтальной плоскости; б) в вертикальной плоскости
1 – балка поперечная; 2 – раскос

Расчет раскосов 2 (рисунок 3).

Напряжение сжатия в поперечном сечении раскоса:

$$\sigma_{сж} = \frac{F_p}{A}, \text{ МПа} < [\sigma_{сж}],$$

где: A – площадь поперечного сечения раскоса, мм^2 .

Определим критическую силу сжатия используя формулу Эйлера:

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 E I_{\min}}{(\mu l_p)^2} > F_p, \text{ кН},$$

где: $E=2 \cdot 10^5$ МПа – модуль упругости (модуль Юнга); $I_{\min}$ – минимальный момент инерции сечения; $\mu=0,7$ – коэффициент приведения длины, зависящий от способа нагружения и закрепления концов стержня.

Расчёт балки опоры:

На балку опоры в вертикальной плоскости по центру действуют статические силы от половины массы балки ($0,5F_0$), от массы тельфера (F_T), веса груза ($F_{гр}$) а также динамической сила груза ($F_{дин}$). Значения этих сил нам известно.

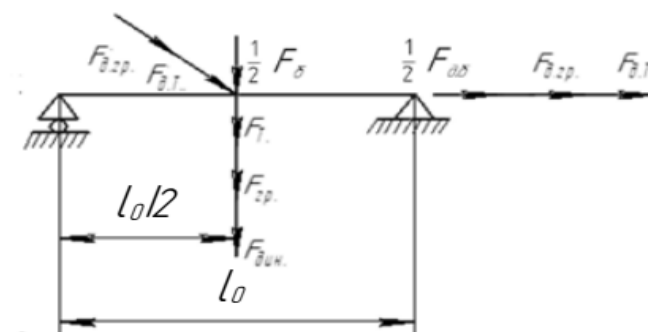


Рис. 4. Расчетная схема балки опоры

Расчет балки опоры проводим по аналогии расчета пролетной балки.
Расчёт стойки опоры.

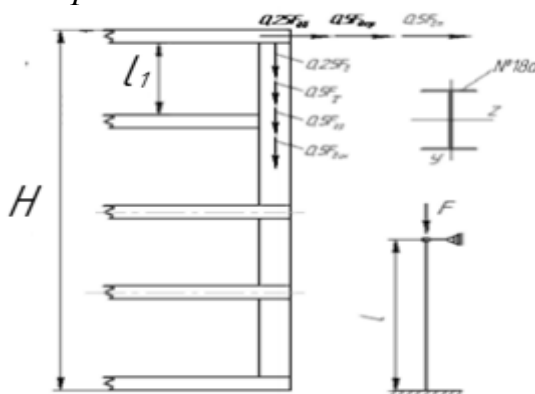


Рис. 5. Расчетная схема стойки опоры

По аналогии расчета раскосов прочность стоек опор ведем определяя критическую силу сжатия:

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l_1)^2} > F_{сж}, кН.$$

Список литературы

1. Абрамович, И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий : Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре – М.: Машиностроение, 1989. – 360 с.
2. Подскребко, М.Д. Сопротивление материалов : учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 797 с.

УДК 631.17

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Каратаев Георгий Сергеевич, студент-бакалавр
 ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, Россия*

Аннотация: рассмотрены особенности различных технологий возделывания картофеля в Московской области, их преимущества и недостатки для внедрения в производство с учетом почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: картофель, технологии возделывания, сорта, урожайность

Московская область является крупнейшим среди регионов производителем картофеля, так как необходимо обеспечить продукцией около 18 миллионов человек - жителей Московской области и Москвы. Производством картофеля в Подмоскovie занимаются сельскохозяйственные организации, фермеры и индивидуальные предприниматели, а также население области в личных хозяйствах. 25 специализированных картофелеводческих сельскохозяйственных организаций поставляют около половины картофеля, производимого в регионе (данные Росстата за 2015 год).

Наиболее распространенная почва в Московской области – дерново-подзолистая, годовое количество осадков составляет 540 мм, которые в течение года распределяются благоприятно для развития растений. В отдельные годы имеются значительные отклонения от средних данных (270 – 738). Сумма средних температур за вегетационный период с мая по сентябрь достигает 1800 – 2000°С. Данные условия соответствуют температурным требованиям картофеля.

В списке внесенных в Государственный реестр сортов в Российской Федерации имеется более 200 наименований, из них 70 % занимают сорта российской селекции. Однако хозяйствами широко используется около 30 сортов. Из них первое место занимает сорт Невский, на который приходится более 40 % площадей. Из зарубежных сортов самое большое распространение имеют Романа (Агрико) и Розара (Солана).

Картофель - культура интенсивного возделывания. Поэтому все применяемые технологии - интенсивные. Для получения высоких урожаев необходимо: использование высокопродуктивных сортов, внесение повышенных доз органических и минеральных удобрений, применение средств защиты растений, наличие комплекса современных сельскохозяйственных машин [4]. Главная цель технологии - получение высокой урожайности с наименьшей себестоимостью клубней высокого товарного или семенного качества.

Широкое распространение получила разработанная во Всероссийском НИИКХ (ВНИИКХ) заворовская гребневая технология возделывания картофеля с междурядьями 70 см с использованием пассивных рабочих органов серийных сельскохозяйственных машин. Достоинство данной базовой технологии – хорошая техническая оснащенность, комплексное решение, в рамках существующего шлейфа машин, вопросов локального внесения удобрений, обработки почвы, применения специализированных сево-

оборотов. Для более эффективного ухода разработаны специальные рабочие органы, что позволяет бороться с сорняками без применения гербицидов. Данная технология при соблюдении агротребований к ее проведению обеспечивает в наших условиях высокую стабильную урожайность картофеля 25...30 т/га. По данным кафедры растениеводства ИжГСХА заворовская технология по сравнению с обычной традиционной обеспечила прибавку урожайности картофеля 3,4...4,3 т/га [3].

Вместе с тем заворовская технология возделывания картофеля имеет ряд недостатков: широкие колеса тракторов МТЗ-80/82 уплотняют стенки гребней; при уходе повреждаются растения и смещаются гнезда клубней; в результате недостаточного окучивания происходит позеленение части клубней; высокая энергоемкость технологии.

В странах Центральной Европы стандартная ширина междурядий при возделывании картофеля составляет 75 см. Вспашка и рыхление проезжей колеи позволяет полностью восстановить плодородие почвы для последующего возделывания других культур. Площадь, отведенную для прохода машин и уплотнение на боковых сторонах гребней можно значительно уменьшить. Это достигается увеличением рабочей колеи и регулярным использованием единой колеи для всех сельскохозяйственных машин (малое сопротивление их проезду за счет многократного прохода). В результате объем примесей комков почвы в ходе уборки картофеля уменьшается на 30...40 %, а экономия дизельного топлива составляет 5...6 %. Кроме того, обеспечиваются высокая устойчивая урожайность (34,4 т/га), а также высокое качество клубней благодаря более совершенному использованию оборудования для защиты растений.

Для оценки эффективности распространяемых зарубежных технологий производства картофеля в России в большинстве случаев проводилось сравнение их с традиционной и лучшей из отечественных, так называемой «заворовской». Эта технология впервые была внедрена в ОПХ «Заворово» НИИ картофельного хозяйства (140080, Московская обл., Люберецкий р-н, п/о Красково, пос. Коренево). В настоящее время освоена во многих хозяйствах России. С гектара собирают на 50...80 ц картофеля больше, чем в среднем по области. Технология предусматривает комплекс агротехнических, семеноводческих, организационных мероприятий, включая качественное их выполнение в оптимальные сроки.

Технология прошла производственную проверку в хозяйствах Московской, Ленинградской, Омской, Кемеровской и других областях, краев и республик, входящих в состав Российской Федерации, в различных почвенно-климатических условиях. Результаты показали, что она обеспечивает урожайность семенного картофеля до 250 ц/га, а продовольственного – свыше 300 ц/га, а также комбайновую уборку его на всей площади посадок. Голландская фирма «Agrico» предлагает комплекс соответствующих

машин. С учетом трудностей их приобретения организован выпуск аналогичных отечественных машин [5].

Совершенно других условий требуют грядовые системы, которые на протяжении длительного времени применяются в Канаде, США и Великобритании и в настоящее время вновь привлекают внимание в связи с поисками новых систем выращивания картофеля. В отличие от гребневой системы с расстоянием между гребнями 90 см ширина гряд составляет 120 см, при этом образуется достаточно большое междурядье для прохода колес более крупных тракторов с колеей 180 см. Посадка ведется обычно четырехрядными лентами по схеме $25 + 25 + 25 + 75$ или трехрядными по схеме $45 + 45 + 90$ см с помощью сажалок с двухложечными высаживающими аппаратами или других сельскохозяйственных машин, оснащенных аналогичным образом [1].

Преимуществами грядковых систем по данным ряда авторов, являются более высокая степень влагозадержания при сухой погоде, меньшая опасность дождевого смыва (или эрозии) и уменьшение степени позеленения клубней картофеля, больший объем почвы, приходящийся на одно растение, что улучшает структуру распределения клубней и создает одинаковые условия для их формирования [1,3].

Недостатки такой технологии: высыхание и нагревание гряд затруднено, что может отодвинуть уборку картофеля на поздние сроки: картофелеуборочным комбайнам приходится перерабатывать больший объем почвы, что связано с повреждением клубней, увеличением затрат ручного труда и снижением эффективности уборки на тяжелых почвах с камнями и почвенными комками; исключается уборка картофеля с гряд однорядными сельскохозяйственными машинами [1,3].

Гребневая технология с междурядьями 90 см наиболее эффективна для суглинистых почв, базируется на новом комплексе машин. Она предусматривает весеннюю обработку зяби в два приема: 1 – сплошное фрезерование на глубину 14...16 см, 2 – маркировка поля рыхление на глубину 25...27 см на месте гребня. Для выполнения всех технологических операций сельскохозяйственные машины и комбайны агрегатируются с тракторами тягового класса 2.

Гребневая (западноевропейская) технология с междурядьями 75 см базируется на комплексе машин, выпускаемыми зарубежными фирмами Grimme, Lemken, а также совместными российско-германскими предприятиями «Евротехника», «Колнаг» [3].

В Московской и ряде других областей накоплен опыт выращивания товарного картофеля по грядово-ленточной технологии со схемой посадки $110 + 30$ см. Лучшие предшественники картофеля – озимые, зернобобовые культуры, многолетние травы, лен, корнеплоды. Размещают посадки на легких по механическому составу, хорошо дренированных и окультурен-

ных почвах. Урожайность картофеля при данной технологии возделывания возрастает на 10...25 % по сравнению с гребневой посадкой.

По данным З.И.Усановой, А.А.Головенко (1999, 2000) при возделывании на грядах по схеме 140 x 30 см урожайность картофеля за вычетом семян на посадку составила 22,28 т/га, а по заворовской технологии со схемой 70 x 30 см – 17,52 т/га. Прибавка урожая 4,76 т/га (27,2 %) обусловлена улучшением воздушного и пищевого режимов почвы, что способствовало повышению чистой продуктивности фотосинтеза [6].

В условиях р. Марий Эл проводилось изучение эффективности заворовской (с междурядьями 70 см), западноевропейской (с междурядьями 75 см) и с добавлением приема декапитации технологий возделывания. Изучали реакции отечественных сортов - Удача, Невский, Луговской, Никулинский, Удача [2].

Выявлено, что возделывание по западноевропейской технологии повысило урожайность в среднем на 1,8 т/га, при добавлении приема декапитации на 2,7 т/га по сравнению с отечественной технологией. Это связано с созданием оптимальных условий в агроценозе для фотосинтетической деятельности растений. Наибольшее увеличение урожайности произошло у сорта Удача: при возделывании по западноевропейской технологии по сравнению с отечественной разница составила 3,1 т/га и при добавлении декапитации 4,3 т/га. При возделывании по западноевропейской технологии минимальное увеличение наблюдалось у сорта Невский (+1,1 т/га). Добавление приема декапитации в период ухода увеличивает урожайность всех сортов, максимальное увеличение произошло у сорта Удача (4,3 т/га), минимальное у сорта Никулинский (+2,7 т/га) [2].

Повышение урожайности сортов при выращивании по западноевропейской технологии было обеспечено созданием более оптимальных условий для фотосинтетической деятельности растений (влагообеспеченности, плотности почвы, минерального питания) и созданием большей площади листьев и листового фотосинтетического потенциала.

Таким образом, в настоящее время сельскохозяйственной наукой и практикой разработаны разные технологии и технологические приёмы возделывания картофеля. Обзор литературы свидетельствует о возможности выращивания картофеля по разным технологиям, в том числе с междурядьями 90 см.

Список литературы

1. Гаспарян, И.Н. Картофель: технологии возделывания и хранения: Учебное пособие / И.Н. Гаспарян, Ш.В. Гаспарян. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 256 с.
2. Гаспарян, И.Н. Теоретические и практические основы повышения продуктивности посадок картофеля с использованием декапитации в Нечерно-

- земной зоне Российской Федерации: автореф. дисс...докт. с.-х. н. 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства / И.Н. Гаспарян. – М.: МСХА. – 2016. – 35 с.
3. Колчина, Л.М. Технологии и оборудование для производства картофеля: справочник / Л.М. Колчина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 164 с.
4. Соловьев, А.М. Биоклиматический потенциал в его регулирование при возделывании сельскохозяйственных культур по высокой технологии / А.М. Соловьев, И.П. Фирсов, И.Н. Гаспарян. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 138 с.
5. Старовойтов, В.И. Современные технологии возделывания картофеля: состояние, перспективы развития / В.И. Старовойтов // Картофелеводство в регионах России. Актуальные проблемы науки и практики. – М.: ВНИИКС РЦСК, 2006. – с. 48-58.
6. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / Под общей ред. З.И.Усановой. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2013. – 528 с.

УДК 631.151

ПОТЕРИ УРОЖАЯ ПРИ УБОРКЕ ЯЧМЕНЯ

*Прискоков Дмитрий Владимирович, магистрант
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

Аннотация: одним из резервов увеличения урожайности ячменя является управление качеством выполнения уборочных работ. Знания потерь на разных уровнях уборки позволяет снизить потери и существенно их уменьшить при правильной регулировке.

Ключевые слова: урожай, комбайн, потери, молотильно-сепарирующее устройство

Повышение производства зерна одна из важнейших задач современности. Одним из резервов увеличения урожайности является управление качеством выполнения уборочных работ. Качество работы уборочной техники зависит от технологических и физико-механических свойств хлебной массы. Технологическими свойствами хлебной массы являются: урожай зерна и соломы, их соотношение по массе, влажность и спелость зерна и другие, с которыми неразрывно связаны и физико-механические свойства, такие, как стойкость зерна к механическим нагрузкам и другие. Изменение физико-механических свойств растений под влиянием почвенных, погодных, агротехнических причин приводит к существенным потерям и механическим повреждениям зерна. Потери зерна сказываются на величине

урожая, а механические повреждения на качественных показателях урожая. Полностью избежать потерь невозможно, но знание источников потерь и правильная регулировка позволит существенно уменьшить потери урожая.

Особенностью всех показателей состояния стеблестоя является изменение их по отдельным полям и по годам, и срокам уборки. Ряд ученых считает, что в наибольшей степени варьируют урожай соломы (коэффициент вариации – 30,0 %), затем урожай зерна (28,1 %) и густота стеблестоя (19,2 %). В наименьшей степени варьируют длина растений (8,3 %) и масса 1000 зерен (5,2 %) [2]. Неравномерность стеблестоя отражается на качестве формирования валка и на неравномерности подачи хлебной массы в молотильно-сепарирующее устройство комбайнов.

Многие ученые в этой области считают, что на качество работы зерноуборочных комбайнов и технологию послеуборочной обработки большое влияние оказывает влажность зерна. Влажность зерна на корню в течение суток подчинена некоторой закономерности: утром и вечером она выше, чем днем, так как колебание влажности зерна связано с изменением относительной влажности воздуха. Во время дождя, росы и высокой относительной влажности воздуха зерно быстро вбирает влагу, но при повышении температуры воздуха, наличии ветра, снижении относительной влажности воздуха также быстро просыхает. Неравномерность влажности зерна отмечена также в колосе (метелке): в нижней части колосьев зерно, как правило, влажнее, чем в верхней. При этом отмечена большая широта этих различий – от 10 до 44 % (при средней влажности 15,5%); к середине дня эта разность резко сокращается, поэтому зерно, обмолоченное комбайном в утренние часы, не является столь однородным по влажности отдельных зерен, как зерно, убранное днем [1,4].

На изменение технологических свойств зерновых культур, также будет влиять и способ уборки – прямое или раздельное комбайнирование, так как различна влажность зерна. Так прямое комбайнирование рекомендуют начинать при влажности зерна 20 % и менее, а раздельное – при влажности зерна 25...35 % [1, 3].

Потери зерна условно делят на биологические, или естественные, и механические. Как биологические, так и механические потери могут носить прямой и косвенный характер. К прямым потерям относят количественные потери урожая, к косвенным – качественные.

Биологические прямые потери включают осыпание зерна из колосьев или даже обламывание целых колосьев, прорастание зерна на корню или в валках и, наконец, уменьшение урожая от различных вредителей, грызунов и птиц в скоротечный период уборки.

Биологические косвенные потери – это снижение качества зерна за счет ухудшения физико-механических и биологических свойств, которые включают обширный круг показателей – товарных, технологических, по-

севных мукомольных и других. Источником биологических потерь зерна является срок уборки урожая, который включает начало и продолжительность уборки. Раннее начало, так же как и затягивание уборки, приводит к значительному недобору урожая и резкому снижению качества зерна не только за счет биологических потерь, но и возрастания механических потерь.

Механические прямые потери – это, во-первых, потери валковыми жатками и подборщиками при раздельной уборки хлебов и жатками комбайнов – при прямом комбайнировании; во-вторых, потери за молотилкой комбайна при обмолоте хлебной массы. К косвенным механическим потерям относят повреждение зерна рабочими органами машин, что отрицательно влияет на стойкость зерна к хранению, на товарные, хлебопекарные, посевные и другие показатели.

Биологические и механические прямые потери могут быть равными или превышать друг друга. При этом нужно иметь в виду, что растягивание сроков уборки зерновых приводит к более резкому увеличению прямых механических потерь по сравнению с биологическими. Потери зерна в поле, как правило, невозвратимые при уборке.

Анализ причин потерь и механических повреждений зерна при комбайновой уборке свидетельствует о том, что все факторы взаимосвязаны друг с другом.

Первая группа – природно-климатические условия уборки. Отражает зональные особенности условий уборки (рельеф полей, состояние погоды и другие), что предопределяет все факторы остальных семи причинных групп. Факторы данной группы, только через определенные промежутки времени (годы) могут быть улучшены и приведены в соответствие с требованиями оптимальных условий уборки (увеличен размер полей и т.д.).

Вторая группа – агротехническое состояние стеблестоя, биологические особенности зерна, физико-механические свойства компонентов, обмолачиваемого вороха.

Определяет получение такого агробиологического состояния и физико-механических свойств хлебной массы, которые будут удовлетворять требованиям механизированной уборки, т.е. способствовать устранению потерь и механических повреждений зерна.

Третья группа – технологические и технические регулировки молотильного устройства и других рабочих органов. Учитывая конструктивные особенности и техническое состояние молотилки, комбайнер, исходя из опыта и квалификации, выбирает технологические регулировки, которые обеспечивают при обмолоте минимальные механические повреждения и потери зерна. Факторы этой группы изменяются очень динамично.

Четвертая группа – режим работы молотильного устройства и других рабочих органов молотилки. Включает факторы, обуславливающие режим работы комбайна в зависимости от состояния обмолачиваемой массы и

конструктивных особенностей отдельных рабочих органов молотилки, а также от мастерства комбайнера, которое во многом предопределяет оптимальный режим работы молотилки и комбайна в целом.

Пятая группа – конструктивные особенности молотильного устройства и других рабочих органов молотилки. Это новые технологические схемы зерноуборочных комбайнов, использование прогрессивных рабочих органов в машинах. Факторы этой группы связаны с причинами первой и второй групп и реализуются через факторы третьей и четвертой групп.

Шестая группа – техническое состояние молотильного устройства и других рабочих органов молотилки.

Хорошее техническое состояние всех рабочих органов комбайна – залог снижения потерь и механических повреждений зерна при обмолоте.

Седьмая группа – мастерство комбайнера. Характеризует индивидуальные качества комбайнера, его профессиональные навыки, т.е. образует рабочую систему: «природные условия - хлебная масса-машина-человек».

Восьмая группа – организационно-хозяйственные условия. Факторы этой группы представляют собой как бы фундамент, на котором обоснованы все факторы других семи групп.

Наибольшее влияние на качество уборки оказывают факторы второй группы – агротехническое состояние стеблестоя, биологические особенности зерновой массы и физико-механические свойства компонентов обмолачиваемого вороха.

По данным А.П. Ловчикова, С.М. Коновалова, М.М. Константинова, Л.Э. Клаузера, Н.С. Питина, современные отечественные, да и импортные комбайны при скорости движения 6 км/ч допускают потери зерна, с которыми можно смириться, т. е. 50...80 кг/га, при увеличении скорости на полкилометра, потери возрастают в несколько раз и достигают до 360...400 кг с гектара. На разных комбайнах они разные, но в среднем составляют не менее 300 кг/га [4]. Поэтому снижение потерь при уборке и соблюдение требований к качеству уборки является важным элементом производства зерна.

Список литературы

1. Гаспарян, И.Н. Возделывание полевых культур по высоким технологиям: учебно-методическое пособие / И.Н. Гаспарян, А.М. Соловьев, И.П. Фирсов. – М.: Издательство РГАУ-МСХА, 2015. – 62 с.
2. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
3. Практикум по технологии производства продукции растениеводства: учебник / Под ред. И.П. Фирсова. – СПб.: Лань, 2014. – 400 с.
4. Рекомендации по снижению потерь и механических повреждений при уборке урожая. – Челябинск, 2012. – 40 с.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД

*Абрамов Алексей Сергеевич, магистрант
Мезенева Елена Анатольевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье поднимается важный вопрос о загрязнении природных вод и влияния сельскохозяйственной отрасли на этот процесс, перечислены основные источники загрязнений от животноводческих ферм и полевых культур, выполнены рекомендации по данному вопросу.

Ключевые слова: сельскохозяйственная отрасль; животноводческие фермы; водные ресурсы; загрязнения; сточные воды; удобрения

В настоящее время проблемы по загрязнению природных вод носят масштабный характер. Большое количество водных ресурсов находится под загрязнениями тех или иных веществ. С развитием промышленности, прямо пропорционально увеличивается количество отходов и сточных вод, которые попадают в поверхностные или подземные воды, недостаточно очищенными. В последние годы большой вклад по загрязнениям стала вносить отрасль сельского хозяйства.

Цель работы выполнить обзор по влиянию сельскохозяйственной отрасли на загрязнения природных вод.

Все сельскохозяйственные загрязнения можно условно разделить на стоки животноводческих ферм и поверхностные с полей. Животноводческие отходы являются потенциально опасными для водных ресурсов, ниже в таблице 1, представлены значения фекалий и мочи в животноводстве за 1 год.

Таблица 1 – Значения фекалий и мочи в животноводстве за 1 год

Тип животных	Количество, штук	Отходы, тонны	Отходов на одно животное, тонн
Крупный рогатый скот (молочные и мясные породы)	1000	9760	9,76
Свиньи	1000	1510	1,51
Индейки, куры	1000	40	0,04

Воды от данных предприятий содержат органические загрязнения до 10 мг/дм^3 , азотные соединения до 3 г/дм^3 , а также соединения фосфора до $2,5 \text{ г/дм}^3$. Что превышает бытовые сточные воды в 6 – 8 раз. Как правило, стоки от животных представляют смесь сжиженного навоза, удаленного путем гидравлического смыва [3,6]. Также отмечает присутствие, большого количества, патогенных микроорганизмов, что требует системы обезза-

раживания при очистке данных вод. Для этой цели стоит пользоваться методом электрофлотации [1,7]. Электрофлотатор работает самостоятельно, но также используется, как звено промежуточное в сочетании с другим оборудованием. Ниже на рисунке 1 изображена схема установки для очистки.

Методика работы основана на электрохимических процессах выделения электролитических газов, таких как водород и кислород. В процессе электролиза и эффекта флотации происходит всплывание различных загрязнений на поверхность. Стоки поступают по трубам (2) в нижнюю часть камеры флокуляции (1), далее происходит переливание через перегородку (8) в камеру флотации (12), при помощи отверстия в нижней части сточные воды проходят в сборник очищенной воды (11), который обеспечивает контроль уровня в установке. Когда происходит наполнение аппарата, включается источник питания и вследствие этого проходит электрический ток на электроды (13). В процессе электролиза на электродах появляются газовые пузырьки, которые при подъеме на поверхность взаимодействуют с дисперсными частицами загрязнений и образуются компоненты «частица-пузырек газа». Так как плотность данных компонентов меньше воды, они поднимаются на поверхность, образуя пенный слой. Вода, которая прошла очистку, транспортируется через патрубки (10) из установки. Пеносборное устройство обеспечивает периодическое сбор и транспортировку слоя пены в камеру (5), которая располагается в начале установки. Дальнейшее удаление происходит за счет патрубка (4).

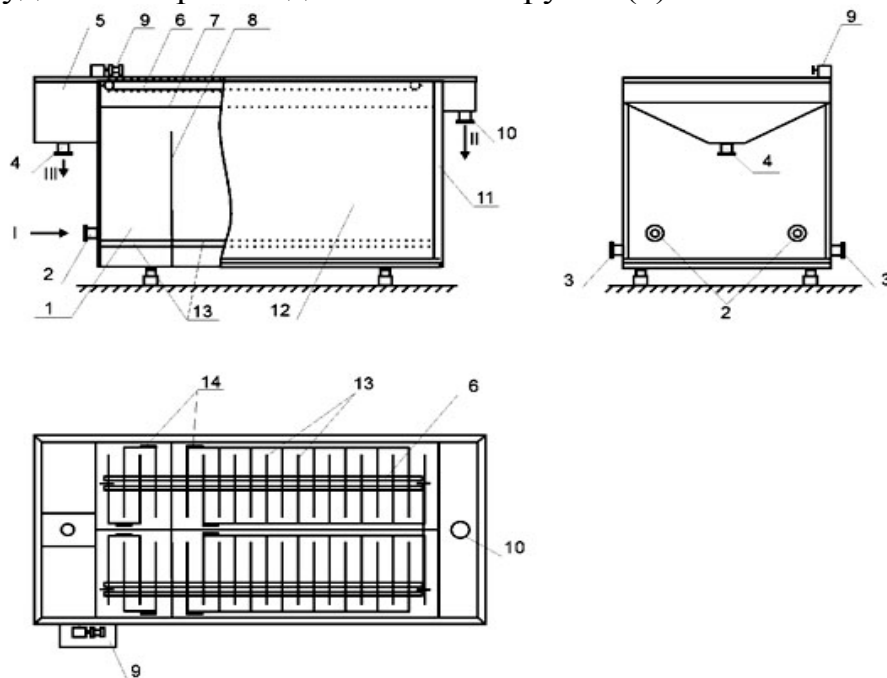


Рис. 1. Схема установки для очистки: 1 - Камера флокуляции, 2 - трубы подачи сточной воды, 3 - трубы дренажа, 4 - патрубок для отвода шлама, 5 - камера для сбора шлама, 6 - пеносборное устройство, 7 - уровень воды в аппарате, 8 - перегородки, 9 - электродвигатель, 10 - труба для отвода очищенной воды, 11 - гидрозатвор, 12 - камера флотации, 13 - электродные блоки, 14 - токоподводы

Использование большого количества удобрений, дает возможность увеличить урожай в разы, чем выращивание при естественном плодородии. Поля с помощью искусственного питания стали превращать в цеха, а сами насаждения в средства, перерабатывающие удобрения в питательные продукты жизнедеятельности человека. Все это происходит за счет применения в огромном количестве, минеральных и химических средств ускоренного роста растений. Все эти вещества попадают в почву, а затем с атмосферными осадками или весенними паводками попадают в реки и озера, либо проникают в почву, а затем в грунтовые воды и распространяются на десятки километров.

К этому загрязнению следует прибавить большое количество ядохимикатов, применяющих для защиты растений от вредителей. Сильные токсические свойства этих веществ воздействуют на окружающую среду и почву. Примером может служить препарат с сильной химической стойкостью дихлордифенилтрихлорэтан носящий аббревиатуру «ДДТ» [2,5]. С атмосферными дождями данный яд проникал в водные объекты, а так как он малорастворимый в воде, то вполне может вызвать токсичное отравление у людей, животных, рыб [4].

Пестициды в борьбе с вредителями, занимают отдельное внимание. В них содержится большое количество калия, азота, фосфора. При попадании в водные объекты часто вызывают бурное размножение водорослей и бактерий, при окислении отмерших остатков которых истощаются запасы кислорода, содержащиеся в воде. После чего в разложении начинают участвовать анаэробные бактерии, которые не испытывают потребности в кислороде. При всем этом начинает выделяться сероводород, с которым водоем с низкой способностью к восстановлению кислорода и медленным водным обменом преобразуется в сточную канаву.

Выводом данной работы могут служить рекомендации, при выполнении которых, риск загрязнений водных ресурсов будет сведен к минимуму:

- воды от животноводческих ферм следует подвергать тщательной очистке, проводя комплекс мероприятий по созданию индивидуальных очистных сооружений для каждой фермы;
- использовать определенное количество удобрений и по возможности исключать химические добавки для ускоренного роста растений, потому как они также оказывают негативное влияние не только на водные объекты, но и на человека, через продукты питания;
- исключение сильно действующих и химически стойких ядохимикатов, для обработки растений от вредителей;
- а также сведение к минимуму использование пестицидов в сельскохозяйственной отрасли.

Только при выполнении вышеперечисленных рекомендаций, будут снижаться действующие, и исключаться в дальнейшем возможные загряз-

нения поверхностных и подземных водных ресурсах от сельскохозяйственной отрасли.

Список литературы

1. Адельшин, А.Б. Расчет сооружений для очистки производственных сточных вод. Ч. 1. Механическая и химическая очистка производственных стоков: учеб. пособ. / А.Б. Адельшин, А.В. Бусарев, А.С. Селюгин, Н.С. Урмитова, Н.А. Муратова. – Казань: КГАСУ, 2010. – 67 с.
2. Алёхин, В.Т. Биопрепарат Альбит: результаты и особенности применения. / В.Т. Алёхин, А.К. Злотников // Земледелие. – 2006. – № 3. – С. 38-40.
3. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. издание / Ю.В. Воронов. – М.: АСВ, 2009. – 760 с.
4. Гришечкина, Л.Д. Бактериальные препараты в борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур / Л.Д. Гришечкина, В.И. Долженко. и др. // Современные средства, методы и технологии защиты растений: Материалы международной научно-практической конференции. – Сибирский НИИ земледелия и химизации с.-х.. – Новосибирск, 2008. – С. 48-52.
5. Еремина, О.Ю. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран / О.Ю. Еремина, Ю.В. Лопатина // Агрохимия. – 2005. – №6. – С.87-93.
6. Ребезов, М.Б. Экология и питание. Проблемы и пути решения / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, Г.К. Альхамова, А.А. Лукин, М.Ф. Хайруллин // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8-2. – С. 393-396.
7. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: Учебник для ВУЗов / Ю.А. Харитонов. – М.: Высш.шк., 2001. – 559 с.

УДК 631.3

ВЛИЯНИЕ ОЗОНА НА СОХРАННОСТЬ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Мелькумова Татьяна Владимировна, аспирант
Терентьев Вячеслав Викторович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

Аннотация: в статье представлены исследования эффективности применения модификаторов для повышения устойчивости резинотехнических изделий к воздействию озона, содержащегося в воздухе, при хранении техники на открытых площадках в межсезонный период. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости разработки новых защитных составов, исключаящих разрушение резинотехнических изделий при длительном хранении.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника; хранение; озон; резинотехнические изделия

В агропромышленном комплексе существенное число машин и агрегатов, эксплуатируемых в растениеводстве, продолжают находиться на хранении или используются в довольно сжатые сроки [1].

Повышение срока эксплуатации сельскохозяйственной техники на современном этапе развития АПК является актуальной проблемой, решение которой позволит повысить эффективность производства продукции [2,3].

Вопросам повышения сохранности машин при хранении посвящены работы: С.Н. Бoryчева [4], М.Б. Латышенка [5], Н.М. Морозовой [6], Т.А. Непарко [7,8], В.В. Терентьева [9,10], А.В. Шемякина [11-13] и других авторов.

В процессе длительного хранения на открытых площадках под действием световой радиации и озона воздуха, происходит старение резины, значительно изменяются ее физико-механические свойства [14].

Важным фактором старения резинотехнических изделий является действие кислорода и озона, находящихся в воздухе. Озон вызывает разрывы двойных связей цепных молекул полимера, находящихся в напряженном состоянии, что приводит к образованию и развитию глубоких трещин на резине, испытывающей даже небольшие деформации растяжения [15].

Действие кислорода и озона в значительной степени ускоряется солнечными излучениями и некоторыми химическими соединениями, особенно солями меди и марганца. В резинотехнических изделиях разрушительные изменения также могут быть вызваны длительным тепловым воздействием, диффузией неагрессивных веществ в полимерный материал.

При химическом воздействии происходит изменение химического состава или строения полимерного материала. В результате взаимодействия развиваются реакции окисления, структурирования и деструкции.

Скорость, направление, глубина перечисленных превращений в значительной степени определяются скоростью и амплитудой колебаний температуры и продолжительностью воздействия.

В Рязанском ГАТУ были проведены исследования влияния озона на разрушение резинотехнических изделий. Озонное старение проводилось в озонной камере OMS-1 последовательно в три этапа соответственно при растяжении образцов на 20, 30, 50%, продолжительность каждого этапа эксперимента – 6 часов.

Было исследовано также влияние модификации резиновых смесей на устойчивость к озонному старению. Образцы для испытаний на озонное старение изготавливались в виде лопаток по ГОСТ 270 (таблица 1).

Таблица 1 – Испытываемые образцы резины на озоностойкость

Шифр	Марка резины	Модификатор, введенный в резину	Фторирование поверхности образцов
1	НО-68-1Б-1 (БНКС-18А)	без модификатора	-
2			фторированные
3		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	-
4			фторированные
5		модификатор «Фторпарафины»	-
6			фторированные
7	26-82-4 (СКЭПТ-50)	без модификатора	-
8			фторированные
9		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	-
10			фторированные
11	ИР-5-1 (СКЭПТ-50)	без модификатора	-
12			фторированные
13		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	-
14			фторированные
15		модификатор «Фторпарафины»	-
16			фторированные

После каждого этапа испытаний осуществлялся визуальный осмотр образцов. Способность деформированного образца сопротивляться разрушающему воздействию озона определялась по времени появления на поверхности образца первых трещин, видимых невооруженным глазом.

Выемка рамок из камеры проводилась последовательно через равные промежутки времени. Извлеченные из камеры рамки с образцами помещались в герметичные чехлы.

Микрофотографирование образцов, прошедших испытания, проводилось без съема их с рамок. При микрофотографировании наружной поверхности образцов определялись:

- максимальная и минимальная ширина трещин;
- количество трещин, пересекаемых осевой линией, проводимой посередине рабочего участка вдоль образующей образца.

По фотографиям боковых срезов рабочего участка образцов измерялась глубина трещин в резине.

Измерение геометрических размеров трещин проводилось с учетом их увеличения в процессе фотографирования. Результаты осмотра образцов отражены в таблице 2.

Анализ результатов испытаний образцов резинотехнических изделий на устойчивость к озонному старению показали, что опытные образцы из резины ИР-5-1 (образцы № 13-16), как модифицированные, так и подвергнутые поверхностному фторированию, выдержали испытание без следов разрушения.

Таблица 2 – Результаты визуального осмотра образцов после каждого этапа испытаний

Шифр	Время появления на по- верхности образца первых трещин, час	Результаты визуального осмотра образцов			
		после 1-го этапа	после 2-го этапа	после 3-го этапа	
1	10,0	трещин нет	множество микротрещин по краям		
2	7,0		мелкие трещи- ны по краям	множество трещин по краям длиной до 11 мм и глуби- ной до 1 мм	
3	0,5	сетка мелких трещин	единичные микротрещины по краям		
4	6,0	трещин нет	микротрещины по краям	множество трещин по краям длиной до 11 мм и глуби- ной до 1 мм	
5	0,5	точечные тре- щины по всей поверхности		единичные трещи- ны по краям	
6	6,0	трещин нет		трещины по краям длиной до 11 мм и глубиной до 1мм	
7	7,0			точечные трещины	
8	9,0				
9	0,5	точечные тре- щины			
10	1,0				
11	-	трещин нет	точечные трещины		
12	-				
13	-	трещин нет			
14	-				
15	-				
16	-				

По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что введение модификаторов в резину не однозначно влияет на ее устойчивость к озонному разрушению. Следовательно, для повышения данного показателя требуется разработка современных защитных составов, позволяющих исключить старение резинотехнических изделий в процессе хранения.

Список литературы

1. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.
2. Бышов, Н.В. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Н.В. Бышов,

- С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, К.П. Андреев. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 112 с.
3. Бышов, Н.В. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, М.Б. Латышёнок, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.В. Гайдуков, К.П. Андреев. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.
4. Борычев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – №2. – С. 90-94.
5. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин. / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Сб. науч. тр. Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 1999. – С. 98-101.
6. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Сб. науч. тр. конф. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2013. – С. 355-358.
7. Непарко, Т.А. Простои агрегатов: оценка и пути снижения / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, В.И. Жебрун // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сб. науч. статей. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 453-457.
8. Непарко, Т.А. Исследование потерь от простоев техники / Т.А. Непарко, А.В. Новиков // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сб. науч. статей. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 253-256.
9. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышёнок // 50-летию РГСХА посвящается: Сб. науч. тр. – Рязань, 1998. – С. 185-186.
10. Терентьев, В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения / В.В. Терентьев, М.Б. Латышёнок // Сб.: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК. – Рязань, 2010. – С.23-26.
11. Шемякин, А.В. Улучшение условий труда при подготовке сельскохозяйственной техники к хранению / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии – 2017. – Т.7. – № 1(22) – С. 58-63.
12. Шемякин, А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств: дисс. ... д-ра техн. наук // А.В. Шемякин. – Мичуринск, 2014. – 324 с.

13. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – № 1 (70). – С. 50-56.
14. Мелькумова, Т.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Международный научный журнал. – 2017. – №3. – С. 62-65.
15. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – №1. – С. 11-14.

УДК 631.3.004

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ

*Киселев Виталий Александрович, студент-бакалавр
Шемякин Александр Владимирович, науч. рук., д.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены причины образования очагов коррозионного разрушения в период длительного хранения сельскохозяйственной техники на открытых площадках.*

***Ключевые слова:** хранение; сельскохозяйственная техника; коррозия; консервация*

Обеспечение сохранности сельскохозяйственной техники от агрессивного влияния окружающей среды в процессе длительного хранения является одной из основных для эксплуатационной службы предприятий агропромышленного комплекса. Объективная реальность свидетельствует о том, что срок службы техники и оборудования в сельском хозяйстве значительно меньше, чем в других областях народного хозяйства [1]. В АПК существенное число машин и агрегатов, эксплуатируемых в растениеводстве, продолжительное время находятся на хранении или используются в довольно сжатые сроки [2]. Наиболее надежным вариантом, практически исключающим негативное воздействие климатических условий на технику, является ее хранение в закрытых помещениях, но, к сожалению, у большинства производителей сельскохозяйственной продукции нет финансовой возможности обеспечить укрытие всех машин. Поэтому в помещениях хранят только наиболее дорогостоящую технику, а большая ее часть, как и раньше, в межсезонный период находится на открытых площадках. В современной практике для предупреждения развития коррозионных процессов на металлических конструкциях машин наиболее часто

используются различные противокоррозионные составы, но, к сожалению, большинство из этих составов имеют крайне низкую эффективность при использовании в труднодоступных местах, например, в сварных и стыковых соединениях деталей машин [3]. Установлено, что коррозионные потери металла в стыковых и сварных соединениях составляют 340...350 г/м² в год, т.е. значительно превышают потери металла основных конструкций [4,5].

В работах Северного А.Э., Пучина Е.А. и других ученых приводятся сведения о том, что находящиеся в эксплуатации машины уже в начале второго сезона имеют изменения геометрических параметров рамы, разрушение резьбовых и сварных соединений [6]. Причинами этих изменений обусловлены не только тяжелыми условиями эксплуатации, но зачастую конструктивными и технологическими недостатками. Анализ дефектов, выявленных при испытаниях на машинно-испытательных станциях показал, что подавляющее их число вызвано следующими причинами: отступлением от чертежных размеров (22,7%), дефектами сборки (22,1%) и дефектами сварки (12,3%) [7].

Исследования по определению влияния коррозионных процессов на конструктивные элементы комбайнов свидетельствуют о том, что практически во всех металлических конструкциях машин в ходе эксплуатации и хранения появляются коррозионные трещины от нескольких миллиметров до десятков миллиметров [8-10], в которых скапливаются влага и грязь, и, как следствие, происходит появление новых очагов коррозии [11,12].

Причины разрушения сварочных швов обусловлены рядом особенностей, характерных сварным соединениям, а также и специфическими условиями эксплуатации машин в сельском хозяйстве.

Известно, что в соединении в процессе сварки возникают структурная, химическая и механическая неоднородности. Наличие этих видов неоднородностей в сварных соединениях углеродистых сталей является причиной коррозионного разрушения сварного шва и околошовной зоны, т.е. в зонах, наиболее подверженных теплофизическому и химико-металлургическому воздействию процесса сварки, в отличие от основного металла сварного соединения, не подверженного такому воздействию. Кроме этого в результате сварки образуются остаточные сварочные напряжения, возникают концентраторы напряжений в местах перехода сварного шва к основному металлу, что способствует снижению статической и динамической прочности сварных соединений [13].

Среди эксплуатационных причин, вызывающих разрушение сварочных швов, можно выделить следующие:

- неровный профиль дорог, по которым комбайны осуществляют перемещения при уборочных работах;
- неблагоприятные климатические условия (нередко комбайнам приходится работать в условиях осенней распутицы);

– сжатые сроки уборки, вынуждающие осуществлять работу на форсированных режимах.

Возникновение коррозионно-усталостных трещин в процессе эксплуатации техники объясняется тем, что на протяжении длительного времени хранения машины подвержены атмосферной коррозии в сочетании с действующими статическими нагрузками и остаточными сварочными напряжениями, и только в течение непродолжительного временного отрезка (около 10 % календарного времени) на элементы машин, прокорродировавшие в процессе хранения, оказывают действие рабочие нагрузки [16].

Как показали исследования ухудшения состояния техники при хранении наиболее интенсивному коррозионному воздействию при нахождении машин в условиях открытого хранения подвергаются стыковые и сварные соединения и по этой причине происходит до 80% отказов техники, связанных с коррозионно-усталостным разрушением узлов [17].

Для снижения вероятности выхода техники из строя, вызванного не эксплуатационными причинами, необходима разработка и внедрение в технологический процесс подготовки машин к хранению нового консервационного состава, позволяющего обеспечить надежную изоляцию различных соединений конструктивных элементов машин от влияния внешних негативных факторов в период продолжительного хранения на открытых площадках. Применение для этих целей существующих консервационных материалов не позволяет исключить коррозионный процесс, протекающий в самих соединениях, так как консервант наносится только на их наружные поверхности. Разрабатываемый состав должен обеспечивать возможность проникновения консерванта в микрозазоры, а также создавать надежную изоляцию обрабатываемого соединения.

Список литературы

1. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – №1. – С. 11-14.
2. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.
3. Бoryчев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Бoryчев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – №2. – С. 90-94.
4. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении / Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенко // 50-летию РГСХА посвящается: Сб. науч. тр. – Рязань, 1998. – С. 184-185.
5. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчи-

вые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Сборник научных трудов. – Рязань, 1999. – С.98-101.

6. Пучин, Е.А. Противокоррозионная защита сварных конструкций зерноуборочных комбайнов при эксплуатации: дис. канд. техн. наук / Е.А. Пучин. – Москва, 1988. – 176 с.

7. Терентьев, В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук / В.В. Терентьев. – Рязань, 1999. – 173 с.

8. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенко // 50-летию РГСХА посвящается: Сб. науч. тр. – Рязань, 1998. – С. 185-186.

9. Терентьев, В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения / В.В. Терентьев, М.Б. Латышенко // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: Материалы науч.-практ. конф., посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева. – Рязань, 2010. – С. 23-26.

10. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: Материалы нац. науч.-практ. конф.. – Рязань, 2016. – С. 140-144.

11. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами / А.В.Шемякин, Латышенко М.Б., В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2016. – № 2. – С. 87-91.

12. Шемякин, А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники / А.В.Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 – С. 93-97.

13. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Сб. науч. тр. конф. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2013. – С. 355-358.

14. Непарко, Т.А. Простои агрегатов: оценка и пути снижения / Т.А. Непарко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, В.И. Жебрун // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: Сб. науч. статей. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 453-457.

15. Непарко, Т.А. Исследование потерь от простоев техники / Т.А. Непарко, А.В. Новиков // Сб.: Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. – Минск: БГАТУ, 2016. – С. 253-256.

16. Терентьев, В.В. Проблемы подготовки сельскохозяйственных машин к длительному хранению в условиях малых и фермерских хозяйств / В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, А.В. Кирилин // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве: Материалы 68-ой межд. науч.-практ. конф. – Рязань, 2017. – С. 325-328.
17. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2017. – №1. – С. 50-56.

УДК 621.43

ИСКРОГАСИТЕЛЬ С СЕТЧАТЫМ ИСКРОГАСЯЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ

*Себко Анастасия Александровна, магистрант
Капцевич Вячеслав Михайлович, науч. рук., д.т.н., профессор
Чугаев Павел Сергеевич, науч. рук.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассмотрены назначение, существующие конструкции и принципы работы искрогасителей. Сформулированы требования, предъявляемые к искрогасителям, а также рассмотрен расчет сетчатого фильтрующего материала.

Ключевые слова: искрогаситель, динамический фильтрационный перепад давления, гидродинамические свойства, сетчатый материал

В последние годы наблюдается тенденция увеличения количества чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, последствия которых существенно влияют на жизнь и здоровье людей, экологическую и экономическую деятельность.

Значительное число чрезвычайных ситуаций достаточно часто связано с интенсивным использованием новых технологий и материалов с недостаточно изученными пожаро-взрывоопасными характеристиками, старением и износом основных производственных мощностей, инженерных коммуникаций, отсутствием возможности их оперативного обновления, а также отсутствием элементарных средств противопожарной защиты.

В связи с этим разработка комплекса экономических, социальных, организационных, научно-технических и правовых мер, совершенствование деятельности сил и средств, направленных на предупреждение и ликвидацию пожаров является достаточно актуальной и важной проблемой.

Основным направлением данной проблемы является предотвращение образования потенциальных источников зажигания от систем выпуска выхлопных газов сельскохозяйственной техники.

Согласно нормативно-правовым актам [1], действующим в Республике Беларусь, на системах выпуска отработанных газов сельскохозяйственной техники должны быть установлены искрогасители, предотвращающие образование источников зажигания на сельскохозяйственных объектах.

Искрогаситель – устройство в виде лабиринта или циклона, устанавливаемое на выхлопных коллекторах различных транспортных средств, препятствующее уносу в атмосферу раскалённых частиц топлива и обеспечивающее улавливание и тушение искр в продуктах горения, которые образуются при работе двигателей внутреннего сгорания.

Функциональное назначение искрогасителя: во-первых, улавливание и охлаждение раскалённых твердых частиц — искр, образующихся при работе двигателей внутреннего сгорания, во-вторых, ликвидация пламени, т.е. гомогенного кинетического режима горения паровоздушной смеси.

В связи с вышеизложенным нами сформулирован ряд требований, предъявляемых к искрогасителям для обеспечения их эффективной и надежной работы:

- искрогасители должны обладать огнепреграждающей и искрогасящей способностью. При работе искрогасителя необходимо чтобы происходило уменьшение скорости движения искр, их оседание на искроулавливающем материале или на корпусе искрогасителя. Кроме твердых горящих частиц искрогаситель должен обеспечивать тушение движущихся с газовым потоком горящих жидких частиц (остатков несгоревшего топлива и масла).

- искрогасители должны обеспечивать минимальный перепад давления в системе выпуска. При увеличении сопротивления движению потокам выхлопных газов происходит неполное очищение цилиндров двигателя от продуктов сгорания топлива, что в свою очередь приводит к падению мощности двигателя и увеличенному расходу топлива.

- искрогаситель должен обладать надежной конструкцией, что подразумевает его способность на протяжении длительного времени сохранять свои свойства в условиях вибрации, значительных перепадов температур и динамического воздействия газового потока.

Искрогаситель представляет собой устройство, устанавливаемое на выхлопных коллекторах различных транспортных средств, силовых агрегатах, и обеспечивающее улавливание и тушение искр в продуктах горения, образующихся при работе топок и двигателей внутреннего сгорания.

Такие искрогасители по способу гашения искр классифицируют на динамические и фильтрационные [2].

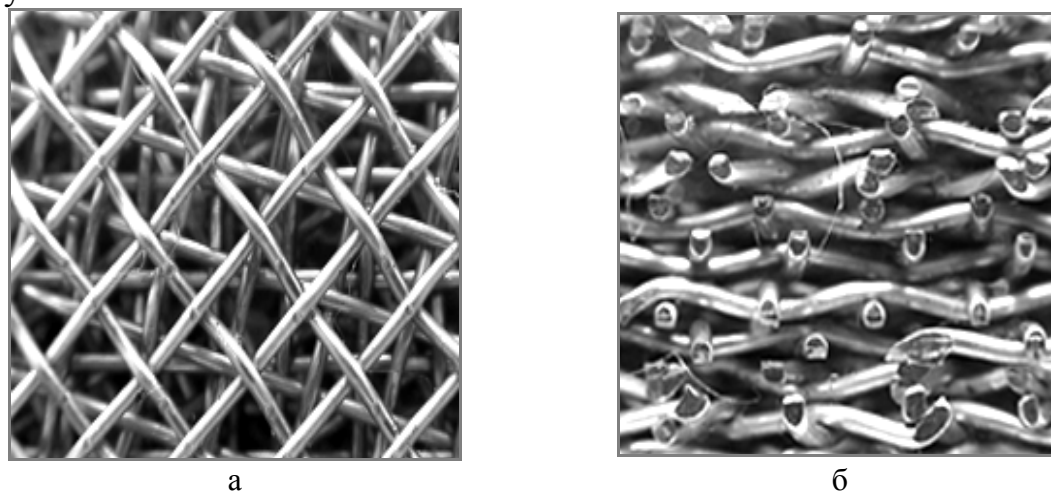
Динамические искрогасители – искрогасители, в которых выхлопные газы очищаются от искр под действием сил тяжести и инерции. Динамические искрогасители подразделяются на искроуловители гравитационного, инерционного и центробежного типа [3]. Ими оборудуют, например, ды-

мовые каналы дымогазовых сушилок, котельных, вагранок, системы выпуска выхлопных газов автомобилей, тракторов, комбайнов, тепловозов и т.п.

Несмотря на то, что в настоящее время динамические искрогасители получили наибольшее распространение, они имеют существенные недостатки: эти устройства обладают повышенным гидравлическим сопротивлением и не могут быть использованы для предотвращения образования искр при высоких скоростях движения выхлопных газов.

Фильтрационные искрогасители – искрогасители, в которых выхлопные газы очищаются путем фильтрации через пористые перегородки. В отличие от динамических, фильтрационные искрогасители обладают малым гидравлическим сопротивлением. Они характеризуются простотой изготовления и обслуживания. Их основной недостаток заключается в небольшой механической прочности пористой среды при повышенных температурах. В качестве пористых перегородок в фильтрационных искрогасителях могут использоваться металлические сетчатые, волокновые или порошковые проницаемые материалы. Такие материалы достаточно прочны, выдерживают большие ударные нагрузки, имеют сравнительно большую пористость и проницаемость. Спеченные порошковые материалы в настоящее время нашли применение в качестве огнепреградителей (пламегасителей) для локализации пламени как медленногорящих газоздушных смесей, так и наиболее быстрогорящих смесей горючих газов и паров в смеси с кислородом при атмосферном и повышенном давлении. Волокновые материалы нашли применение в качестве сажевых фильтров, устанавливаемых в выхлопных системах ДВС.

Для наших дальнейших исследований принимаем сетчатый искрогасящий элемент, который состоит из нескольких слоев сетки последовательно уложенных друг на друга. Пример такого типа укладки приведен на рисунке 1.



а

б

Рис. 1. Структура сетчатого пакета

а – вид в направлении, перпендикулярном плоскости укладки сеток;

б – вид в направлении, параллельном плоскости укладки сеток

Пакет сеток в отличие от однослойной сетки обеспечивает более эффективное улавливание летящих частиц определенного размера, его грязеемкость и длительность работы выше, отсутствует неконтролируемый проскок твердых частиц.

Гидродинамические свойства сетчатого пакета определяются коэффициентом проницаемости k_μ для определения которого воспользуемся моделью элементарной ячейки, приведенной в работе [4].

$$k_\mu = \frac{ld^3}{54(l-d)^2} \quad (1)$$

где l – шаг плетения проволоки в сетке; d – диаметр проволоки сетки.

При рассмотрении движения газового потока, проходящего через несколько слоев сетчатого материала согласно закона Дарси [4] расход газа может быть определен следующим образом:

$$Q = \frac{k_\mu \Delta P}{\mu H} S, \quad (2)$$

где Q – расход газа; ΔP – перепад давления на сетчатом пакете; H – толщина сетчатого пакета; μ – динамическая вязкость газа; S – площадь поверхности сетчатого пакета.

Подставляя (1) в (2) и с учетом толщины сетчатого пакета [4] получим:

$$Q = \frac{ld^2}{54(l-d)^2 a \mu} \Delta P S. \quad (4)$$

Уравнение (4) позволяет установить взаимосвязь между количеством газа Q , проходящего через сетчатый пакет, перепадом давления ΔP на сетчатом материале и площадью поверхности сетчатого пакета S .

Согласно правил пожарной безопасности Республики Беларусь для объектов сельскохозяйственного производства [1] на системах выпуска отработанных газов сельскохозяйственной техники должны быть установлены искрогасители, предотвращающие образование источников зажигания на сельскохозяйственных объектах.

Однако, анализ пожаров в Республике Беларусь при работе мобильной техники на сельскохозяйственных объектах при уборке, переработке и хранении урожая позволяет сделать вывод, что многие из приведенных выше требований ТНПА не выполняются или выполняются частично. Причины возникновения пожаров объясняются либо отсутствием искрогасителей на технике, либо не нашли объяснений. Можно предположить с большой вероятностью, что причинами возникновения последних могли быть отсутствие искрогасителя, либо его неисправность или неправильная эксплуатация.

Автор статьи [5] отмечает, что сельскохозяйственная техника может быть допущена к работе только после тщательной регулировки систем питания, зажигания и смазки. Помимо других противопожарных мероприятий, автор подчеркивает о необходимости оборудования выхлопных труб двигателей машин надежными искрогасителями.

Список литературы

1. Об утверждении правил пожарной безопасности Республики Беларусь. ППБ Беларуси 01-2014: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 14 марта 2014 г., № 3 : в ред. постановления МЧС Респ. Беларусь от 14.02.2017 г. // Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000 [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
2. Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 53323-2009. – Введ. 01.01.10. – М.: Стандартинформ, 2009. – 10 с.
3. Клубань, В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса / В.С. Клубань, А.П. Петров, В.С. Рябиков. – Москва: Стойиздат, 1987. – 476 с.
4. Искрогасители для сельскохозяйственной техники / В.М. Капцевич, Н.К. Лисай, В.М. Контантинов и др. – Минск: БГАТУ, 2017. – 156 с.
5. Журавский, А. Зерноуборочные работы – без пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mchs.gov.by/rus/main/events/region/print/~year__m22=2015~page_m22=32~news__m22=53508

УДК 621.74

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОГО ВТОРИЧНОГО СПЛАВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДИЗЕЛЬНЫХ ПОРШНЕЙ

*Богуславский Алексей Казимирович, студент
Андрушевич Андрей Александрович, науч.рук., к.т.н., доцент
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: работа посвящена изучению структуры и свойств алюминиевых вторичных сплавов для производства поршней дизельных автотракторных двигателей. Рафинирующе-модифицирующая обработка сплава АК12ММgH, приготовленного из отходов, обеспечивает получение механических свойств на уровне предъявляемых требований.

Ключевые слова: литьё; поршень; алюминиевый сплав; двигатель; отходы; рафинирование; модифицирование

Введение. Поршень двигателя внутреннего сгорания, являясь одной из наиболее нагруженных деталей шатунно-кривошипного механизма, подвергается не только большим давлением, но и высоким температурам и часто выходит из строя.

Литые поршни тракторных двигателей, в частности СМД-60, СМД-62, изготавливаются из первичного алюминиевого сплава АК12ММгН (АЛ30В). Это легированный заэвтектический сплав, содержащий 12% кремния, обладает, по сравнению с ранее применявшимся АЛ10В, значительно лучшим механическими свойствами при нагревании. Исследования показали, что поршня из сплава АК12ММгН имеют почти в 5 раз больший срок службы.

Первичные сплавы такого типа в Беларуси не производятся. В агропромышленном комплексе страны образуется значительное количество изношенных поршней, которые идут на переплав для получения вторичных сплавов на специализированных предприятиях Вторцветмета.

В связи с этим целесообразно изучить возможность производства дизельных поршней автотракторных двигателей из вторичных сплавов на основе алюминия с такими же свойствами.

Общие сведения. Поршневая группа должна иметь сравнительно небольшую массу с целью уменьшения сил инерции, возникающих при возвратно-поступательном движении, и обладать большей теплопроводностью. Этим требованиям вполне соответствует поршни из алюминиевых сплавов. Поэтому на отечественных автотракторных двигателях литые поршни из этих материалов получили широкое применение. Алюминий отличается от других металлов малой плотностью, высокими пластическими и коррозионностойкими свойствами за счет тонкого слоя оксидной пленки (температура плавления 2000°C), теплопроводностью и удельной прочностью.

Благодаря таким свойствам сплавы на основе алюминия находят применение почти во всех отраслях промышленности – авиационной, машиностроительной, строительной, химической, в сельскохозяйственном машиностроении и т.д.

Особо тяжелые условия эксплуатации присущи поршням дизельных двигателей. Это объясняется следующим:

- 1.Повышенная жесткость рабочего процесса,(скорость нарастания давления достигает 1-1.5 МПа на один градус поворота коленчатого вала, что приводит к большим ударным нагрузкам);
- 2.Неравномерным распределением температур объёме камеры сгорания;
- 3.Попаданием холодного топлива на поверхность днища и камеры сгорания в поршне;

4. Наличие свободного кислорода в сгораемом топливе, что способствует ускоренному окислению смазки и выгоранию материала поршня в месте оголения от масла.

К достоинствам поршней из алюминиевых сплавов относят [1,2]:

1. Малая масса (как минимум на 30 % меньше по сравнению с чугунами);

2. Высокая теплопроводность (в 3-4 раза выше теплопроводности чугуна), обеспечивающая нагрев днища поршня не более 250 °С, что способствует лучшему наполнению цилиндров и позволяет повысить степень сжатия в бензиновых двигателях;

3. Хорошие антифрикционные свойства.

Поршни, изготовленные из литейных алюминиево-кремниевых сплавов (силуминов), имеют хорошие характеристики [2]. В состав силуминов входят: 3-26% Si, 1-4% Cu, 0,2-1,3% Mg, 0,2-0,9% Mn, иногда 2-4% Zn, 0,8-2% Ni, 0,1-0,4% Cr, 0,05-0,3% Ti и др.

Поршни, изготовленные из доэвтектического силумина, имеют в своем составе примерно 9% кремния (Рис.1а). Этот сплав долгое время являлся промышленным стандартом, но был вытеснен эвтектическими и заэвтектическими сплавами (рис. 1 б, в).

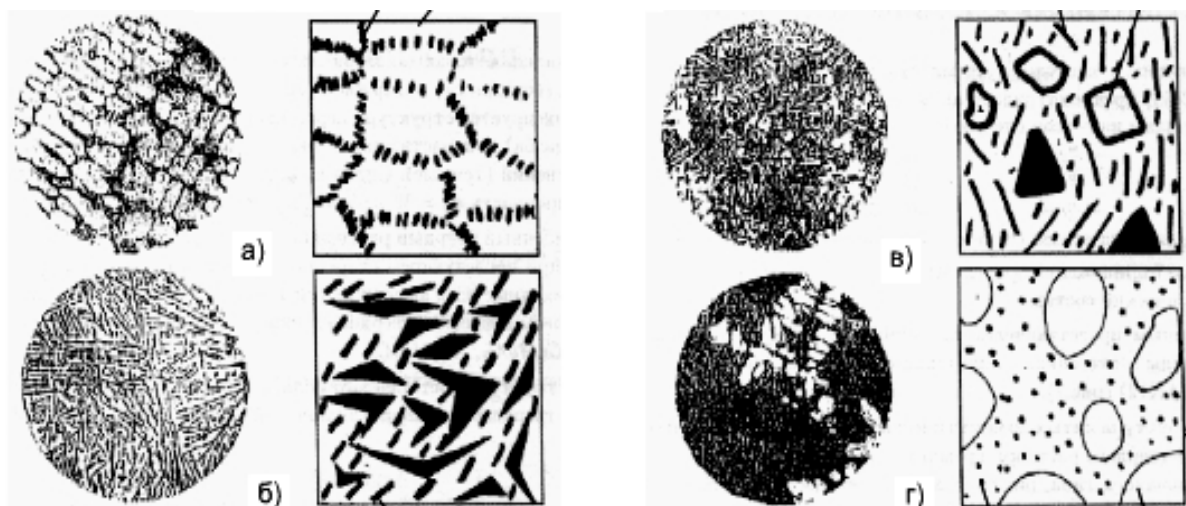


Рис. 1. Микроструктура силуминов

а) доэвтектический; б) эвтектический; в) заэвтектический; г) модифицированный

При этом увеличение содержания кремния способствует повышению устойчивости к износу и задирам. Добавка в алюминиево-кремниевый сплав до 6% Cu (меди) улучшает усталостную прочность, теплопроводность, обеспечила хорошие литейные свойства и, соответственно, уменьшила стоимость производства. Использование в качестве легирующих добавок натрия, азота и фосфора увеличивает износостойкость сплава. При добавлении в сплав никеля, хрома и магния повышается жаропрочность и твердость конструкции [2].

Технология приготовления вторичного сплава. Физико-механические свойства алюминиевого поршневого сплава зависят не только от количества содержащихся в нем окисных включений, растворенного водорода, вызывающего пористость, но и от строения структуры, зависящей от технологического процесса приготовления.

Сплав АК12ММгН относится к сложнолегированным, силуминам эвтектического типа (по содержанию кремния). С целью получения мелкозернистой структуры такой сплав модифицируют (Рис 1г), изменяя процесс эвтектической кристаллизации. Образующаяся эвтектика содержит округлые мелкодисперсные включения эвтектического кремния и не содержит его первичных выделений. Такая схема модифицирования поршневых сплавов эвтектического состава принята на заводах СНГ, США, и большинства фирм Западной Европы.

Переплавление отходов поршней проводили в индукционной печи ИСТ-10 в графитовом тигле ТГ-150, при 760-780 °С.

Жидкий сплав при температуре 740-750°С переливали вместе с флюсом в раздаточную печь с графитовым тиглем ТГ-150. После заполнения печи снимали флюс и проводили дегазацию сплава продувкой через газораспределительный элемент аргонном в течение 10 мин. После окончания продувки на поверхность сплава при температуре 720-740°С насыпали просушенный флюс и выдерживали 10-20 мин.

Приготовленный сплав заливали в кокиль, предназначенный для получения отливки поршня СМД-62, одновременно проводили отливку цилиндрических образцов диаметром 50 мм, и высотой 100 мм, для изучения загрязненности сплава окисными включениями по методу Добаткина.

Твердость НВ определяли по методу Бринелля на твердомере ТШ-2 на обработанной поверхности при нагрузке 3000 кг стальным шариком диаметром 10 мм.

Результаты исследований. Микроструктуру вторично алюминиевого сплава изучали на образцах, вырезанных из специально отлитых заготовок, (диаметр 50мм и высота 60мм), которые заливают в песчаные разовые формы.

Применение песчаных форм повлекло исключаящий модифицирующий эффект, возникающий при повышенных скоростях охлаждения в металлических формах. Вследствие чего степень влияния компонентов флюса на эффект модифицирования более различимо.

Изучали модифицирующий эффект флюсов, состоящих из тех же солей $NaCl$, KCl , NaF , Na_3AlF_6 , которые использовались для очистки сплава от вредных включений.

После тщательного анализа полученных результатов, можно рекомендовать следующий состав флюса и технологические параметры модифицирования сплава АК12ММгН, полученного из отходов поршней:

Состав флюса, %вес: $NaCl$ -45; KCl -25; NaF -20; Na_3AlF_6 -10;

Количество флюса% от массы приготовленного сплава – 2%;

Температура модифицирования 720-730°C;

Время обработки флюсам – 25 мин.

Продолжительность сохранения модифицирующего эффекта – 45-50 минут.

Значения механических свойств сплава после обработки флюсом указанного состава приведены в таблице 1. Микроструктура представляет собой α -твердый раствор и модифицированную эвтектику с округлыми мелкодисперсными включениями кремния (рис. 1 г).

Таблица 1 – Свойства сплава АК12ММгН после обработки универсальным флюсом

Наименование технологических показателей	Единица измерения	Величина показателей	
		Получения в опытах	требуемая
Твердость	НВ	92-98	90
Предел прочности при разрыве	МПа	186-195	186 (на отдельных образцах)
Пористость	балл	1-2	2-3 согласно техническим требованиям к детали
Загрязненность окисными включениями	мм ² /см ²	0,1	0,1

В таблице 2 приведены свойства сплава АК12ММгН, полученных из алюминиевых отходов, образующихся на предприятиях РБ, и свойства аналогичных сплавов, применяемых за рубежом.

Таблица 2 – Сравнительные свойства поршневых сплавов

Наименование технико-экономических показателей	Единица измерения	Величина показателей			
		Сплав вторичный АК12ММгН, (Беларусь)	Сплав первичный «Мотор деталь» (Россия)	Сплав первичный «Фата», (Италия)	Сплав первичный «Мале» (Германия)
Твердость	НВ	92-98	90-95	90-95	95-110
Предел прочности при разрыве	МПа	186-195	186	186	160
Пористость	балл	1-2	1-2	1-2	1-2

Закключение. Проведен анализ использования отходов алюминиевых сплавов для производства дизельных поршней автотракторных двигателей.

Исследования структуры свойств вторичного сплава АК12ММгН, полученного показали, что они соответствуют требованиям ГОСТа условиям эксплуатации дизельных поршней.

Список литературы

1. Белов, В.Д. Поршневые силумины / В.Д. Белов // Вестник МГТУ им.Г.И. Носова. – 2005. – №1(9). – С. 32-34.
2. Поршневые силумины: Учебное пособие / Под науч. ред. В.Н. Афанасьева. – Кемерово: Полиграф, 2005. – 162 с.

УДК 631.31.06

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ГЛУБОКОРЫХЛЯЩИХ МАШИН ПРИ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Абдуманнонов Бобомурод Абдусаломович, ассистент

Гулямов Азизбек Маннобжон угли, ассистент

Мамадалиев Махаммаджон Хабибуллаевич, науч.рук., к.т.н., доцент

Андижанский сельскохозяйственный институт,

Андижанская область, пос. Куйган-Яр, Республика Узбекистан

***Аннотация:** приведены результаты исследований рабочих органов
глубокорыхляющих машин при безотвальной обработке почвы.*

***Ключевые слова:** рыхлитель; дробление; качество крошения; гребень;
ярус; борозда*

Дан анализ технологий, применяемых в данное время в Республике, по подготовке почвы к посеву хлопковых семян и комбинированных агрегатов, используемых при обработке почвы, а также приведены обзоры исследований рабочих органов агрегатов безотвально глубокорыхляющих почву агрегатов и их рабочих органов, освещены задачи исследований.

Комбинированный агрегат, осуществляющий минимальную обработку почвы выполняющий за один проход полосное рыхление почвы, локальное внесение минеральных удобрений в два яруса и одновременное формирование гребней, что позволяет подготовить поле к посеву уже осенью, а весной нет необходимости в таких операциях, как заравнивание свальных гребней и разъемных борозд, образованные при вспашке, бороновании, малавании и внесении удобрений.

Агрегат состоит (рис. 1) из рамы 1 с навесным устройством 2, рыхлителей 3, туковых сошников 4, гребне формирующих рабочих органов 5, бункеров для минеральных удобрений 6 и опорных колес 7.

Рыхлители рыхлят грядки, образованные для полива хлопчатника, на глубину 30-40см, а гребниделатели отваливают на разрыхлённую грядку почву от прошлогодних гребней и образуют новые гребни.

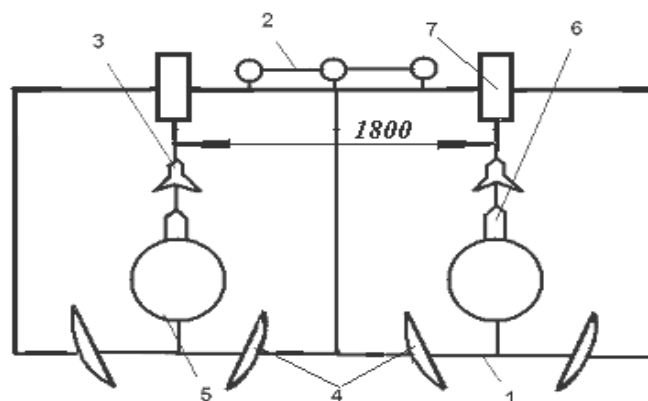


Рис. 1. Схема комбинированного агрегата

Приведены результаты исследований по обоснованию геометрической формы рабочей поверхности, ширины угла вхождения в почву (крошение), длины и угла заострения его стойки, а также тягового сопротивления рыхлителя.

Для обоснования геометрической формы рабочей поверхности рыхлителя исследованы процессы деформации почвы под действием плоского, выпуклого и вогнутого клима (рис. 2).

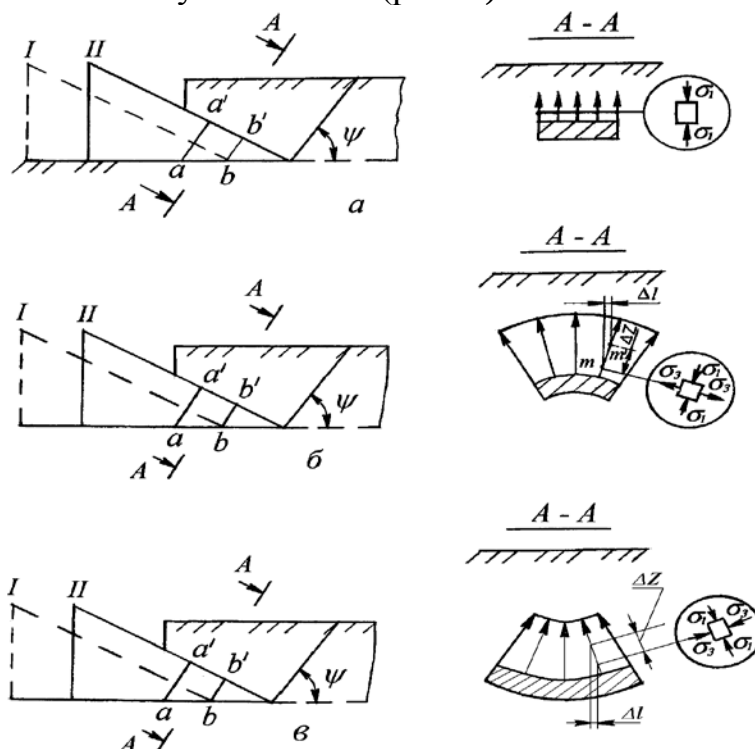


Рис.2. Деформация пласта почвы под воздействием
а) плоской, б) выпуклой, в) вогнутой рыхлителей

В результате перемещении рабочих органов с плоскими клиновидными формами (рис. 2,а) почва сначала сжимается (сминается) в перпендикулярном направлении к плоскости клина, а затем, когда возникающие в ней напряжения достигают критических пределов, происходит сдвиг или

отрыв пласта по плоскости, наклоненной к направлению движения под углом ψ .

В результате от почвенного монолита отделяются призмовидные глыбы. Если форма рабочей поверхности разрыхлительная лапа выпуклая (рис.2,б), то пласт при сжатии в продольном направлении растягивается, то есть точка m пласта со стороны рабочего органа сжимается на расстояние Δz и растягивается на расстояние Δl . Это приводит к улучшению крошения почвы и уменьшению тягового сопротивления почвы.

А если форма рабочей поверхности разрыхлительной лапы выполнена в вогнутом виде (рис. 2,в), то пласт сжимается в перпендикулярном и вертикальном направлениях (сжатие пласт для точки m соответственно равна Δz и Δl). В результате увеличивается затрат энергии при обработке почвы.

Исходя из выше указанного, для качественной обработки почвы при минимальных затратах энергии форма рабочей поверхности разрыхлительной лапы должна быть выпуклой.

Список литературы

1. Панов, И.М. Выбор энергосберегающих способов обработки почвы / И.М. Панов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1990. – №8. – С.32-35.
2. Спирин, А.П. Энергосберегающие приёмы безотвальной обработки почвы / А.П. Спирин // Техника в сельском хозяйстве. – 1998. – №4. – С.20-23.
3. Худоев, А. Теоретическое обоснование параметров рыхлителя комбинированного агрегата / А. Худоев, М. Мамадалиев // Техника в сельском хозяйстве. – Москва, 2009. – №2. – С.9-11.
4. Фархшатов, М.Н. Повышение ресурса автотракторных деталей при их восстановлении / М.Н. Фархшатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – №7. – С.31-33.
5. Фархшатов, М.Н. Разработка и изготовление самозатачивающихся лезвий рабочих органов почвообрабатывающих машин / М.Н. Фархшатов, А.Ф. Фаюршин // В сборнике: Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. – 2002. – С.74-75.
6. Фархшатов, М.Н. Упрочнение восстановленных деталей машин поверхностным пластическим деформированием / М.Н. Фархшатов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2006. – №8. – С.20-23.
7. Сайфуллин, Р.Н. Распределение микротвердости в покрытиях и ее влияние на сопротивление / Р.Н. Сайфуллин, М.Н. Фархшатов, В.С. Наталенко, Н.М. Юнусбаев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2007. – №2. – С.19-21.
8. Фархшатов, М.Н. Разработка способа восстановления деталей машин и оборудования агропромышленного комплекса из коррозионно - стойких

сталей: автореф. дисс.... канд. техн. наук // Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства. – Москва, 1992.

9. Патент на изобретение Rus 2059870. Устройство для измерения цикловой подачи топлива / Р.М. Башкиров, И.И. Габитов, С.М. Ахметов, А.В. Неговора.

10. Габитов, И.И. Улучшение эксплуатационных показателей топливной аппаратуры сельскохозяйственных двигателей путем научного обоснования и реализации в ремонтном производстве технологических процессов, методов и средств диагностирования: дисс.... докт. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2001.

11. Патент на изобретение Rus 2433299. Устройство для исследования подачи топлива топливopодающей аппаратурой в дизелях / И.И. Габитов, А.В. Неговора, А.Г. Габбасов, А.Р. Валиев, А.Ф. Давлетов. 24.03.2010.

12. Габитов, И.И. Организация технического сервиса топливной аппаратуры зарубежных дизелей / И.И. Габитов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. – №5. – С.27-29.

13. Габитов, И.И. Совершенствование технологий и средств технического сервиса автотракторной и мобильной техники / И.И. Габитов, А.В. Неговора // В сборнике: Перспективы инновационного развития АПК: материал конф. – 2014. – С. 167-173.

14. Габитов, И.И. Современные тенденции технического сервиса топливной аппаратуры автотракторных и комбайновых дизелей / И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. – 2008. – Т.101. – С.38-44.

15. Габитов, И.И. Совершенствование средств технического сервиса автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники / И.И. Габитов, А.В. Неговора // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т.117. – С.62-66.

16. Ананьин, А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов, А.В. Неговора, А.С. Иванов. – Москва, 2015.

УДК 620.9

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ВОЗМОЖНЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

*Менглибоев Ориф Тошмуродович, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены основные существующие в настоящее время альтернативные источники энергии, проведен их анализ,*

выявлены достоинства и недостатки, даны рекомендации по их применению в Республике Таджикистан.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, энергия солнца, энергия ветра, энергия приливов и отливов, энергия волн, пьезоэлемент, энергия биомасс

В настоящее время в связи с истощением природных ископаемых топлив и значительным повышением давления на экологическую обстановку является актуальным поиск и разработка альтернативных топлив и источников энергии [1-3].

Уровень углекислого газа в атмосфере Земли уже достиг опасного уровня. Десять ведущих учёных климатологов мира исследовали содержание углекислого газа в атмосфере нашей планеты и опубликовали результаты в научном журнале «Open Atmospheric Science Journal». Для предотвращения климатической катастрофы текущее содержание углекислого газа в атмосфере нашей планеты должно быть снижено.

Ученые исследовали и пришли к выводу, что «безопасное» содержание CO_2 в атмосфере нашей планеты должно составлять 350 ppm, именно такое содержание углекислого газа не выведет климат Земли из равновесия. Результаты исследований их предшественников в качестве «фатального» уровня CO_2 называли цифру 450 ppm.

В сентябре 2016 года было зафиксировано содержание CO_2 в 400 ppm, и каждый год, из-за сжигания углеводородного топлива, содержание углекислого газа в атмосфере нашей планеты увеличивается на 2 ppm [4].

Существует три основных способа сокращения парниковых газов в атмосфере:

1. Традиционные направления: развитие технологий, обеспечивающих снижение удельного расхода первичных энергоносителей на единицу производимой чистой энергии;
2. Нетрадиционные направления: развитие технологий утилизации диоксида углерода путем химических преобразований для получения продуктов органической химии;
3. Альтернативные направления: диверсификация топливно-энергетического баланса заинтересованных стран; увеличение доли гидроэнергии, энергии ветра, биомасс и других нетрадиционных источников.

Рассмотрим альтернативные направления.

Энергия солнца является одним из самых доступных возобновляемых источников на Земле. Использование солнечной энергии в народном хозяйстве положительно сказывается на состоянии окружающей среды, поскольку для её получения не требуется бурить скважины или разрабатывать шахты. Естественно, что требуются затраты на покупку и монтаж оборудования.

Преимуществами использования энергии солнца являются

- возобновляемость
- солнечные панели делаются с использованием кремния, запасов которого достаточно много;
- нет побочного действия. Процесс преобразования энергии происходит без шума, вредных выбросов и отходов, воздействия на окружающую среду. Этого нельзя сказать о тепловой, гидро и атомной энергетике. Все традиционные источники в той или иной мере наносят вред окружающей среде (ОС);
- безопасность и надёжность. Оборудование долговечное (служит до 30 лет). После 20—25 лет использования фотоэлементы выдают до 80 процентов от своего номинала;

Недостатки:

- эффективность зависит от времени суток и погоды. Нерентабельно использовать в высоких широтах;
- требуется аккумулировать преобразованную энергию;
- первоначальные вложения высокие. Особенно это ощутимо для обычных людей при покупке оборудования для частного дома;
- периодически нужно делать очистку панелей от загрязнения;
- для размещения требуется большая площадь;
- некоторые фотоэлементы имеют в своём составе Pb, Cd, мышьяк, что усложняет и переработку.

Выработанную солнечными панелями электроэнергию можно хранить в батареях, например компания Tesla производит литий-ионные батареи.

Еще одним из альтернативных источников является энергия Ветра

Энергию ветра использовали еще наши предки, которым принадлежит такое изобретение, как ветряная мельница, при помощи которой зерно без затрат превращали в муку, сбивали масло, изготавливали бумагу.

Преимуществами использования энергии ветра можно назвать:

- возобновляемость
- отсутствие в процессе работы ветряной электростанции вредных выбросов;
- применение ветрогенераторов особенно оправдано для изолированных территорий, куда обычными способами электроэнергию не доставить, и автономное обеспечение для таких территорий является, пожалуй, единственным выходом;
- после введения в эксплуатацию ветряной электростанции, стоимость киловатт-часа генерируемой таким образом электроэнергии значительно снижается;

Недостатками являются:

- зависимость от внешних условий в конкретный момент;
- значительные материальные затраты. В среднем, стоимость 1 кВт установленной мощности составляет \$1000;

- некоторые эксперты считают, что ветряки искажают природный ландшафт, что их вид нарушает естественную природную эстетику.
- ветряные установки производят аэродинамический шум, который может причинить дискомфорт людям.

Несмотря на недостатки, преимущества ветряных генераторов по части пользы для окружающей среды очевидны. Для наглядности стоит отметить, что работа ветрогенератора мощностью 1 МВт позволяет сэкономить за 20 лет около 29000 тонн угля или 92000 баррелей нефти [5].

Геотермальная Энергия. Среди альтернативных источников геотермальная энергия занимает значительное место – ее, так или иначе, используют примерно в 80 странах по всему миру. В большинстве случаев это происходит на уровне строительства теплиц, бассейнов, применения в качестве лечебного средства или отопления. Геотермальная энергия в целом подразделяется на две разновидности – петротермальную и гидротермальную. Первый тип использует как источник горячие горные породы. Второй – подземные воды. Если провести анализ имеющихся данных по данному вопросу, обнаружится, что в 99% случаев используется тепло пород, и только в 1% геотермальная энергия извлекается из подземных вод. Петротермальная энергетика. В основе использования энергии земных недр лежит природное явление – по мере приближения к ядру Земли растет температура земной коры и мантии. На уровне 2-3 км от поверхности планеты она достигает более 100°C, в среднем увеличиваясь с каждым последующим километром на 20°C. На глубине 100 км температура достигает уже 1300–1500°C. Гидротермальная энергетика. Вода, циркулирующая на больших глубинах, нагревается до значительных величин. В сейсмически активных районах она поднимается на поверхность по трещинам в земной коре, в спокойных же регионах ее можно вывести с помощью скважин. Принцип действия тот же: нагретая вода поднимается по скважине вверх, отдает тепло, и возвращается по второй трубе вниз. Цикл практически бесконечен и возобновляем до тех пор, пока в земных недрах остается тепло [6].

Гидроэлектростанции и приливные электростанции на сегодняшний день также являются довольно перспективными энергетическими объектами. Сегодня энергия морских приливов и отливов вращает лопасти огромных турбин, преобразуясь в электрическую энергию. Однако, строительство приливных электростанций – весьма затратное мероприятие. Кроме того, с финансовой точки зрения выгодно строительство крупных ПЭС, что совершенно нецелесообразно для отдаленных или малонаселенных регионов. К другим проблемам относят следующие: колебания мощности приливной электростанции, что связано с изменением высоты приливов (меняется и энергия приливов и отливов) каждые две недели; несовпадение привычного периода солнечных суток со временем возникновения приливов; сдвиг между оптимальным временем генерации энергии и потребле-

нием; в некоторых случаях необходимы дополнительные источники энергии поблизости к приливной электростанции.

Преимущества строительства приливных электростанций заключаются в следующем. На фоне катастроф и аварий, которые случаются на атомных электростанциях редко, но оставляют память о себе надолго, альтернативные источники энергии выглядят безопасной альтернативой. И хоть трудностей при строительстве приливных электростанций достаточно, преимуществ также немало:

- экологичность. В случае с ПЭС вероятность техногенной катастрофы с последующим заражением обширных территорий сводится практически к нулю. Нет и вредных выбросов в атмосферу от сжигания топлива;

- надежность. Приливные электростанции устойчиво работают как в стандартном режиме, так и на пиковых нагрузках;

- низкая стоимость энергии. По сравнению с электростанциями других типов, ПЭС отличается низкой себестоимостью энергии, что подтвердили реальные результаты эксплуатации;

- высокий коэффициент полезного действия. Эффективность преобразования естественной энергии в пригодную к использованию достигает 80%, тогда как ветряные электростанции дают до 30% КПД, а солнечная энергия — в среднем 5-15%, но в некоторых случаях удалось зафиксировать и 35% эффективность [7].

Энергия волн как альтернативный источник энергии. Энергия волн — энергия, которую волны переносят по поверхности воды. Это неисчерпаемый источник, пригодный для получения электричества. Для преобразования энергии волны в электроэнергию сооружают волновые электростанции. Их монтируют непосредственно в воде.

В перспективе волновая генерация может за год выдать 4 ТВт в прибрежных зонах и до нескольких десятков ТВт в открытом море.

Преимущества использования энергии волн:

- волновая электростанция способна заменить волногасители, защищающие береговую линию и прибрежные сооружения от разрушения;

- волновые электрогенераторы малой мощности можно монтировать непосредственно на мостовых опорах, причалах, принимая мощность волн;

- удельная мощность волнения волн выше удельной мощности ветров на 1-2 порядка, соответственно волновая энергетика может оказаться выгоднее, нежели ветряная.

Недостатки использования энергии волн:

- штормовая волна способна смять лопасти водяных турбин. Проблема решается методами искусственного уменьшения мощности, заключенной в волнах;

- некоторые типы генераторов представляют реальную угрозу для безопасности мореплавания;

- в местах установки отдельных видов агрегатов промышленное рыболовство становится невозможным [8].

Тротуарная плитка, генерирующая электричество. Уже несколько лет подряд по всему миру успешно внедряется новая технология – тротуарная плитка Pavegen, генерирующая энергию, когда пешеходы двигаются по ней. Благодаря этой технологии, уменьшается зависимость человечества от электросетей. Устройство разработано из специального гибкого материала, который был получен после переработки автопокрышек. Нержавеющая сталь образует корпус. Когда человек наступает на плитку, она прогибается на пол сантиметра, при этом тротуарная плитка генерирует электричество.

Электричество от шагов накапливается в аккумуляторе или идет непосредственно на питание фонарей, дорожных знаков, рекламных вывесок, витрин и т.п. Сейчас во многих городах мира используют такие преобразователи кинетической энергии в электричество, причем его можно хранить для дальнейшего использования. Тротуарная плитка, генерирующая электроэнергию предназначена для оживленных пешеходных улиц мегаполисов. Данная технология является важным шагом на пути генерирования чистой энергии в любом месте, где можно уложить плитку.

Плитка выполняется целиком из переработанных материалов. Верхняя часть состоит из каучука. Технологию можно внедрять в уже существующее покрытие или применять при строительстве нового. Плитка выдерживает большие нагрузки, даже в самых людных местах. Она водонепроницаема, так что можно использовать ее как в помещении, так и на улице [9].

Энергия биомассы. К понятию биомассы относят различные сырьевые энергоресурсы растительного происхождения: древесину лесов, торф, отходы сельскохозяйственного производства и т. д.

Большой энергетический потенциал и возобновляемый характер стимулируют развитие технологий получения энергии из биомассы. Сегодня использование биомассы в энергетических целях является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей возобновляемой энергетики. В странах ЕС доля энергии, получаемой из биомассы, достигает 55 % от всей энергии, вырабатываемой с использованием возобновляемых энергоресурсов. Для использования в энергетических целях сухой биомассы наиболее эффективны термохимические технологии (прямое сжигание, газификация, пиролиз и др.). Для влажной биомассы применяются биохимические технологии переработки с получением биогаза (анаэробное разложение органического сырья) или жидких топлив (процессы сбраживания). Следует отметить, что энергетическая плотность биомассы значительно меньше, чем у угля и нефти, поэтому ее транспортировка на значительные расстояния для получения энергии экономически не выгодна. Большинство видов биомассы не пригодно для длительного хранения из-за быстро-

го разложения. Соответственно технологии энергетического преобразования биомассы подразделяются на технологии непосредственного получения энергии из биомассы и технологии ее переработки с целью последующего использования.

Для использования в энергетических целях влажной биомассы животноводческих отходов используется технология анаэробного сбраживания. Как и в случае пиролиза, процесс происходит при отсутствии воздуха, однако разложение сырья происходит под воздействием бактерий, а не высоких температур.

Получаемый в процессе брожения биогаз содержит 60...70 % метана, 30...40 % двуокиси углерода, небольшое количество сероводорода, примеси водорода, аммиака и окислов азота. Процесс сбраживания может занимать от 10 дней до нескольких недель. Довольно распространенной технологией сегодня становится производство биотоплива из специально выращиваемых сельскохозяйственных культур: рапс, соя, подсолнечник и др. Наиболее распространены два вида топлива: биоэтанол и биодизель [10].

В Республике Таджикистан климат достаточно теплый, лето продолжается более шести месяцев, поэтому на наш взгляд, одним из наиболее перспективных источников является использование энергии солнца. Так как 93% территории Таджикистана составляют горы, то это затрудняет поставку электроэнергии обычным способом тем, кто живет в горах. Если использовать солнечные батареи можно решить не только эту проблему, но и ряд других, таких как затраты на систему электроснабжения, потери энергии при передаче на большие расстояния и другие.

Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Экологическая оценка последствий увеличения количества автомобильного транспорта / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев, С.В. Мартынов // Наука – агропромышленному комплексу // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-методической конференции посвященной 98-летию академии. – 2009. – С. 177-181.
2. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс.... канд. техн. наук / Александр Леонидович Бирюков. – Санкт-Петербургский ГАУ, 2011 – 177 с.
3. Бирюков, А.Л. К вопросу о перспективах применения альтернативных видов моторных топлив / А.Л. Бирюков // Первая ежегодная смотр-сессия аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. – ВГМХА, 2007. – С. 103-106.
4. Зеленая энергетика будущего необходима для выживания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.priroda.su/item/11420>
5. Автожурнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://motocarrello.ru>

6. Геотермальная энергия: плюсы и минусы. Геотермальные источники энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.syl.ru/article/173209/new_geotermalnaya-energiya-plyusyi-i-minusyi-geotermalnyie-istochniki-energii
7. В каких странах используется энергия приливов и отливов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/289545/v-kakih-stranah-ispolzuetsya-energiya-prilivov-i-otlivov>
8. Энергия волн как альтернативный источник энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekoenergia.ru/alternativnaya-gidroenergetika/energiya-voln.html>
9. Энергия из тротуарной плитки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://msc-plitka.ru>
10. Энергия биомассы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studbooks.net/1846853/matematika_himiya_fizika/energiya_biomassy

УДК 539.3/.6

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ШПРЕНГЕЛЬНЫХ БАЛОК И ФЕРМ

Руденко Алексей Дмитриевич, студент

Послед Ян Валерьевич, студент

*Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассмотрены типы шпренгельных балок, область применения данных конструкций, приведен пример расчета методом сил, указаны особенности расчета.

Ключевые слова: шпренгельная балка; статически неопределимые системы; порядок расчета методом сил

Стержневые системы, содержащие дополнительные элементы кроме основных, называются шпренгельными балками. Такие конструкции предназначены для уменьшения изгибающих моментов, обусловленных расположением внешней нагрузивне узлов и для увеличения жесткости всей системы.

Под понятием «шпренгель» понимается стержневая конструкция, дополнительная к основной несущей конструкции и служащая для её усиления.

Шпренгельные балки делятся на два типа. К первому типу относятся балки, дополнительные элементы которых составлены только из стоек и нижней обвязки пояса (рисунок 1,а); ко второму – балки, шпренгель которых представляет собой ферму с неизменяющейся (треугольной) решеткой (рисунок 1,б).

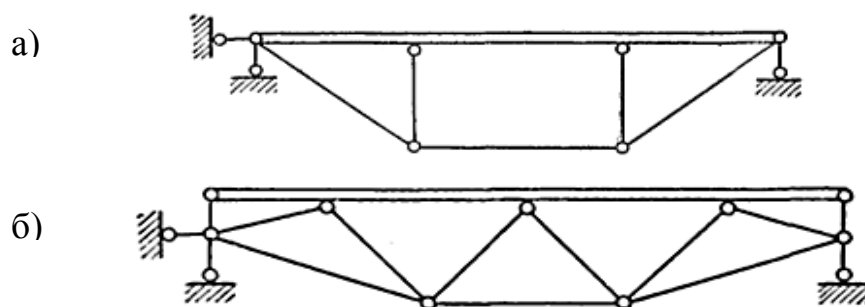


Рис. 1. Типы шпренгельных балок

Верхний пояс шпренгельной балки (собственно балка) работает главным образом на поперечный изгиб, а все прочие элементы (стержни шпренгеля) – только на растяжение или сжатие [1].

Для уменьшения панелей грузового пояса в фермах больших пролетов применяют установку дополнительных ферм – шпренгелей, опирающихся в узлы пояса. Обычно стержни шпренгелей объединяют со стержнями основной фермы, получая шпренгельную ферму (рисунок 2).

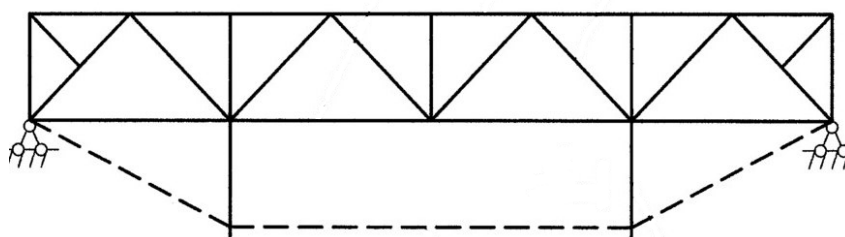


Рис. 2. Схема шпренгельной фермы

В зависимости от расположения шпренгелей в ферме различают односторонние и двусторонние шпренгели.

Примером использования данных конструкций в агропромышленном комплексе могут служить быстровозводимые коровники и навесы для хранения сельскохозяйственной техники (рисунки 3 и 4).

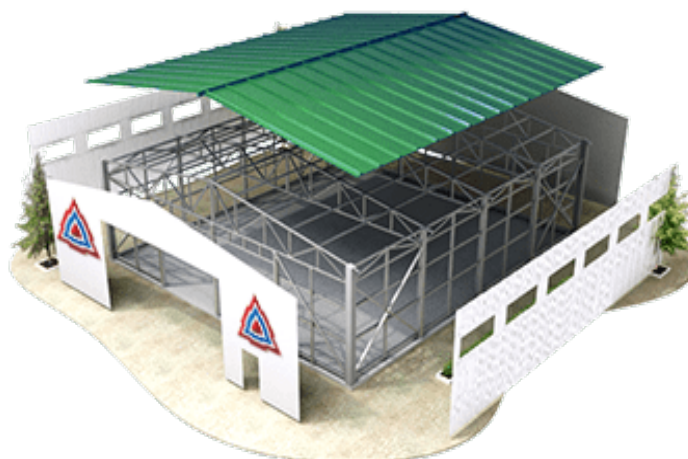


Рис. 3. Быстровозводимый коровник



Рис. 4. Навес для сельскохозяйственной техники

Такие системы являются статически неопределимыми; степень статической неопределимости может равняться 1 и более.

Приведенная на рисунке 5 система представляет собой неразрезную балку 6 и дополнительный элемент, состоящий из шарнирно-связанных стержней 1-5.

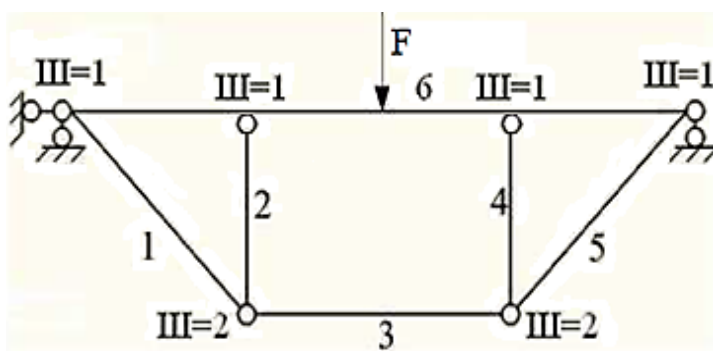


Рис. 5. Определение степени статической неопределимости шпренгельной балки

Степень статической неопределимости:

$$H = 3D - C_s - C_o = 3 \cdot 6 - 2 \cdot 8 - 3 = 1,$$

где D – число стержней,

Ш – число простых одиночных шарниров, определяемое как

$$\text{Ш} = C - 1,$$

C – число стержней сходящихся в узле.

C_o – число опорных стержней.

Порядок расчета шпренгельных систем методом сил следующий [2]:

1. Устанавливается число лишних связей, то есть определяется степень статической неопределимости.

2. Выбирается основная система (отбрасываются лишние или перерезаются стержни для превращения заданной системы в статически определимую). При этом основная система должна быть статически определенной, геометрически неизменяемой.

3. Основная система загружается внешней нагрузкой и усилиями отброшенных связей, то есть образует эквивалентную систему.

4. Составляются канонические уравнения метода сил:

$$\delta_{11} \cdot X_1 + \delta_{12} \cdot X_2 + \dots + \delta_{1n} \cdot X_n + \Delta_{1p} = 0,$$

$$\delta_{21} \cdot X_1 + \delta_{22} \cdot X_2 + \dots + \delta_{2n} \cdot X_n + \Delta_{2p} = 0,$$

$$\delta_{n1} \cdot X_1 + \delta_{n2} \cdot X_2 + \dots + \delta_{nn} \cdot X_n + \Delta_{np} = 0.$$

Эти уравнения выражают требование, чтобы основная система деформировалась под действие внешних нагрузок и сил $X_1, X_2, \dots, X_n$ точно так же, как и заданная статически неопределимая система, т. е. перемещения по направлению отброшенных (порезанных) связей должны равняться нулю.

Коэффициенты δ_{ik} уравнений представляют собой перемещения в основной системе от действия единичных сил, приложенных вместо лишних неизвестных.

5. Определяются усилия в стержнях шпренгеля от единичной силы, используя способ вырезания узлов. Составляются уравнения равновесия проекций сил на оси X и Y .

6. Строится эпюра продольных усилий в элементах шпренгеля от действия единичных сил.

7. Строится единичная эпюра изгибающих моментов для балки.

8. Строится грузовая эпюра изгибающих моментов. Для этого загружается основная система внешней нагрузкой.

9. Определяются коэффициенты канонических уравнений при неизвестных с помощью интеграла Максвелла-Мора или способа Верещагина.

10. Определяются неизвестные усилия.

11. Выполняется построение окончательных эпюр изгибающих моментов и продольных сил.

12. Строится эпюра поперечных сил методом вырезания стержней по эпюре изгибающих моментов.

13. Выполняется деформационная проверка.

На рисунке 6 показаны заданная один раз статически неопределимая шпренгельная балка, два варианта основной системы (врезание шарнира в балку или разрезание стержня) и эквивалентная система.

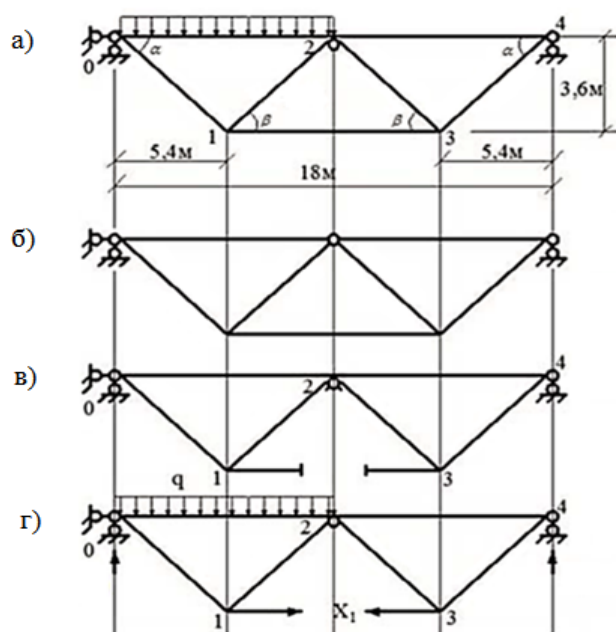


Рис. 6. Пример выбора основной и эквивалентной систем при расчете шпренгельной балки: а) заданная система; б) и в) варианты основной системы; г) эквивалентная система

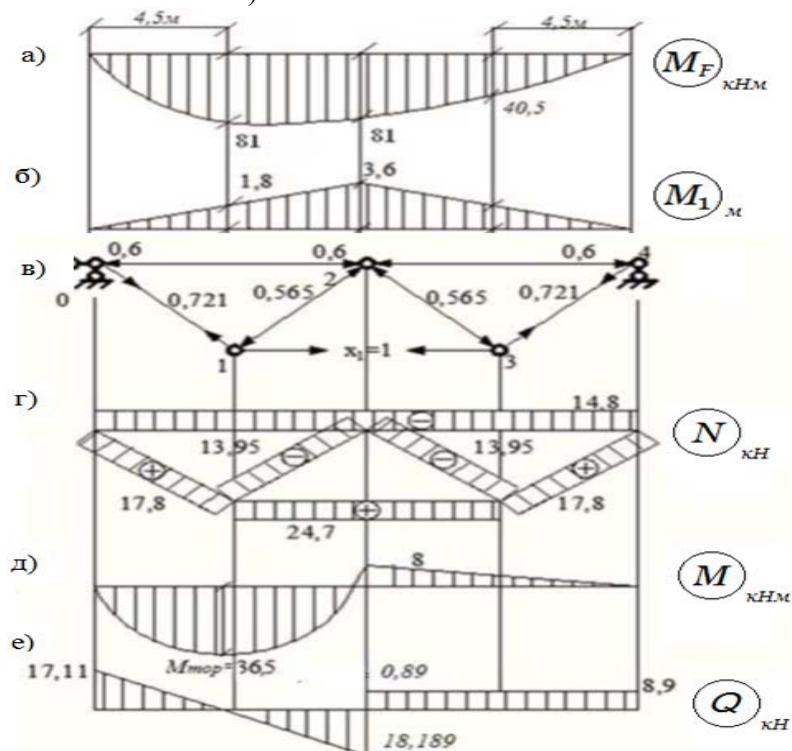


Рис. 7. Пример построения эпюр внутренних силовых факторов при расчете шпренгельной балки: а) грузовая эпюра; б) единичная эпюра; в) схема для построения эпюры продольных сил; г) эпюра продольных сил; д) эпюра изгибающих моментов; е) эпюра поперечных сил

Построенные для расчета коэффициентов канонических уравнений грузовая, единичная эпюры и окончательные эпюры продольных сил, изгибающих моментов и поперечных сил представлены на рисунке 7.

Приведенный пример расчета только один раз статически неопределимой шпренгельной балки демонстрирует его сложность и трудоемкость.

Особенность определения коэффициентов канонических уравнений шпренгельных балок состоит в учете влияния продольных сил на величину перемещений.

Все рассмотренные конструкции являются однопролетными балками, основной проблемой которых является появление значительных прогибов в процессе эксплуатации. Использование шпренгельных систем обеспечивает повышение жесткости сооружений и уменьшение прогибов, что компенсирует сложность расчетов и увеличение массы конструкции.

Список литературы

1. Руденко, Н. Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин : учебное пособие для вузов / Н. Ф. Руденко, М. П. Александров, А. Г. Лысяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1971. – 464 с.
2. Поляков, А. А. Строительная механика: учебное пособие / А. А. Поляков, Ф. Г. Лялина, Р. Г. Игнатов; под общ. ред. А. А. Полякова. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 424 с.

УДК 636.084.74

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОЗИРОВАНИЕ КОРМОВ

*Ханков Александр Сергеевич, студент-бакалавр
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: разработаны устройства для индивидуальной дозированной раздачи кормов. С целью раздачи влажных кормов установлены вибропобудители и скребки, что уменьшает потери корма.

Ключевые слова: дозирование, корма, скребок, вибропобудитель, подаватель корма, шторка, рычажный механизм

Создание в хозяйствах прочной кормовой базы, ведение скотоводства на уровне современных научных знаний, его концентрация, специализация и всесторонняя механизация производства будут способствовать дальнейшему развитию и интенсификации этой отрасли.

Главное условие выживания сельских отечественных товаропроизводителей в современных рыночных условиях – выпуск конкурентоспособной продукции. Для этого необходимы современные технологии и технические средства, которые обеспечивали бы увеличение выхода продукции, снижение затрат труда, топлива, энергии и других материально тех-

нических ресурсов, а следовательно, получение прибыли, поэтому необходимо разрабатывать более эффективные энергосберегающие технологии и технические средства.

Установлено, что наибольший выход животноводческой продукции получается в том случае, когда корма скармливают животным в виде смесей. Основные процессы получения смесей – дозирование и смешивание. Дозирование – процесс отмеривания или отвешивания заданного количества материала с требуемой точностью. Степень точности обусловлена зоотехническими и технологическими требованиями, а также экономически обоснована.

Для раздачи кормов на фермах используют разнообразные по принципу действия и конструкции кормораздатчики. К машинам для раздачи кормов предъявляют сложный комплекс требований, и том числе:

- зоотехнические: продолжительность процесса раздачи кормов животным в одном помещении не должна превышать 20–30 минут; точность дозирования должна находиться для стебельчатых кормов – в диапазоне $\pm 15\%$, а для концентрированных – в диапазоне $\pm 5\%$; возвратимые потери корма не должны превышать 1%, невозвратимые потери не допускаются;
- технико-экономические: универсальность в раздаче различных по виду и консистенции кормовых продуктов; долговечность и высокая надежность машины в работе; малые энергоемкость и металлоемкость; удобство и безопасность в эксплуатации; автоматизация выполняемых рабочих процессов.

Помимо высокого качества кормов, современные комплексы нуждаются в их точной дозировке и прогрессивном способе раздачи. Технически сложную проблему представляет дифференцированное распределение самых дорогих концентрированных кормов. Зоотехническая наука рекомендует скармливать концентрированные корма малыми дозами в строгом соответствии с продуктивностью и фазой биологического цикла коровы, т.е. по индивидуальному принципу.

Именно это стало причиной разработки новых устройств для дозированной раздачи кормов в ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

Устройство для дозированной раздачи кормов [1] обеспечивает индивидуальную выдачу кормов по потребности животного, имеет упрощенный механизм регулировки нормы выдачи корма.

Устройство (рис. 1.) работает следующим образом. При нажатии коровой на рычаг с кнопкой 1, через рычаги 2, 3 поворачивается двухгранная защелка 4, тем самым выходя из зацепления с кулачком 5 нижней гранью. При повороте барабанного лопастного дозатора 7 на 90 градусов кулачок стопорится верхней гранью защелки. Порция корма высыпается в кормушку 8, после чего дозатор заполняется из бункера 6 с тангенциальной подачей. При прекращении воздействия на рычаг с кнопкой под действием возвратной пружины защелка выходит из зацепления с кулачком. Дозатор

снова поворачивается на 90 градусов. Порция корма высыпается, после чего защелка останавливает выдачу корма нижней гранью. При повторном нажатии на рычаг с кнопкой, операции повторяются при следующем кормлении.

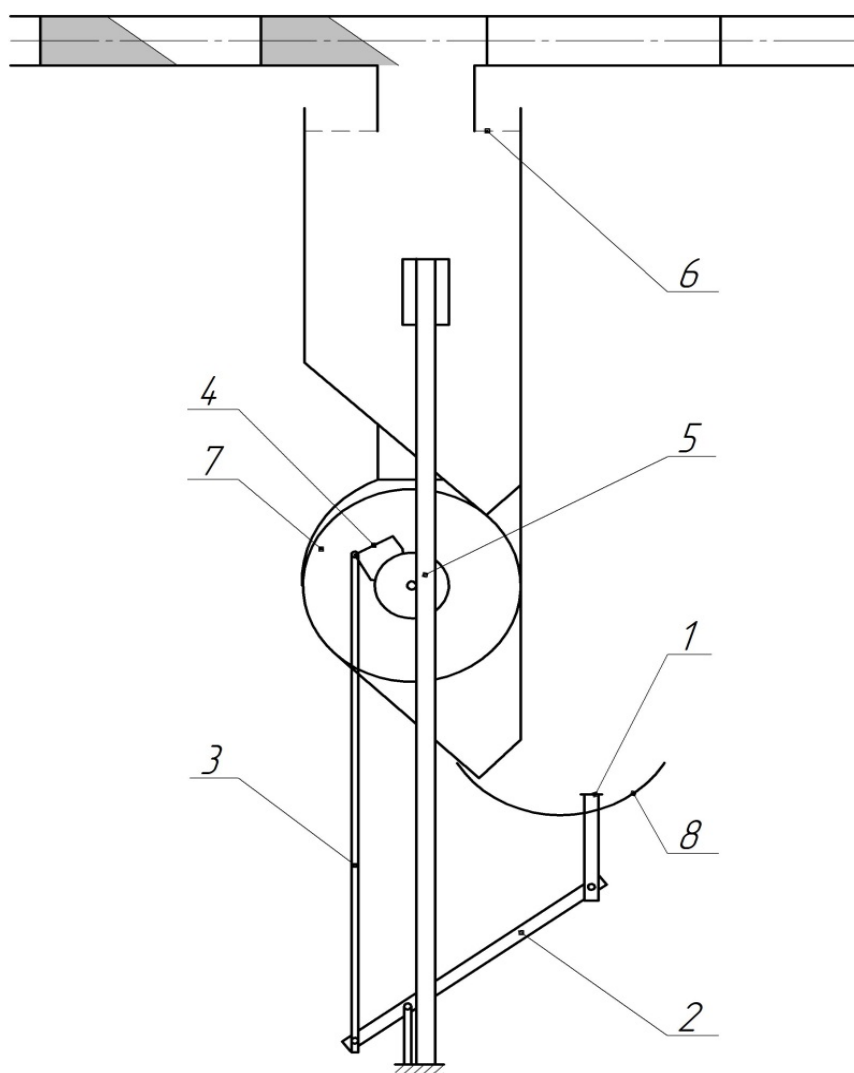


Рис. 1.

Устройство (рис. 2) состоит из корпуса 1, рычажного механизма 2, пружины 3, заслонки 4, ползуна 5, опоры 6, нажимного рычага 7, кормушки 8, направляющей трубы 9, вибропобудителя 10. Устройство работает следующим образом.

Для получения порции корма, животному необходимо нажать на нажимной рычаг 7, рычажный механизм 2 через ползун 5 и опору 6 приводит в движение заслонку 4, состоящую из двух шторок, корм поступает в кормушку 8 по направляющей трубе 9, возврат шторок заслонки 4 в исходное положение производится пружиной 3, при подаче сочных кормов включаются вибропобудители 10, что позволяет препятствовать налипанию корма.

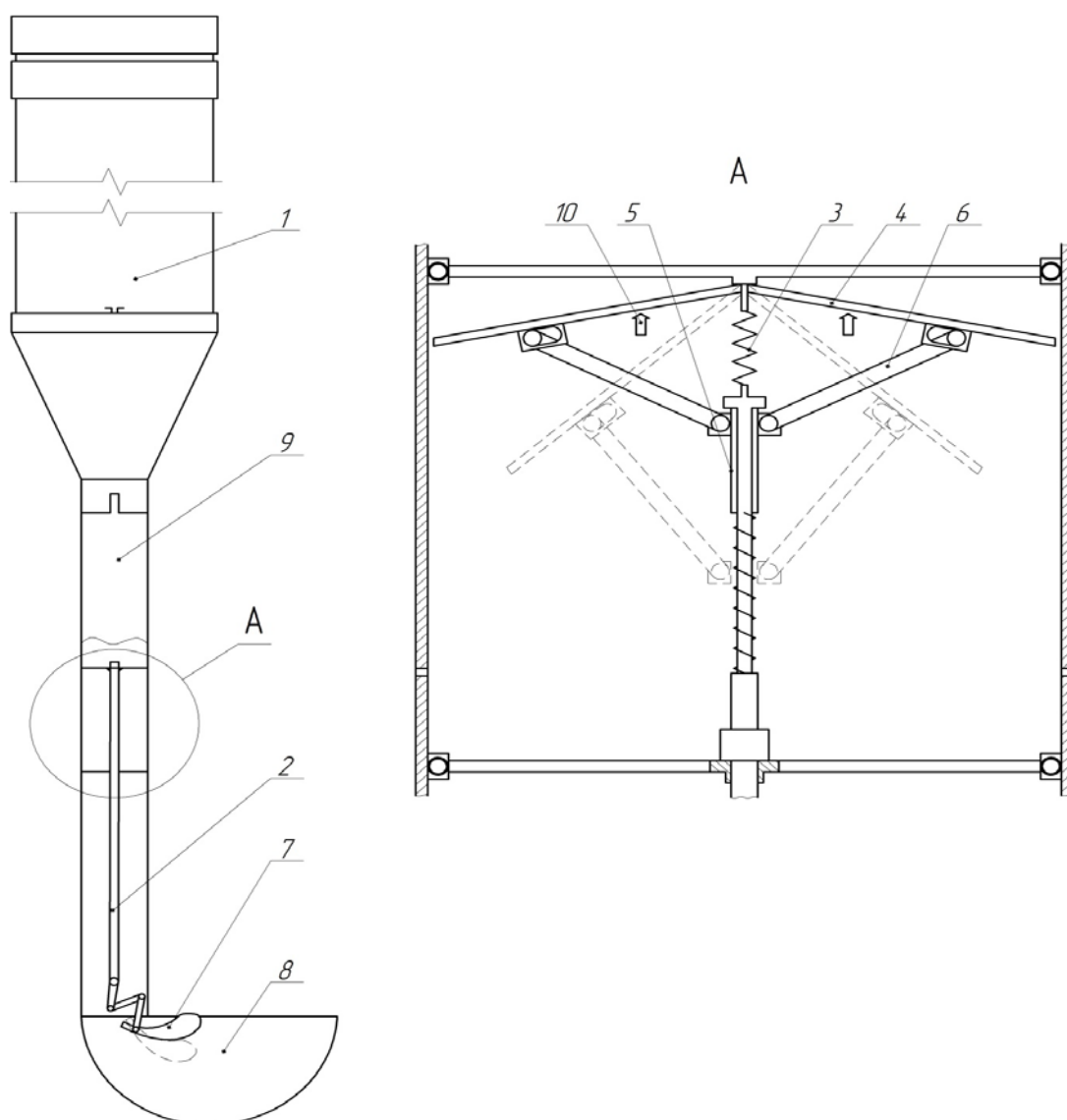


Рис. 2.

Также получены патенты на устройства для дозированной раздачи кормов [4, 5], которые позволяют индивидуально дозировать корм для каждого животного. Устройства снабжены скребками для предотвращения налипания корма, что позволяет автоматизировать процесс выдачи сочных кормов.

Разработанное устройство для дозированной раздачи кормов [6, 7, 8] позволяет выгружать и раздавать как сухие корма (концентраты собственного и промышленного размола), так и корма большой влажности от 50 до 70% (кормосмеси, состоящие из корнеплодов, концентратов, травяной муки и минеральных добавок) и плохой текучести (измельченные: сено, солома, сенаж или силос).

Разработанные устройства обеспечивают равномерную выдачу индивидуальных доз корма, позволяют раздавать корма различной влажности и регулировать норму выдачи корма.

Список литературы

1. Патент №153241 РФ, МПК А01К 5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов / Н.И. Кузнецова, И.Н. Кружкова, В.А. Сухляев, И.А. Васильев, А.А. Спиричев. Опубликовано 10.07. 2015 г. Бюл. №19.
2. Патент №158041 РФ, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов / Н.И. Кузнецова, И.В. Зефилов, А.И. Паутов, П.С. Мартынов, Р.В. Кокин. Опубликовано 20.12. 2015 г. Бюл. №35.
3. Патент на полезную модель РФ №122242, А 01 К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов / И.Н. Кружкова, В.А. Сухляев, Н.И. Кузнецова, И.Н. Кружков, Ю.Н. Кружкова, А.И. Паутов. Опубликовано 27.11 2012 в БИ №33.
4. Патент №161752 РФ, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов/ И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, А.И. Паутов. Опубликовано 10.05. 2016 г. Бюл. №13.
5. Патент №176216 РФ, МПК А01К 5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов / С.В. Гайдидей, Н.И. Кузнецова, И.В. Зефилов, А.И. Паутов, А.С. Ханков. Опубликовано 12.01. 2018 г. Бюл. №2.
6. Патент № 2316953 РФ, МПК А01К5/00. Устройство для дозированной раздачи кормов / В.Н. Туваев, С.В. Гайдидей, О.В. Корольский. Опубликовано 20.02.2008 г. Бюл. №5.
7. Гайдидей, С.В. Механизация раздачи влажных кормосмесей / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – №11. – С. 24-25.
8. Гайдидей, С.В. Раздача влажной подкормки в доильном зале / С.В. Гайдидей, В.Н. Туваев // Сельский механизатор. – 2011. – №12. – С. 23.

УДК: 631.61

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Судакова Мария Сергеевна, студент-бакалавр
Фирсов Антон Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, Тверская обл., п. Сахарово, Россия*

***Аннотация:** в статье приведен анализ технических средств для выполнения операций по восстановлению залежных земель, выделена классификация машин по видам выполняемых работ. На каждом из этапов кратко дана характеристика особенностей работы машин. Выявлены и сформулированы перспективы развития основных рабочих органов выполняемых технологических операций.*

***Ключевые слова:** мелиоративные машины, почва, лес, поле, залежные земли*

Россия занимает одну из ведущих позиций в мире по производству сельскохозяйственной продукции. В рамках задачи импортозамещения в сложившейся ситуации в стране крайне важно проводить мероприятия, направленные на восстановление заброшенных земель и увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции.

При подготовке земель к освоению выполняют следующие виды работ: очистку полей от кустарника, деревьев; корчевание и сбор пней; сбор, погрузку и транспортировку растительности с измельчением; очистку от камней и корневых остатков; выравнивание полей; первичную обработку; выравнивание вспаханной поверхности и другие технологические операции.

В результате проведенного анализа нами составлена классификация машин по восстановлению залежных земель по обобщенным признакам проведения соответствующих технологических операций (рисунок 1)



Рис. 1.

Проведем анализ техники по выполняемым видам работ. На первом этапе выделим машины для удаления деревьев и кустов.

Для удаления древесной растительности с диаметром стволов 20-25 см и более применяют машины и орудия, которые по технологическому процессу можно разделить на корчующие деревья с корнями и перепиливающие ствол.

Для погрузки и перевозки леса используют машины для загрузки лесоматериалов в штабеля или на специальный транспорт, а также для разгрузки транспорта и штабелей.

Назначение кусторезов – срезание надземной части кустарниковых зарослей. Общие требования к этим машинам следующие: низкий срез кустарника, минимальное нарушение дернового покрова, удаление небольших пней и кочек, возможность работы на поверхностях с не равнинным

рельефом и на грунтах со слабой несущей способностью, достаточная боковая устойчивость.

Корчевальные машины удаляют пни и растительность вместе с корневой системой. По типам работ можно выделить комбинированные корчевальные машины; машины подрезающие корни и измельчающие пни.

Для измельчения различных форм древесины существует большое разнообразие измельчителей. Их размеры, форма и механизм действия зависят от типа перерабатываемого материала, масштабов выполняемой работы, условий работы и других характеристик.

Следующим этапом подготовки земель для посева сельскохозяйственных культур является работа машин для подготовки к основной обработке почвы.

Машины для глубокого фрезерования земель предназначены для сплошного фрезерования закустаренных земель, уничтожения кочек, мохового очёса, измельчения погребённой древесины.

Срезанную растительность собирают в валы и кучи кустарниковыми граблями, корчевателями-собирающими. Кустарниковые грабли бывают с передним и задним рабочим органом. Древесные остатки подбирают различными способами: вычесыванием, сбором в валки или сбором в специальные бункера для вывоза с очищаемого участка.

Камнеуборочные машины осуществляют уборку камней с поверхности почвы, проникая на глубину до 15 см. Одновременно с этим производится первичная обработка грунта перед высадкой культурных растений. Рабочая ширина подборщика камней может составлять от четырех до шести метров.

Основная обработка почвы является составной частью комплекса культуртехнических мероприятий, для ее выполнения используют кустарниково-болотные плуги и дисковые плуги, специальные бороны, почвообрабатывающие фрезы, кочкорезы, рыхлители, удалители мохового очёса, планировщики, катки и другие машины и орудия [1].

Кустарниково-болотные плуги подразделяют на одно- двух- и трехкорпусные. Специальные бороны применяют для разделки пласта, поднятого кустарниково-болотными плугами, ликвидации кочек, а так же для обработки и ухода за лугами и пастбищами.

Бороны бывают дисковые и ножевые. По способу агрегатирования их выполняют прицепными и навесными с ручным, гидравлическим и комбинированным управлением. Рабочими органами дисковых борон являются вырезные сферические диски, собранные в батареи на общей оси. По числу батарей дисковые бороны бывают двух- и четырехсекционные [3].

Почвообрабатывающие фрезы предназначены для обработки почвы при освоении осушенных болот с кочками, сильно развитым моховым очесом, зерниной, при коренном улучшении лугов и пастбищ, а также разделки пластов после вспашки. Фрезы выполняются прицепными и навесными.

Катки используют для прикатывания поверхности почвы после разделки пластов с целью регулирования водно-воздушного и теплового режима пахотного слоя, его выравнивание и предохранение от ветровой эрозии [2].

Проведение культуртехнических мероприятий по восстановлению залежных земель позволяет в короткие сроки увеличить посевные площади для различных сельскохозяйственных культур.

Использование высокотехнологичных рабочих органов проанализированных типов машин позволяет повысить качество обработки почвы для дальнейшего посева и, как следствие, повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Одним из перспективных направлений развития данной тематики является использование комбинированных машин, позволяющих проводить одновременно несколько технологических операций, в том числе подсева мелкосеменных культур и внесения удобрений.

Список литературы

1. Васильев, Б.А. Мелиоративные машины / Б.А. Васильев, В.Б. Грантман, В.В. Комиссаров и др.; Под редакцией И.И. – М.: Мера: Колос, 1980. – 351 с.
2. Каток 3-ККШ-6 чугунный, прицепной 460 мм [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.agroopttorg2009.com/article/13046>
3. Что такое борона: описание, виды, особенности и устройство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/352793/chto-takoe-borona-opisanie-vidyi-osobennosti-i-ustroystvo>

УДК 631.331: 631.315.2

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ДЛЯ ВЫСЕВА СЕМЯН МЕЛКОСЕМЕННЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

***Панкратова Ирина Сергеевна, студент
Лысый Сергей Петрович, науч. рук., к.т.н., преподаватель
Филиал СамГУПС в г. Пензе, г. Пенза, Россия***

Аннотация: качество работы высевающих аппаратов напрямую зависит от неустойчивости общего высева, неравномерности распределения семян по длине рядка, непрерывности и равномерности потока высеваемых культур, дробления семян, удобства в настройке, наименьшей трудоемкости при высеве семян малыми нормами.

Ключевые слова: сеялка, мелкосеменные масличные культуры, высевающий аппарат

Основными агротехническими требованиями, предъявляемыми к посеву, являются равномерное распределение семян по длине ряда, устойчивость общего высева, минимальное дробление посевного материала [1].

Значительный вклад в развитие современных конструкций посевных машин и комплексов, высевающих аппаратов для посева семян мелкосеменных масличных культур внесли ученые С.В. Вдовкин, В.П. Горячкин, С.А. Ивженко, Ю.М. Исаев, С.В. Кардашевский, А.Н. Карпенко, Н.И. Кленин, Н.П. Крючин, В.Е. Комаристов, М.Н. Летошнев, Н.П. Ларюшин, Г.Е. Листопад, А.Н. Морозов, А.М. Петров, М.В. Сабликов, Ю.А. Савельев, А.Н. Семенов, Н.М. Семашкин, М.Н. Чаткин, R.U. Tissen, G.V. Brook, R.H. Steen и др.

Для выявления оптимальных конструкций высевающих аппаратов необходимо провести их анализ. Классификация высевающих аппаратов представлена на рисунке 1 [2].

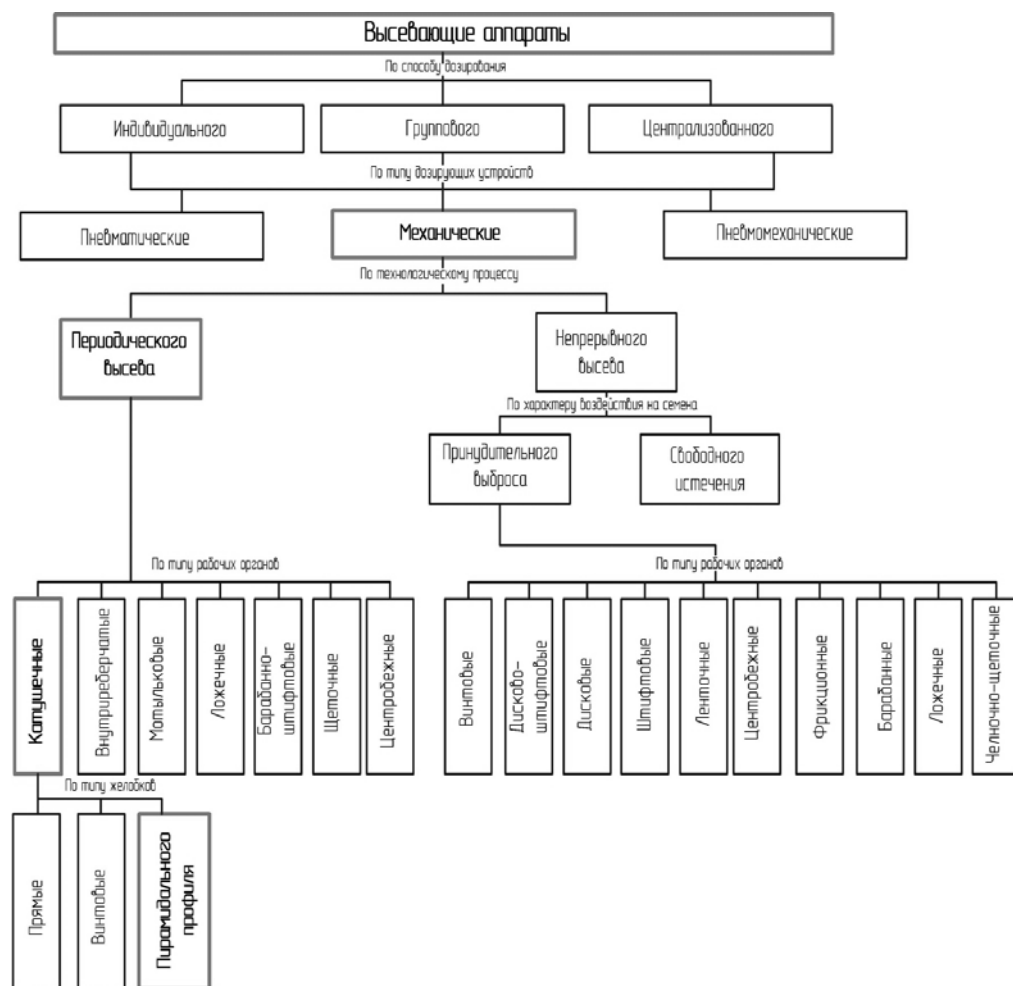


Рис. 1. Классификация высевающих аппаратов

На современном этапе развития сельского хозяйства наибольшее распространение получили механические высевающие аппараты катушечного типа. Посев семян мелкосеменных масличных культур данными вы-

севающими аппаратами наиболее прост по причине конструктивных особенностей. От принципа работы высевающего аппарата зависит равномерность потока семян [3].

Основными недостатками данных конструкций являются неустойчивость общего высева, неравномерность распределения семян по длине рядка, дробление посевного материала и трудоемкость выполняемых работ при переходе на высев других культур.

Все это приводит к снижению урожайности культуры [4].

Проведен анализ существующих зарубежных и отечественных высевающих аппаратов для улучшения конструкции в направлении снижения неустойчивости общего высева, неравномерности распределения семян по длине рядка и дробления посевного материала.

Под руководством американского исследователя В.М. Сесил фирмы Morris-Rod Weeder был разработан катушечный высевающий аппарат с шайбой для высева семян мелкосеменных культур (рисунок 2).

Высевающий аппарат содержит катушку 1 для посева семян зерновых культур, катушку 6 для высева семян мелкосеменных культур, установленную на приводном валу 2, высевную коробку 3, нижний клапан 4, установленный на валу 5, и заслонку 7 [1].

Недостатком данной конструкции высевающего аппарата является то, что при работе сложно установить малую норму высева семян, в результате чего увеличивается неустойчивость общего высева и ухудшается равномерность распределения семян мелкосеменных масличных культур по длине рядка [2].

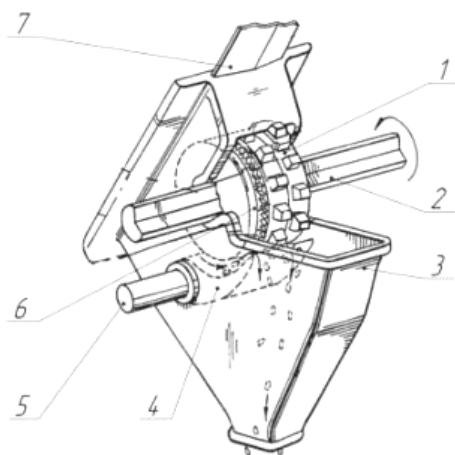


Рис. 2. Схема катушечного высевающего аппарата (Патент U, S 4500017): 1 – катушка для зерновых культур; 2 – приводной вал; 3 – высевная коробка; 4 – нижний клапан; 5 – вал; 6 – катушка для высева семян мелкосеменных культур; 7 – заслонка

Под руководством группы российских изобретателей А.К. Нанаенко, Г.Г. Локтионова, А.А. Абрамова был разработан катушечный высевающий аппарат с шайбой в виде кольцевой выемки для посева семян мелкосеменных культур (рисунок 3) [3].

Аппарат содержит семенную коробку 3 с переставным доньшком 7, рифленую катушку 2, розетку 4 с вырезами для прохода рифлей катушки 2, холостую муфту 6 с выступами для прекращения подачи семян и шайбу 5 с кольцевой выемкой, прикрепленную к торцу катушки 2.

Катушка 2 и муфта 6 установлены на одном валу 1 с возможностью перемещения в осевом направлении. Шайба 5 имеет на торце кольцевую выемку 8 дугообразного профиля в виде четверти круга, эллипса и другой кривой.

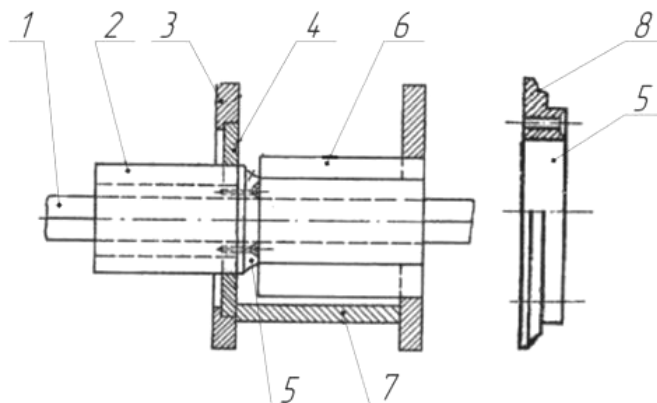


Рис. 3. Катушечный высевной аппарат (Авторское свидетельство № 942618):
1 – вал; 2 – рифленая катушка; 3 – семенная коробка; 4 – розетка; 5 – шайба; 6 – холостая муфта; 7 – переставное доньшко; 8 – кольцевая выемка

К недостаткам данного высевного аппарата можно отнести выполнение на торце шайбы 5 кольцевой выемки, имеющей дугообразный профиль, что приводит к нарушению заданной толщины потока семян под шайбой 5 за счет скатывания семян по дугообразному профилю в сторону торца холостой муфты 6. Недостатками данной конструкции являются неравномерность распределения семян мелкосеменных культур по длине рядка, расход семян, неустойчивость общего высева и дробление посевного материала [4].

Российские ученые М.В. Каримов, Д.В. Квиткин, А.Д. Квиткин разработали катушечный высевной аппарат для высева мелкосемянных культур (рисунок 4), который состоит из корпуса 1, 2, стянутого винтами 3 с гайками 4, внутри которого установлена высевная катушка 5 с наклонными косозубыми желобками, размещенная на валу 6 [3].

К недостаткам данного высевного аппарата можно отнести то, что применением его невозможно получить равномерный высев с меньшим дроблением мелких семян по причине установки в высевном аппарате катушки 5 с наклонными косозубыми желобками, так как семена имеющих мелкосеменных культур имеют разные коэффициенты трения по материалу косозубых желобков [2].

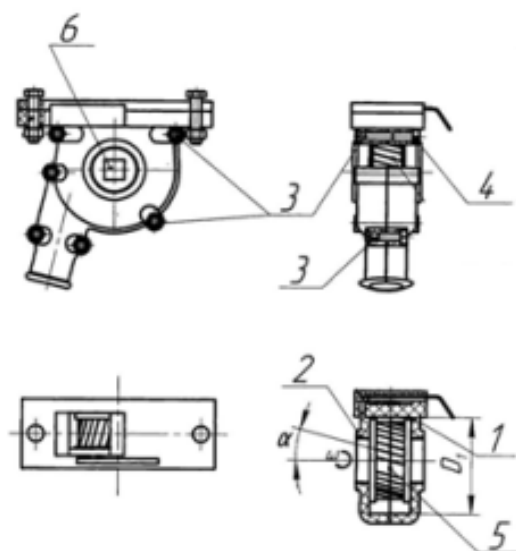


Рис. 4. Катушечный высевальный аппарат для мелкосемянных культур (Патент РФ № 2461171): 1 – правый корпус; 2 – левый корпус; 3 – винт; 4 – гайка; 5 – катушка с наклонными косозубыми желобками; 6 – вал

Российским ученым М.И. Полняковым разработан катушечный высевальный аппарат с желобками, выполненными в виде косого среза (рисунок 5), состоящий из корпуса 1, рифленой катушки 2, на выточку которой надевается и при помощи шпонки 3 крепится катушка 4, муфта 5 и компенсатор 6 [3].

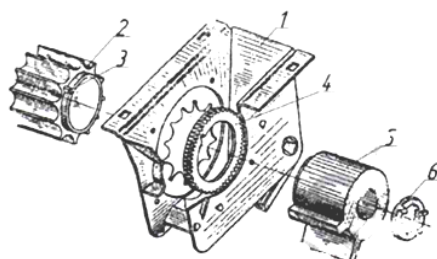


Рис. 5. Катушечный высевальный аппарат для мелкосемянных культур (Авторское свидетельство № 155684): 1 – корпус; 2 – рифленая катушка; 3 – шпонка; 4 – катушка; 5 – муфта; 6 – компенсатор

К недостаткам данного высевального аппарата можно отнести скачивание семян в одну сторону к муфте по желобкам катушки, выполненным в виде косого среза, в результате чего такие желобки заполняются хаотично с разным количеством семян, что приводит к неравномерному распределению семян мелкосемянных культур по длине ряда, несоблюдению однозернового заполнения, дроблению семян, плохому самоочищению желобков, сложности в изготовлении, дороговизне, сложности в настройке для высева малых норм по причине выполнения желобков катушки в виде косого среза с углом наклона граней желобков, большим углом трения се-

мян по материалу катушки. Все это приводит к снижению урожайности культуры [3].

Российским ученым Н.П. Ларюшиным разработан катушечный высевательный аппарат для высева мелкосеменных культур (рисунок 6), содержащий корпус 4, приводной вал 5, муфту 3, катушку 1 и шайбу 2 с мелкозубчатым профилем. Мелкозубчатый профиль шайбы 2 образован ячейками 9 [1].

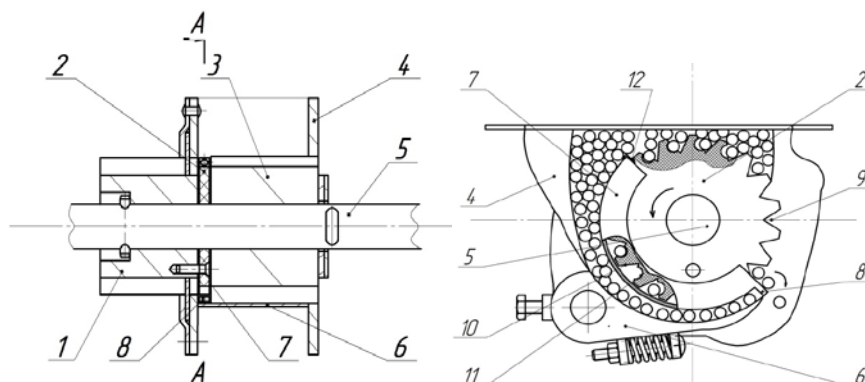


Рис. 6. Схема катушечного высевательного аппарата для высева мелкосеменных культур (Патент РФ № 2468561): 1 – желобчатая катушка; 2 – шайба с мелкозубчатым профилем; 3 – муфта; 4 – корпус; 5 – приводной вал; 6 – донце; 7 – шина; 8 – щиток; 9 – ячейка; 10 – передняя грань ячейки; 11 – задняя грань ячейки; 12 – щетка

К недостаткам данного высевательного аппарата можно отнести неустойчивость общего высева, дробление семян при заклинивании их в зазорах между боковыми поверхностями шины 7 и боковыми поверхностями шайбы 2 с мелкозубчатым профилем, а также в зазорах между основанием шины 7 и торцами зубьев шайбы 2 с мелкозубчатым профилем при отклонении ворса щетки 12. Кроме того, мелкозубчатый профиль шайбы 2, образованный ячейками 9, имеет плохую заполняемость семенами различных размеров, что приводит к пропускам семян при высеве их из высевательного аппарата, затрудняется установка точной и малой норм высева мелкосеменных культур, увеличивается неравномерность распределения семян по длине рядка.

Анализ катушечных высевательных аппаратов показал, что к основным их недостаткам относятся затрудненная установка малых и точных норм высева, пульсация при высеве семян, неустойчивость общего высева, повышенное дробление посевного материала, неравномерность распределения семян по длине рядка.

Список литературы

1. Лысый, С.П. Некоторые теоретические основы определения равномерного высева мелкосеменных масличных культур высевательным аппаратом / С.П. Лысый // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : сб. материалов Всеросс.

науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – Том II. – С. 35-36.

2. Лысый, С.П. Приборы для исследования высевающего аппарата мелкосеменных масличных культур / С.П. Лысый // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – С. 300-305.

3. Ларюшин, Н.П. Посевные машины. Теория, конструкция, расчет / Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев и др. – М.: Росинформагротех, 2010. – 292 с.

4. Кувайцев, В.Н. Влияние высевающего аппарата на равномерность высева мелкосеменных масличных культур / В.Н. Кувайцев, Н.П. Ларюшин, С.П. Лысый // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сб. мат-лов междунар. научн. практ. конф., посвященной Дню российской науки. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 12-14.

УДК 665.733

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ ПРИ РАБОТЕ С ПОДАЧЕЙ СМЕСИ ВОДЫ И ЭТАНОЛА

Чежин Иван Сергеевич, магистрант

Сесин Павел Валентинович, магистрант

*Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье приведено описание экспериментальной моторной установки для проведения исследований показателей двигателя внутреннего сгорания при работе с подачей водно-этанольной смеси на впуске.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, экспериментальная установка, планирование эксперимента, водно-этанольные смеси, эксплуатационные показатели

Целью экспериментальных исследований являлось изучение влияния подачи спиртоводной смеси совместно с топливом во впускной трубопровод бензинового двигателя на показатели работы, содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах (ОГ) бензинового двигателя.

Задачами экспериментальных исследований, вытекающими из указанной цели, являлись:

1. Сформировать экспериментальную установку для проведения моторных исследований.

2. Исследовать влияние спиртоводной смеси как компонента топлива на основные показатели работы двигателя.
3. Исследовать влияние подачи спиртоводной смеси на токсичность отработавших газов

В качестве объекта исследований принят макетный образец, созданный на базе карбюраторного четырехтактного двигателя ВАЗ-2105 Волжского автозавода. Комплектация двигателя соответствовала требованиям ГОСТ 18509-88 (рис.1).

Экспериментальная установка оснащена всеми необходимыми приборами и системами для проведения испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ 14846-81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний» и ГОСТ 10373-75 «Бензины автомобильные для двигателей. Методы детонационных испытаний» [1,2,5-8].



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки

Двигатель устанавливался на подmotorных стойках с металлорезиновыми амортизаторами и с помощью двухкарданного вала соединялся с валом электрической балансирной машины КИ-2139 ГОСНИТИ. Электротормоз может работать как в тормозном, так и в двигательном режиме. Для управления стендом имеется рабочий пульт [6-10].

Для поддержания заданной температуры охлаждающей жидкости (93...95° С) использовалась закрытая система охлаждения.

Система смазки двигателя штатная. При испытаниях использовалось минеральное моторное масло SAE 10W40.

Система питания двигателя помимо штатной системы подачи топлива включала в себя систему подачи воды, спирта или другого дополни-

тельного топлива. Подача дополнительного топлива осуществляется посредством капельницы.

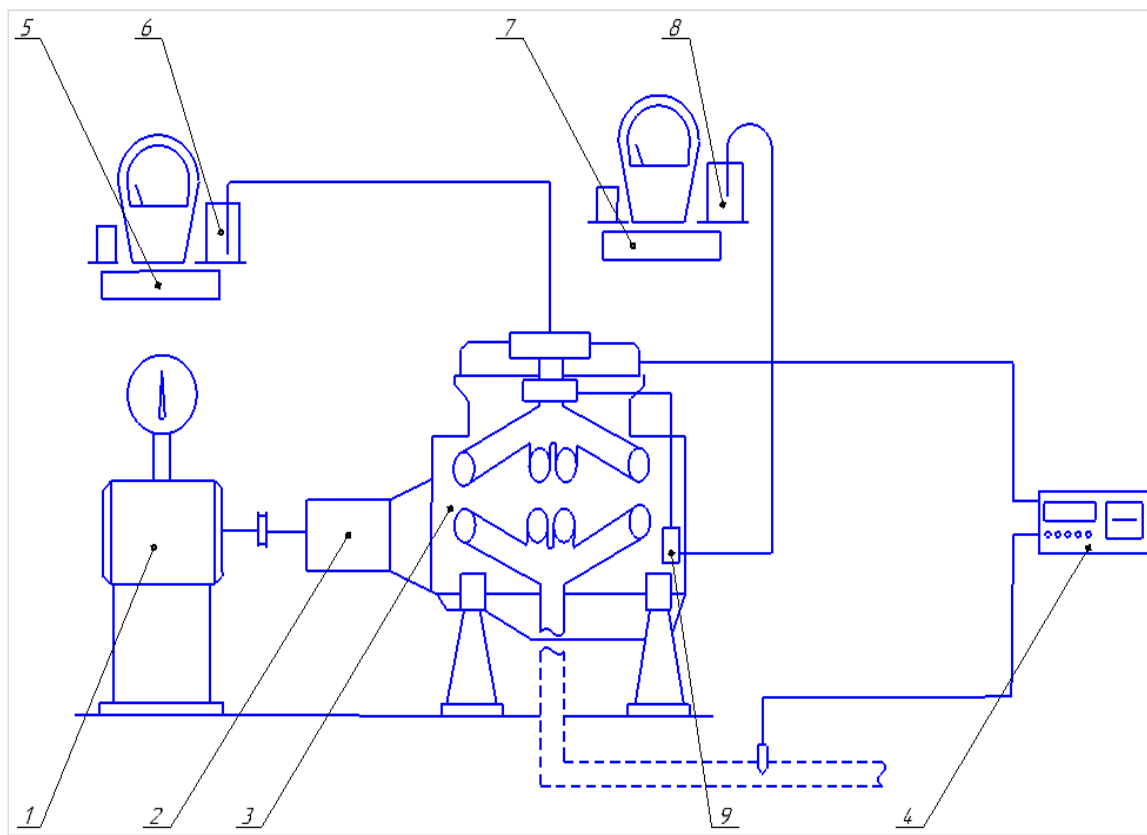


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

1 – нагрузочное устройство (КИ-2139); 2 – коробка перемены передач; 3 – четырехтактный карбюраторный двигатель ВАЗ-2105; 4 – газоанализатор многокомпонентный «АВТОТЕСТ– 02.03»; 5,7 – весы; 6,8 – мерный сосуд; 9 – штатный безонасос

Измерение расхода топлива и спиртоводной смеси осуществляется весовым способом.

В процессе испытаний используется штатная система зажигания [10].

Содержание токсичных компонентов CO , C_nH_m и NO_x в отработавших газах определяется многокомпонентным газоанализатором «АВТОТЕСТ– 02.03».

Крутящий момент на валу двигателя измеряется весовым устройством входящим в комплект установки КИ-2139. Частота вращения коленчатого вала двигателя измеряется с помощью газоанализатора «АВТОТЕСТ– 02.03».

Основные и предварительные испытания будут проведены на моторном испытательном стенде. Данные испытания будут проводится в несколько этапов, на первом этапе будет осуществлена работа двигателя без впрыска дополнительного топлива для проверки работоспособности и исправности двигателя, а также проверка работы датчиков.

На втором этапе будет снята внешняя скоростная характеристика двигателя при работе двигателя только на основном топливе для дальнейшего ее сравнения с характеристикой ДВС работающем на смесевом топливе. Испытания будут проведены при максимально открытой дроссельной заслонке, различных оборотах двигателя от холостого хода до номинальных оборотов для снятия характеристик двигателя.

Третий этап заключается в проверке разработанной системы питания для подачи топливноводноспиртовой смеси (ТВСС), позволяющей снизить содержание вредных веществ с отработавшими газами и расход топлива, увеличить срок службы двигателя и эксплуатационные показатели.

Предварительные испытания будут проводится на максимально открытой дроссельной заслонке и на той же частоте вращения и при той же нагрузке, что и при снятии характеристик ДВС работающей на стандартном топливе. Подача дополнительного топлива будет осуществляться в составе 35% этилового спирта и 65% дистиллированной воды. Данные опыты позволят обосновать проведение дальнейших исследований в данном направлении и позволят выявить эффективность данного метода.

Для дальнейших исследований разработана методика планирования эксперимента направленная на проверку влияния ТВСС на основные эксплуатационные и экологические показатели бензинового двигателя будет реализован трехфакторный эксперимент [3,4], который направлен на определение влияния основных факторов на мощность, крутящий момент, удельный расход топлива, выбросы вредных веществ CO , CH и NO_x с ОГ.

Факторы, влияющие на показатели работы двигателя (рис. 3).

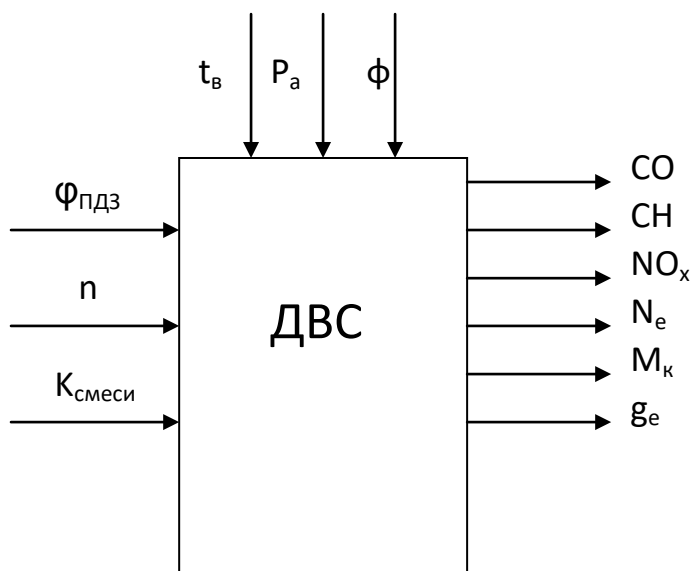


Рис. 3. Факторы, влияющие на показатели работы двигателя при подаче топливноводноспиртовой смеси, и критерии оптимизации

Управляемые факторы: положение дроссельной заслонки $\phi_{\text{ПДЗ}}$, %; частота вращения КВ n , мин^{-1} ; количество подаваемой воды от расхода

топлива $K_{\text{воды}}$, %, количество подаваемого спирта от расхода топлива $K_{\text{спирта}}$, %.

Неуправляемые факторы: температура окружающего воздуха $t_{\text{в}}$, °C; атмосферное давление $P_{\text{а}}$, Па; влажность окружающего воздуха ϕ , %.

Предельные значения управляемых факторов (табл.1) установили в результате проведения предварительных опытов и анализа литературных источников.

Задача сводилась к определению оптимального содержания воды и спирта в топливе, при котором достигается максимальное улучшение экологических показателей двигателя, снижение расхода топлива без ухудшения мощностных параметров.

Таблица 1 – Предельные значения факторов

Фактор	Значение	
	min	max
$\varphi_{\text{ПДЗ}}$, %	20	100
n , мин ⁻¹	1000	4000
$K_{\text{смеси}}$, %	0	20

Уровни факторов и интервалы варьирования отображены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни факторов и интервалы варьирования

Факторы	Кодовое обозначение	Обозначение	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				–	0	+
Положение дроссельной заслонки, %	X_1	$\varphi_{\text{ПДЗ}}$	80	20	60	100
Частота вращения КВ, мин ⁻¹	X_2	n	3000	1000	2500	4000
Количество смеси от расхода топлива, %	X_3	$K_{\text{смеси}}$	20	0	10	20

Разработана матрица [10] планирования эксперимента, по которой планируется провести дальнейшие исследования. Последовательность опытов представлена в таблице 3.

Полученные данные позволят получить математическую модель зависимости содержания вредных веществ в отработавших газах, мощности двигателя, крутящего момента и расхода топлива от изменяемых факторов в заданных пределах варьирования, для наглядности и удобства анализа результатов необходимо построить графики зависимостей.

Таблица 3 – Матрица планирования эксперимента

	n	f	ксмеси	Ne	Mk	Gт	ge	NOx	CO	CH
№	мин-1	%	%							
1	2500,0	60,0	10,0							
2	4000,0	60,0	20,0							
3	4000,0	100,0	10,0							
4	1000,0	20,0	10,0							
5	4000,0	20,0	10,0							
6	2500,0	60,0	10,0							
7	2500,0	100,0	0,0							
8	2500,0	100,0	20,0							
9	1000,0	100,0	10,0							
10	2500,0	20,0	0,0							
11	2500,0	20,0	20,0							
12	4000,0	60,0	0,0							
13	2500,0	60,0	10,0							
14	1000,0	60,0	20,0							
15	1000,0	60,0	0,0							

В данной статье нами изложены цель и задачи экспериментальных исследований, описана экспериментальная установка и этапы проведения моторных испытаний. Также спланирован трехфакторный эксперимент, полученные в котором данные позволят вывести математическую модель зависимости содержания вредных веществ в отработавших газах, мощности двигателя, крутящего момента и расхода топлива от изменяемых факторов в заданных пределах варьирования.

Список литературы

1. Генкин, К. И. Газовые двигатели / К. И. Генкин. – М.: Машиностроение, 1977. – 196 с.
2. Николаенко, А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей / А.В. Николаенко. – М.: Колос, 1984.
3. Скалыга, Н.Н. Улучшение показателей грузовых автомобилей с двигателями с искровым зажиганием в условиях эксплуатации путем применения смесевых топлив: автореф. дисс... / Н.Н. Скалыга. – Киев; 1996.
4. Асмус, Т.У. Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями / Т.У. Асмус, К. Боргнакке, С.К. Кларк и др.; Под. ред. Д. Хиллиарда, Дж. С. Спрингера; Пер. с англ. А.М. Васильева; Под ред. А.В. Кострова. – М.: Машиностроение, 1988. – 504 с.
5. Марков, В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
6. Плотников, С.А. Модернизация системы питания тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на этано-топливной эмульсии / С.А. Плотни-

- ков, М.В. Смольников, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017 – № 2(26). – С. 110-118.
7. Плотников, С.А. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов, А.Н. Карташевич А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017 – № 1(25). – С. 110-118.
8. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А.Л. Бирюков. –СПб., 2011 – 144 С.
9. Бирюков, А.Л. Оценка качественных показателей образования топливоводяных смесей в системах питания бензиновых двигателей. Научное управление качеством образования/ А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев // Сб. тр. ВГМХА по результ. раб. научно-метод. конференции. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.
10. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных свойств бензиновых двигателей за счёт применения топливоводяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев // Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей, тракторов и двигателей: Сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 2007. – С. 342-346.

УДК 621.43

СТАБИЛИЗАЦИЯ НАГРУЗОЧНОГО РЕЖИМА ТРАКТОРА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

*Хахлин Ярослав Александрович, студент-бакалавр
Раков Вячеслав Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье представлен анализ возможностей стабилизации нагрузочного режима работы сельскохозяйственной машины за счет использования комбинированных электро-механических энергетических установок. Представлены варианты компоновки последовательной и параллельной схемы расположения основных компонентов.

Ключевые слова: нагрузочный режим, расход топлива, гибридная энергоустановка, трансмиссия, режим работы

Улучшение эксплуатационных характеристик сельскохозяйственным машин с традиционным дизельным или бензиновым двигателем возможно за счет стабилизации режима работы энергетической установки.

Известно, что минимальный удельный расход топлива двигателя внутреннего сгорания (ДВС) может быть достигнут на нагрузочном режиме, близком к максимальному крутящему моменту двигателя. Однако в ре-

альных условиях скачки нагрузки на рабочем органе приводят к неуставившемуся режиму работы и, как следствие – повышению расхода топлива. При этом стабилизировать нагрузку на рабочем органе не всегда удается, например при трогании трактора с места с грузом, пуске кормораздатчика или заглоблении плуга [1-2].

Возможным путем решения этой проблемы использование адаптивных трансмиссий с электро-механической энергетической установкой [3]. Чаще такие энергетические установки называют гибридными.

Трактор с гибридной энергетической установкой (ГЭУ) обладает следующими важными преимуществами:

- увеличение крутящего момента на ведущих колесах при трогании с места и при увеличении скорости движения;
- упрощается сложная многоступенчатая трансмиссия при возможности бесступенчатого регулирования скорости;
- можно оптимизировать нагрузочные режимы энергетической установки по минимальному расходу топлива;
- понижается значение требуемой мощности ДВС.

Однако, при явных преимуществах, данная схема имеет и недостатки, основным из которых является повышение стоимости машины за счет применения дорогостоящих элементов ГЭУ: электродвигатель, силовой инвертор; генератор.

Эффективность ГЭУ, прежде всего, зависит от конструктивной схемы передачи энергии на рабочий орган машины (схемы ГЭУ). Наиболее распространены последовательная, параллельная и смешанная схемы ГЭУ.

При выборе типа применяемой схемы гибридной энергетической установки целесообразно учитывать следующие факторы: начальная стоимость применяемых компонентов тягового привода, компоновка и надежность [3].

В последовательной схеме соединения элементов, механическая энергия, вырабатываемая ДВС, преобразуется в электрическую с помощью генератора, затем часть её расходуется на заряд тягового накопителя энергии (ТНЭ), а другая часть с помощью электродвигателя передаётся на колёса. Блок-схема общей цепочки потерь в последовательном приводе представлена на рис. 1а.

ДВС в последовательной схеме не регулирует скорость движения, а работает в оптимальном для себя стационарном режиме, постоянно отдавая всю вырабатываемую мощность на заряд ТНЭ и движение.

При отсутствии нагрузки на колёсах и полном заряде батареи мощность не может быть реализована, в этом случае ДВС отключается.

Исходя из этого, можно сделать утверждение, что вся вырабатываемая ДВС мощность будет потрачена на движение и потери в приводе (1).

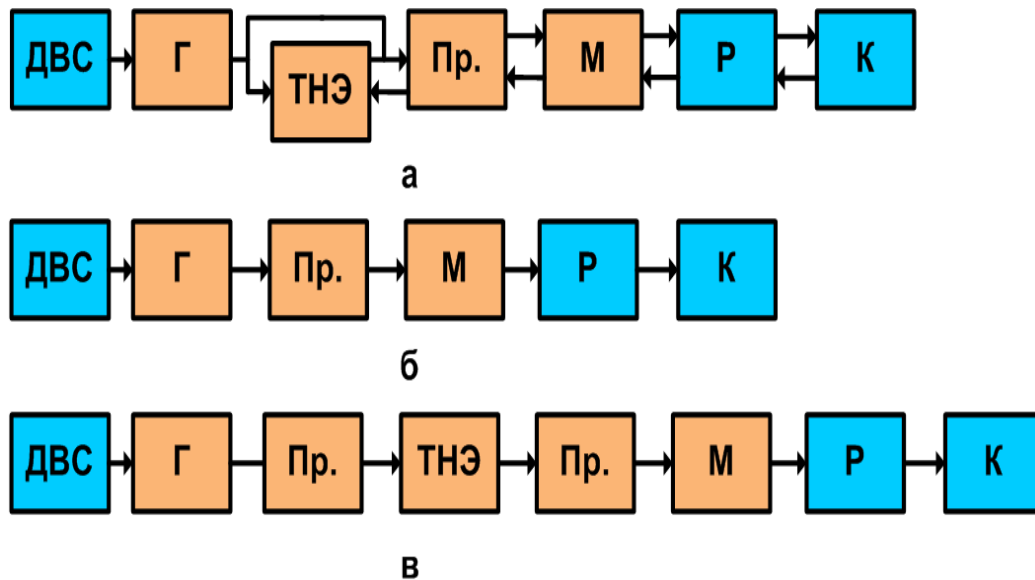


Рис. 1. Блок схемы потерь в последовательной схеме привода: а) общая цепочка потерь; б) при прямой передаче энергии; в) при передаче энергии через тяговый накопитель

Как уже было отмечено, схема с последовательным соединением элементов наиболее выгодна при движении в условиях частых разгонов, торможений [1]. Механическая энергия, вырабатываемая двигателем, (ДВС) преобразуется в электрическую с помощью генератора (Г), затем часть её расходуется на заряд тягового накопителя энергии (ТНЭ), часть с помощью электромотора передаётся на колёса (К).

Параллельная схема гибридного привода имеет принципиальные отличия. Как и в обычной машине в ней есть механическая передача и трансмиссия. Электромотор установлен параллельно трансмиссии и задействуется только при разгонах, разгружая ДВС. Избыточная энергия двигателя при движении расходуется генератором для заряда накопителя (рис. 2, б).

Электромотор в параллельной схеме является обратимым, т.е. может работать в режиме генератора, но заряд возможен только при средних нагрузках и в режиме торможения двигателем. Пики нагрузки сглаживаются электромотором, что позволяет уменьшить мощность ДВС, однако неэффективные режимы работы и холостой ход при этом не могут быть исключены, из-за чего падает коэффициент энергетической эффективности ДВС (К).

Согласно особенностям параллельной схемы при расчете необходимо вычисление средней потребной мощности $N_{\text{ср.потр. ГЭУ}}$ во время работы, но только в тех промежутках времени, где задействован ДВС ($N_{\text{вых}} > 0$) [4-5].

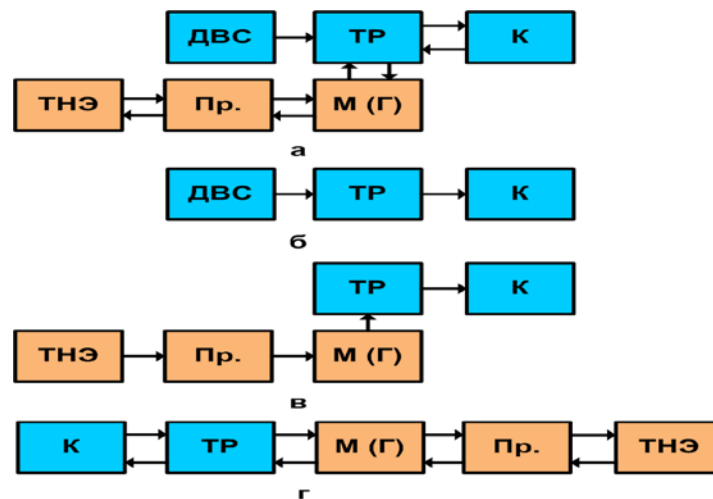


Рис. 2. Блок-схема потерь в параллельной схеме привода:
а) общая цепочка потерь; б) в механической передаче; в) в электрической передаче; г) при реализации мощности, возвращённой при торможении

Мощность ДВС с учётом потерь при передаче энергии будет складываться из мощности, передаваемой по прямой ветви с учётом потерь в механической передаче, мощности, передаваемой через электродвигатель (МГ) (параллельная цепь). Также необходимо учесть потери в цепочке привода при передаче энергии от ДВС к накопителю, потери в самом накопителе и потери при передаче энергии к колёсам трактора (рис.2. а).

На рис. 3 представлены возможные варианты компоновки трактора при использовании типовых схем. В качестве возможного пути определения оптимальных параметров ГЭУ и характеристик ее компонентов предлагается использование тягово-мощностного расчета при движении по заданному циклу движения и алгоритма изложенного в ранее проведенных исследованиях [4].

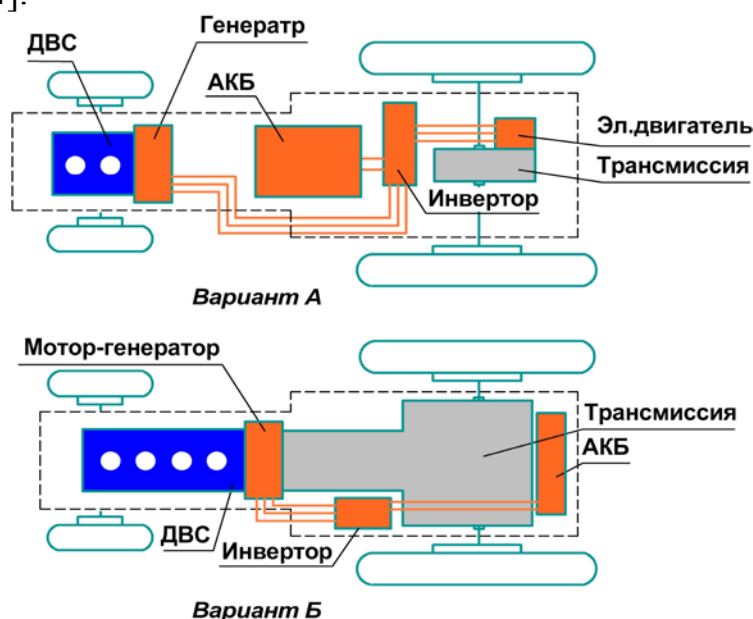


Рис. 3. Возможные варианты компоновки трактора с ГЭУ:
А – Последовательная схема; Б – параллельная схема.

При высокой стоимости элементов тягового гибридного привода, а также с учетом незначительных колебаний нагрузки в сельскохозяйственной машины целесообразно сохранить имеющийся двигатель внутреннего сгорания и трансмиссию, используя при этом электродвигатель-генератор, работающий в параллельном режиме.

Параллельная схема частично компенсирует пики нагрузки, при этом стабилизируется нагрузочный режим и работы энергетического агрегата. Однако, развитие технологий по производству комплектующих, позволит снизить затраты на создание эффективной техники и в ближайшем будущем гибридные тракторы могут получить широкое применение в сельском и коммунальном хозяйствах.

На начальном этапе создания трактора с ГЭУ представляет интерес минимизация стоимости гибридного трактора путём оптимизации параметров при движении, например, используя подбор характеристик по заданному циклу движения, что и будет реализовано в последующих исследованиях.

Список литературы

1. Александров, И.К. Оценка энергетической эффективности ДВС в условиях неуставившегося режима работы / И.К. Александров, А.Л. Белков, В.А. Раков // Вестник машиностроения. – 2008. – № 6. – С. 17-20.
2. Капустин, А.А. Методика оценки влияния типа двигателя гибридных автомобилей на их экономичность и экологическую безопасность / А.А. Капустин, В.А. Раков // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник трудов участников двенадцатой международной научно-практической конференции, 2016. – С. 639-645.
3. Александров, И.К. Адаптивные трансмиссии – путь к созданию экономичных машинных агрегатов и транспортных средств / И.К. Александров, Е.В. Несговоров, В.А. Раков // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – №1. – С.25-27.
4. Раков, В.А. Способ измерения мощности двигателя транспортного средства, работающего в условиях неуставившегося режима работы / В.А. Раков, И.К. Александров // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования: Сборник научных трудов конф. Под общей редакцией А.И. Новикова. – 2014. – С. 170-174.
5. Александров, И.К. Тяговый расчет транспортных средств с адаптивным приводным двигателем / И.К. Александров, Е.В. Несговоров, В.А. Раков // Вестник машиностроения. – 2010. – №2. – С. 16-18.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ТРАКТОРА ПО ЗАДАНЫМ УСЛОВИЯМ ДВИЖЕНИЯ

*Чернов Виталий Владимирович, студент-бакалавр
Раков Вячеслав Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье представлена методика определения необходимой мощности двигателя трактора по заданным условиям движения. Представлены результаты расчета на примере трактора МТЗ-82

Ключевые слова: двигатель, мощность, расход топлива, крутящий момент, цикл движения, тяговое усилие

В связи с повышающимися конкурентными требованиями к сельскохозяйственной технике ее производители пытаются улучшить ее технические характеристики. Основные затраты при эксплуатации сельхоз машин, например тракторов связаны с горюче-смазочными материалами и запчастями. Так, например, при ежедневной эксплуатации на обслуживании фермы трактором МТЗ-80 при работе по доставке кормов, приводе кормораздатчика ежедневно может расходоваться до 20 литров топлива. При ежедневной эксплуатации расходы на топливо составят 290 тыс. рублей. Для обеспечения трактора в работоспособном состоянии в год требуется запчастей на сотни тысяч рублей.

При этом двигатель трактора МТЗ-80, развивающий мощность 58,8 кВт и 290 Нм крутящего момента большую часть времени работает на холостом ходу, и, вероятнее всего является недогруженным, в некоторых случаях, наоборот, требуется большая производительность и, соответственно, развиваемая двигателем мощность должна быть больше. Понимая, какая должна быть мощность двигателя по заданным условиям движения можно рационально определять характеристики трактора для заданных работ [1].

Для определения необходимой мощности двигателя трактора можно использовать тягово-мощностной расчет по заданному циклу движения [2].

По ГОСТ 25836-83 при приемочных испытаниях трактора определяется номинальная и максимальная тяговая сила при допустимых уровнях буксования. Так, согласно техническим условиям, максимальное тяговое усилие трактора МТЗ-80, при скорости 2,5 км/ч (на первой передаче) составляет 1400 кгс. При постоянных нагрузках, например во время вспахивания почвы, используется понятие номинальное тяговое усилие, которое составляет 1150 кгс при скорости 10 км/ч (на пятой передаче без ходоуменьшителя). Четырехтактный двигатель Д-240 трактора МТЗ-80 имеет

максимальную мощности 80 л.с.(58,8 кВт) при 2200 об/мин и максимальный крутящий момент 280 Н·м при 1400 об/мин.

Выберем для примера режим движения трактора при вспахивании почвы и с максимальным тяговым усилием.

Основой расчёта является ездовой цикл движения трактора при вспахивании почвы, который представляет собой график изменения тягового усилия и скорости от времени ($V = f(t)$; $T = f(t)$). Ввиду отсутствия стандартного испытательного цикла движения для тракторов авторами принята характеристика изменения скорости и тягового усилия на рабочем органе при вспахивании почвы (рис. 1).

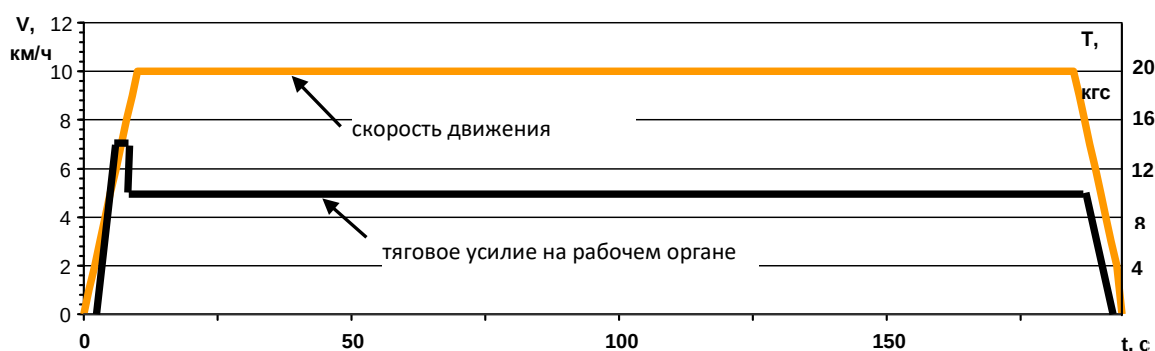


Рис. 1. Принятый ездовой цикл для исследования движения трактора

Исходными данными для определения оптимальных параметров ГЭУ колёсного трактора могут служить: масса (m), коэффициент сопротивления качению (f_a); и коэффициент учёта вращающихся масс (k_m), коэффициентом обтекаемости можно пренебречь.

Таким образом, используя предлагаемый ездовой цикл движения трактора при вспахивании почвы и методику расчета оптимальных параметров силовой установки возможно определить оптимальную схему ГЭУ и характеристик ее ДВС, накопителя энергии и мощности электродвигателя.

В качестве расчетной модели использован алгоритм вычисления оптимальных параметров двигателя, изложенный в ранее проведенных исследованиях [3-4]. Исходными данными для вычисления служит принятый цикл движения, характеристики трансмиссии, электродвигателя, генератора, накопителя электроэнергии, и силового преобразователя. В настоящей статье приведен пример расчета параметров ГЭУ последовательной схемы для трактора массой 4,5 т, при выполнении работ по вспахиванию почвы с номинальным тяговым усилием 1150 кгс.

Для тягового расчёта проанализируем уравнение мощностного баланса трактора (1), где определим силы сопротивления движению в каждой i – й точке цикла движения: P_{ki} – сила сопротивления качению, P_{Ii} – инер-

ции; P_{Pi} - сила сопротивления подъёму. Уравнение мощностного баланса сил, действующих на трактор, имеет вид:

$$P_{Ti} = P_{Ki} + P_{Pi} + P_{Pi}, [кВт] \quad (1)$$

На рис. 2 представлены изменения мощности сил сопротивления при движении по заданному циклу.

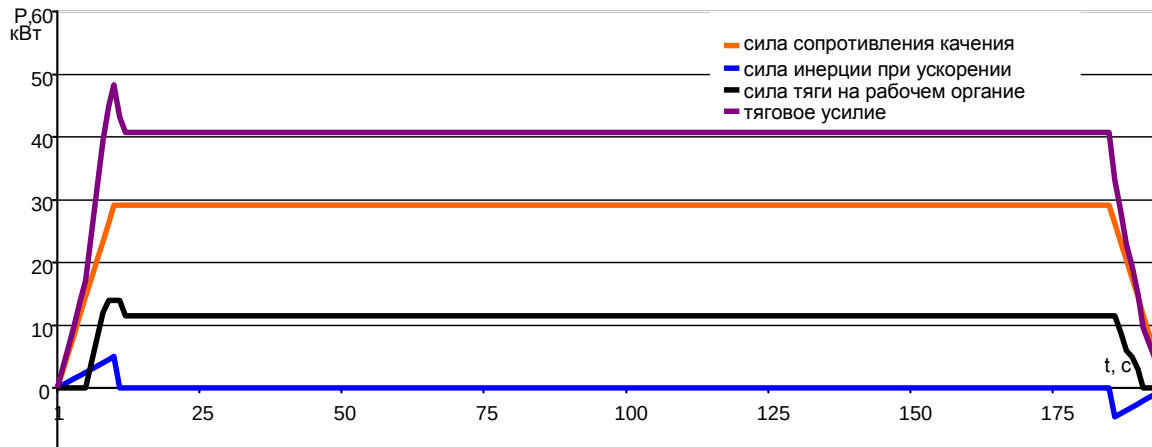


Рис. 2. График изменения суммарной мощности сопротивления качения на ведущих колёсах трактора при вспахивании почвы: $P_{Ti} = f(t)$.

Средняя мощность тяги на всём участке движения - $P_{CP.ПОЛ.}$, показывает среднюю величину только положительных значений мощности тяги на всём расчетном участке. Фактически является средней мощностью привода ГСУ :

$$P_{CP.ПОЛ.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{CP.ПОЛ.i}}{n}, [кВт] \quad \sum N_T > 0$$

$$P_{ДВС} = \frac{P_{CP.ПОЛ.}}{K \times \eta_{II}} \times \eta_P = \frac{P_{ПР.СР} + P_{НЭ.СР}}{K \times \eta_{II}} \times \eta_P, [кВт] \quad (1)$$

где $P_{ДВС}$ - необходимая мощность ДВС с учётом потерь в приводе, кВт; K - коэффициент эффективного режима работы ДВС на данном участке, определён экспериментальным путём [5]; η_{II} - КПД привода; η_P - КПД рекуперации на маршруте; $P_{ПР.СР}$ - средняя мощность, потребляемая напрямую от генераторной установки на маршруте; $P_{НЭ.СР}$ - средняя мощность, проходящая через накопитель энергии на маршруте.

Известно, что часть энергии будет передана от ДВС на колёса по прямой цепочке (рис. 2.б), а часть через ТНЭ. В обоих случаях потери будут различны. Исходя из этого, каждая цепочка потерь рассмотрена отдельно [5].

Средняя мощность привода на участке, переданная прямо на колёса трактора должна быть равна всей средней мощности $P_{CP.ПОЛ.}$ за вычетом той, которая передаётся через накопитель энергии $P_{НЭ.СР}$ (см. формулу 2).

$$P_{ПР.СР}(P_1) = P_{CP.ПОЛ.} - P_{НЭ.СР}, [кВт] \quad (2)$$

Прямая мощность с учётом потерь в цепочке привода (3)

$$P_1 = \frac{P_{ПР.СР}}{K \times \eta_{П}}, [кВт] \quad (3)$$

с учётом КПД каждого из элементов привода (4)

$$P_1 = \frac{P_{CP} - P_{НЭ.СР}}{K \times \eta_{Г} \times \eta_{ПР} \times \eta_{Э} \times \eta_{ТР}}, [кВт], \quad (4)$$

где $\eta_{Г}$ – КПД генератора; $\eta_{Э}$ – КПД электродвигателя; $\eta_{ПР}$ – КПД преобразователя; $\eta_{ТР}$ – КПД трансмиссии.

Блок схема цепочки потерь при передаче энергии через ТНЭ показана на рис. 2, в.

С учётом потерь в приводе при работе ДВС на оптимальном режиме

$$P_2 = \frac{P_{НЭ.СР}}{K \times \eta_{П}}, [кВт] \quad (5)$$

с учётом КПД каждого из элементов привода

$$P_2 = \frac{P_{НЭ.СР}}{K \times \eta_{Г} \times \eta_{ПР} \times \eta_{ТНЭ} \times \eta_{Э} \times \eta_{ТР}}, [кВт]. \quad (6)$$

Суммарная или необходимая мощность ДВС будет определяться суммой мощности, переданной по прямой цепочке и мощности, проходящей через накопитель энергии:

$$P_{ДВС} = P_1 + P_2, [кВт] \quad (7)$$

В полученном значении $P_{ДВС}$ учитывается оптимальный по экономичности нагрузочный режим ДВС, потери, возникающие при передаче энергии в цепочке привода.

Из теоретического эксперимента установлено, что для трактора, массой 4,5 т для работ по вспахиванию почвы с номинальным тяговым усилием 1150 кгс, необходимая мощность ДВС гибридной энергетической установки должна составлять 51,6 кВт, характеристики ТНЭ должны обеспечивать запас энергии 13 кДж, номинальная мощность электродвигателя составит 30,5 кВт, расход диз. топлива при максимальной производительности составит 11,3 л/ч.

Необходимо отметить, что результаты позволяют использовать машину только для работы по заданному циклу, т.к. запас мощности практически отсутствует. Польза данной методики заключается в определении необходимой мощности ДВС в составе комбинированной энергетической установки, когда она сама адаптируется к изменяющейся нагрузке [6].

Список литературы

1. Капустин А.А. Методика оценки влияния типа двигателя гибридных автомобилей на их экономичность и экологическую безопасность / А.А. Капустин, В.А. Раков // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: Сборник трудов участников двенадцатой международной научно-практической конференции, 2016. – С. 639-645.
2. Раков, В.А. Определение необходимой мощности ДВС гибридных силовых установок транспортных средств / В.А. Раков, А.В. Смирнов // Вестник машиностроения. – 2010. – №4. – С.32-35.
3. Раков, В.А. Определение мощности, потребляемой транспортным средством при неустановившихся режимах работы / В.А. Раков, И.К. Александров // Автомобильная промышленность. – 2013. – №5. – С. 9-11.
4. Александров, И.К. Тяговый расчет транспортных средств с адаптивным приводным двигателем / И.К. Александров, Е.В. Несговоров, В.А. Раков // Вестник машиностроения. – 2010. – №2. – С. 16-18.
5. Александров, И.К. Оценка энергетической эффективности ДВС в условиях неустановившегося режима работы / И.К. Александров, А.Л. Белков, В.А. Раков // Вестник машиностроения. – 2008. – № 6. – С. 17-20.
6. Александров, И.К. Адаптивные трансмиссии – путь к созданию экономичных машинных агрегатов и транспортных средств / И.К. Александров, Е.В. Несговоров, В.А. Раков // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – №1. – С.25-27.

УДК 631.372

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬХОЗМАШИН С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рыжков Сергей Александрович, студент-бакалавр
Рыжков Дмитрий Александрович, студент-бакалавр
Раков Вячеслав Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы надежности сельхозмашины в условиях эксплуатации. Проведено теоретическое сравнение эксплуатации трактора с дизельным двигателем, электротрактора и трактора с комбинированной силовой установкой.

Ключевые слова: износ, оценка технического состояния, ремонт, неисправности, надежность, трактор, эксплуатация, гибридный двигатель

В сельском хозяйстве, как и в транспортной отрасли в целом наметилась тенденция использования альтернативных видов топлив и источников энергии. Эта тенденция обусловлена, прежде всего, стремлением к снижению затрат топлива на выполнение транспортной работы и улучшением характеристик машин. Одним из направлений совершенствования конструкции является использование электромеханических силовых установок, содержащих двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, генератор, электрический накопитель энергии с электронные управляющие устройства. В автомобилестроении подобные силовые установки стали использоваться с 1998 года с появлением серийной модели автомобиля Toyota Prius. За 20 лет существования накопился опыт их эксплуатации, достаточный для оценки надежности [1].

В сельском хозяйстве машины с электромеханической комбинированной энергетической установкой (КЭУ) так же существуют. Среди таких машин следует отметить трактор Беларус-3023. Трактор имеет электромеханическую передачу с последовательной схемой передачи энергии, позволяющую передавать механическую энергию от дизельного двигателя без ступенчатой передачи.

Опытные образцы. Гибридный трактор ДЭТ-400, тягового класса - 25. Тяговый привод КЭУ также передает крутящий момент на ведущие колеса через последовательную передачу через генератор переменного тока мощностью 225 кВт и два тяговых электродвигателя мощностью по 110 кВт. Скорее всего, о серьезной экономии топлива в данном случае речи также не идет, основное преимущество: более простое управление.

Трактор с КЭУ на базе ВТЗ-2048А. Разработан Московским государственным агроинженерным институтом имеет схему параллельного типа с буферным накопителем электрической энергии с сверхвысокомощным конденсатором [2].

В лесозаготовительной технике. Форвардер Volvo гибридной технологии EL-forest F14 также имеет КСУ с последовательной схемой. Шведская государственная лесохозяйственная компания Sveaskog серийно выпускает самозагружающийся трактор для трелевки лесоматериалов EL-Forest F14. Форвардер имеет небольшой дизельный двигатель, приводящий в действие генератор, который, в свою очередь, через аккумуляторные батареи питает электромоторы, размещенные в шести колесах трактора.

Полностью электрические машины. Трактор модель e100 Varjo. Компактный электротрактор обладает мощностью 68 л.с. (50 кВт) и может до 5 часов работать без подзарядки. Дополнительный запас энергии может генерироваться за счет рекуперативного торможения.

В качестве накопителей энергии используется 650-вольтная литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 100 кВт*ч. Батарею можно заряжать до 80% в течение 40 минут. От обычной сети время заряда будет значительно больше.

Также существует опыт эксплуатации электромеханических трансмиссий и в военной сфере. Одним из примеров может служить МАЗ-7907. Двигатель приводил только электрогенератор переменного тока ВСГ-625, от которого электроэнергия поступала на узлы трансмиссии и на 24 синхронных 30-киловаттных тяговых электродвигателя ДСТ-180-6 с частотной системой регулирования с тиристорными преобразователями и воздушно-масляным охлаждением, смонтированных внутри рамы машины. Блоки электрического управления и масляные радиаторы помещались в двух параллельных кожухах, расположенных продольно в задней части шасси. Все электрическое оборудование также разрабатывал и собирал новосибирский институт НИИКЭ. По результатам всех испытаний главными недостатками шасси 7907 являлись низкая работоспособность и малый КПД электрической трансмиссии.

Ввиду малой распространенности таких машин оценить надежность опытным путем не представляется возможным. Но учитывая опыт эксплуатации существующих автомобилей с учетом влияния особенностей эксплуатации априорно возможно оценить надежность конструкции в автомобилях. Для этого предлагается использовать оценку негативных для эксплуатации факторов по предлагаемым в таблице 1 критериям.

Таблица 1 – Воздействия негативных эксплуатационных факторов на надежность энергетической установки сельхозмашины

№ п/п	Факторы (системы), влияющий на надежность	Тип силовой установки Баллы (-5÷0; 0 - не влияет)		
		ДВС	КЭУ	Электро- двигатель
1	Резкие трогания с места, удары в трансмиссии	-5	-3	-1
2	Запыленный воздух	-2	-3	-1
3	Высокая влажность, вода	-1	-3	-4
4	Низкий уровень квалификации персонала	-1	-5	-3
5	Стоимость ремонта	-1	-5	-3
6	Надежность механизма переключения передач (при наличии)	-5	-2	0
7	Надежность сцепления (при наличии)	-5	0	0
8	Удобство заправки зарядки	0	0	-3
9	Готовность к эксплуатации в холодный период года	-4	-2	0
10	Периодичность обслуживания	-2	-2	0
11	Надежность тормозного механизма	-2	-1	0
12	Приспособленность к перегрузкам	-5	-2	0
13	Система охлаждения тягового электродвигателя	0	-5	-5
14	Способность переносить нарушения условий эксплуатации	-1	-5	-2
15	Время непрерывной работы	-1	0	-5
Всего		-35	-38	-27

Обоснование выбранных оценок по факторам.

1. Резкие трогания с места, удары в трансмиссии. Двигатель традиционного трактора на прямую соединен с колесами автомобиля. Любые скачки нагрузок передаются на кривошипно-шатунный механизм, вызывая дополнительное нагружения пар трения. Негативным фактором для ДВС могут быть очень низкие скорости вращения в парах трения при значительных нагрузках, например, при резком трогании с места. Толщина масляного слоя в таких условиях резко снижается, что вызывает ускорение износа. В КЭУ ведущие колеса соединены с ДВС через электрическую передачу, что снижает воздействие скачков нагрузки. В электрическом приводе ДВС отсутствуют ударные нагрузки негативно влияют только на трансмиссию, имеющую более простую конструкцию.

2. Запыленный воздух, попадая в систему питания ДВС, вызывая повышенный износ цилиндро-поршневой группы. В электромеханической и электрической трансмиссии пыль попадает в систему охлаждения высоковольтных батарей и инвертора, что может вызвать их перегрев.

3. Высокая влажность, вода вызывает ускоренную коррозию электрооборудования тягового электропривода, в тоже время более простой ДВС меньше подвержен этому воздействию.

4. Низкий уровень квалификации персонала. Нельзя не учитывать то, что система технического обслуживания сельскохозяйственной техники не всегда обеспечивается в должной мере, квалифицированными специалистами с применением соответствующего оборудования. Простой механический ДВС трактора с коробкой переменных передач значительно устойчивее к таким условиям.

5. Стоимость ремонта. Т.к. силовое электрооборудование электропривода трактора и КЭУ и содержит дорогостоящие компоненты (высоковольтную батарею, инвертор) стоимость ремонта буде значительно выше.

6. Надежность механизма переключения передач. Электротрактор имеет более простую трансмиссию, которая значительно проще многоступенчатой механической. Трактор с КСУ может иметь такую же трансмиссию, как и обычный трактор с ДВС. Как правило, автомобили с КЭУ имеют более надежную трансмиссию [3].

7. Надежность сцепления. В тракторе с электроприводом и КЭУ сцепление может совсем отсутствовать [4].

8. Удобство заправки зарядки. Электротрактор имеет значительное ограничение по продолжительности зарядки и возможности ее осуществления в различных местах.

9. Готовность к эксплуатации в холодный период года. Высоковольтная аккумуляторная батарея имеет значительный запас электроэнергии и может начать работать без подготовки, в отличие от ДВС требующего подготовки запуска и прогрева [5].

10. Обслуживание ДВС трактора значительно более трудоемкий процесс, и должен происходить регулярно. Электротрактор практически не требует обслуживания энергетической установки [6].

11. Тормозной механизм трактора с КЭУ и электроприводом меньше нагружается при работе благодаря возможности рекуперативного торможения.

12. Приспособленность к перегрузкам. Электродвигатель в КЭУ и электротракторе имеет более высокой крутящий момент при низкой частоте вращения, что позволяет лучше переносить перегрузки.

13. Система охлаждения тягового электродвигателя. Дополнительная система тягового электропривода имеет свой теплообменный контур, загрязнение радиатора пылью может привести к выходу из строя всего тягового электропривода.

14. Способность переносить нарушения условий эксплуатации. К таковым относятся перегрузки при эксплуатации, нарушение межсервисных интервалов, воздействие воды, влаги, пыли, использование не качественных эксплуатационных материалов. Простой ДВС меньше подвержен такому воздействию

15. Время непрерывной работы. Энергетическая установка на основе ДВС с питанием дизельным топливом может обеспечивать непрерывную работу в течение десятков часов. Запаса энергии высоковольтной батареи электротрактора при номинальной нагрузке хватит максимум на 1-2 час работы.

Результаты многофакторного анализа эксплуатационной надежности показали, что применение тяговой электрической передаче в тракторе с КЭУ снизит его надежность. Однако, полученные благодаря КЭУ преимущества, такие как упрощение трансмиссии, отсутствие ступенчатой передачи, более высокий крутящий момент, стабилизация нагрузки позволяют говорить о том, что такая схема не будет уступать традиционной с ДВС по надежности в будущем.

Список литературы

1. Раков, В.А. Гибридный автомобиль. Исследование эксплуатационной надежности гибридных автомобилей: монография / В.А. Раков. – Саарбрюккен: LAP, 2014. – 170 с.
2. Ноздрин, А.В. Улучшение некоторых технико-эксплуатационных свойств автомобиля с помощью комбинированной энергоустановки: дисс. ...канд. техн. наук / А.В. Ноздрин. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина. 2010. – 162 с.
3. Раков, В.А. Оценка технического состояния гибридных силовых установок автомобилей / В.А. Раков // Автотранспортное предприятие. – 2012. – №1. – С. 49-52.

4. Раков, В.А. Гибридный автомобиль. Концепция экономичного городского автомобиля. Исследование эффективности. Проектирование. Расчеты: монография / В.А. Раков. – Саарбрюккен: LAP, 2012. – 104 с.
5. Раков, В.А. Методика оценки технического состояния гибридных силовых установок автомобилей: дис. ...канд. техн. наук / В.А. Раков. – СПб.: СПбГАСУ, 2012. – 169 с.
6. Раков, В.А. Диагностирование автомобилей с гибридной силовой установкой – проблемы и пути их решения / В.А. Раков, И.К. Александров // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надёжность машин приборов и оборудования: материалы VI междунар. научн.-техн. конф.: в 2 т. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – Т. 2. – С. 64-68.

УДК 621.43

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ СЕЛЬХОЗМАШИН

*Гольбрайх Дмитрий Михайлович, студент-бакалавр
Раков Вячеслав Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

***Аннотация:** в данной статье рассмотрена проблема обеспечения безопасности при обслуживании высоковольтного электрооборудования тракторов с перспективными типами электрифицированных энергетических установок.*

***Ключевые слова:** электропривод, комбинированная энергетическая установка, охрана труда, безопасность, электрический ток, высокое напряжение*

В последние годы ведущими агроинженерными институтами и компаниями-производителями сельскохозяйственных машин разрабатываются различные типы тракторов с комбинированными энергетическими установками и электроприводом [1-2].

Силовая энергетическая установка таких тракторов имеет, в отличие от традиционных, высоковольтную силовую часть, источником энергии постоянного тока в которой является аккумуляторная батарея с напряжением от 200 до 500 вольт. При этом сила тока может достигать до 50 Ампер [3].

Электрические цепи с такими характеристиками являются опасными и, в соответствии с действующими «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», лица, допущенные к ним, должны пройти обучение по электробезопасности.

Основным документом, обеспечивающим безопасность при ремонте и техническом обслуживании автомобилей, являются «Правила по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники» [4], согласно этому документу весь персонал, допущенный к обслуживанию электроустановок должен пройти проверку знаний действующих нормативных документов, технических документов, в пределах требований предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности.

Таким образом, все механики, обслуживающие электрические части сельхозмашин должны пройти специальное обучение и проходит проверку знаний по электробезопасности.

В целях выполнения требований «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» в действующие «Правила по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники» в инструкции по охране труда для механиков и слесарей, обслуживающих трактора необходимо добавить:

- «Опасные и вредные производственные факторы, действующие на работников» добавить: электрический ток.

Включить следующие дополнительные пункты:

- все работы по ремонту и демонтажу узлов силовой установки и других узлов, работающих под высоким напряжением трактора должны выполняться при отключении высоковольтной батареи. Для этих целей, как правило, предусмотрена специальный выключатель или сервисная вилка, расположенная рядом с высоковольтной батареей;

- техническое обслуживание, ремонт и проверка технического состояния тракторов оборудованных электрическими или электромеханическими силовыми установками должны производиться при условии выполнения требований п. «Электробезопасность»;

- при работе с элементами высоковольтной электрической цепи необходимо использовать диэлектрические перчатки;

- после отсоединения высоковольтной батареи не следует прикасаться к любым контактам высоковольтной цепи в течение 10 минут, пока напряжение в конденсаторах инверторов не снизится до безопасного уровня;

- перед прикосновением к элементам высоковольтной цепи следует убедиться в отсутствии напряжения на токоведущих частях;

- отсоединенные наконечники высоковольтных проводов следует изолировать изолентой.

При заряде высоковольтной никель-металлогидридной или литий-ионной батареи от внешней электрической сети должны соблюдаться следующие условия:

- заряд должен производиться током $I_z=0,1C$. Компенсационный дозаряд производят током $I_z=0,01-0,03C$;

- в процессе заряда, во избежание перезаряда и перегрева отдельных аккумуляторов необходимо контролировать: абсолютную температуру аккумуляторов $T_{\max}$; скорости изменения температуры $\Delta T/\Delta t$; - максимальное напряжение заряда $U_{\max}$.

Также для обеспечения безопасной работы с высоковольтным оборудованием электропривода трактора рекомендуется включить в локальные инструкции по охране труда комплекс представленных ниже мероприятий.

Перед ремонтом высоковольтной части электрооборудования следует:

1. Выключить зажигание и убрать ключ зажигания за пределы кабины.
2. Отсоединить кабель от «отрицательной» клеммы вспомогательной аккумуляторной батареи.
3. Проверить состояние диэлектрических перчаток. Перед использованием диэлектрических перчаток убедиться в отсутствии на них трещин, надрывов и других повреждений. Порядок проверки диэлектрических перчаток показан на рисунке 1.

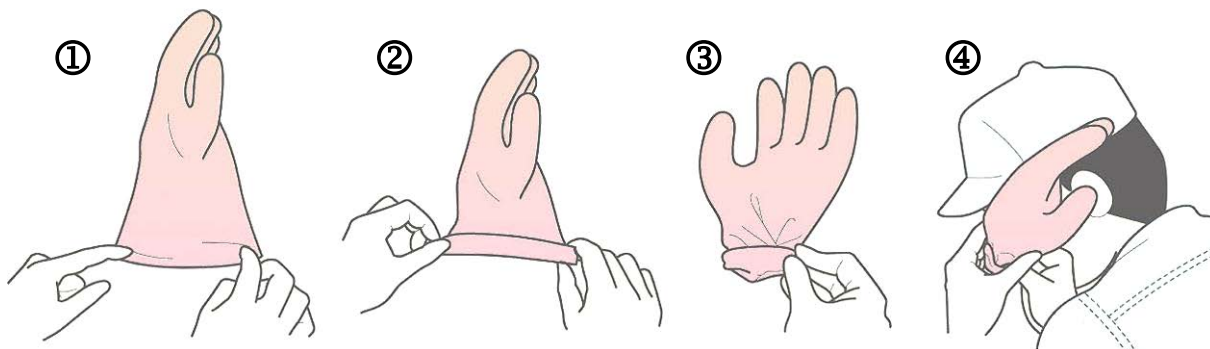


Рис. 1. Порядок проверки диэлектрических перчаток: 1 - Поверните перчатку набок. 2 - Подверните край 2 или 3 раза. 3 - Сложите пополам для герметизации внутреннего объема. 4 - Убедитесь в отсутствии утечек воздуха.

4. Снять сервисную вилку с блока высоковольтной батареи и положить ее в карман одежды.

5. После снятия сервисной вилки подождать 10 минут. Интервал времени, необходим для разрядки высоковольтного конденсатора (рис. 2).



Рис. 2. Разряд высоковольтных конденсаторов

6. Убедиться в том, что напряжение на клеммах высоковольтного конденсатора инвертора составляет 0 В.

7. Изолировать отсоединённые наконечники высоковольтных проводов виниловой изолянткой (рис. 3).

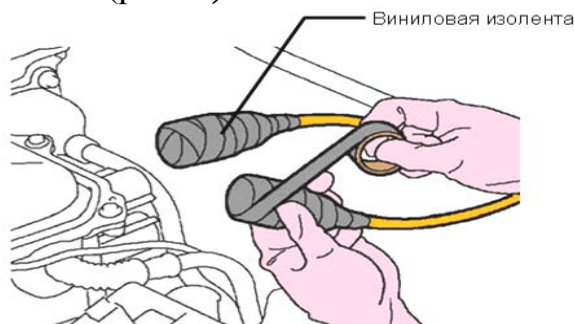


Рис. 3. Изолирование высоковольтных проводов

Приведенные рекомендации позволят соблюсти законодательные требования по электробезопасности и снизить вероятность получения травм работниками сельскохозяйственных предприятий при ремонте высоковольтного оборудования машин с КЭУ и электроприводом, а также могут быть учтены при разработке обновленных Правил по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники.

Список литературы

1. Александров, И.К. Перспективы развития транспортных средств с электроприводом / И.К. Александров, В.А. Раков, А.А., Щербакова // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – №4. – С70-71.
2. Александров, И.К. Анализ перспектив развития электрифицированного автомобильного транспорта / И.К. Александров, В.А. Раков // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – №2. – С. 50-52.
3. Раков, В.А. Охрана труда при ремонте электромобилей и гибридных автомобилей / В.А. Раков // Автотранспортное предприятие. – 2016. – №12. – С. 42-44.
4. ПОТ Р О 97300-11-97. Правила по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники: постановление Минтруда сельского хозяйства и продовольствия России от 29.04.1997 №208. – СПб.: ЦОТПБСП, 2001.

УДК 631.363

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ НА ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ГРУБЫХ КОРМОВ

*Антонов Юрий Андреевич, магистрант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье приведены результаты проведенного моделирования работы молотковой дробилки на измельчении грубого корма, по критерию производительности, а так же приведен анализ кормов насыщенных каротином с целью выявления наиболее доступного источника столь важного микроэлемента.

Ключевые слова: моделирование; дробилка; сено бобовых культур; каротин; грубый корм; дробилка

Анализ мирового и отечественного опыта ведения животноводства показывает, что только в условиях высокого уровня обеспечения ферм полноценными кормами и современными машинами возможна реализация генетического потенциала животных и птицы. Без применения ресурсосберегающих технологий, высокоэффективных комплектов машин и поточных линий невозможно решение жизненно важных рыночных проблем современного животноводства [2,3].

Исследованиями отечественных и зарубежных ученых, а так же практикой доказано, что кормовой рацион расходуется эффективно только тогда, когда он сбалансирован по питательным веществам и размеры частиц корма соответствуют зоотехническим требованиям. При размерах частиц корма больше установленных требованиями происходит их недостаточное переваривание организмом животного, а при меньших животное плохо пережевывает, недостаточно смачивает слюной и частично проглатывает не пережеванное.

В связи с этим необходимо особое внимание уделять процессу подготовки кормов к скармливанию, а именно - их измельчению. Для этого в хозяйствах всех категорий широкое распространение получили молотковые дробилки. Благодаря своим преимуществам, а именно простой конструкции, малой металлоемкости, высокой энергонасыщенности, низкой стоимости.

Питательные вещества усваиваются организмом животного только в растворенном виде, а скорость обработки частиц корма желудочным соком прямо пропорциональна площади их поверхности. В результате измельчения корма образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ [1].

В кормопроизводстве большую часть занимают: сырье злаковых, бобовых и других сельскохозяйственных культур, которые обладают в зависимости от сорта – видовой принадлежности различными физико – механическими свойствами.

Измельчение компонентов комбикормов одна из основных технологических операций процесса производства. Измельчение до необходимой крупности обеспечивает более полное усвоение животными питательных веществ, содержащихся в комбикорме и обуславливает возможность рав-

номерного смешивания компонентов в смесителях после дозирования [4,5].

Одной из составляющих комбикорма частей служит сено бобовых культур, его использование связано с высоким содержанием в нем каротина, так в одном килограмме люцерны содержится примерно 31 миллиграмм, клевере 26 миллиграмм. Бобовое сено – хороший источник минеральных веществ и витаминов для организма животных. Этот вид сена чрезвычайно богат незаменимыми аминокислотами. В среднем в 1 кг сухого вещества сена клевера или люцерны содержится 52-53 грамма аминокислот. Сено бобовых культур особенно богато кальцием, в злаковом сене этот элемент содержится в небольших количествах.

Следовательно, целесообразно использовать сено бобовых культур для создания кормосмесей богатых каротином.

Для того чтобы понять суть исследуемого процесса, не прибегая к эксперименту с реальным объектом, используем имитационное моделирование – метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения с требуемой точностью и достоверностью поставленной задачи. Технологический процесс измельчения грубых кормов (поступление материала, его измельчение, транспортирование) относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символике Q-схем. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS. General Purpose Simulation System (GPSS) – общецелевая система моделирования сложных систем. Данная программа работает по принципу движения и обслуживания транзактов.

Для полноценного моделирования необходимо написать исходный текст программы, позволяющей симитировать процесс измельчения грубых кормов в молотковой дробилке.

```
| ; GPSS/PC Program File SENO.GPS. (V 2, # 37349) 10-10-2017 20:29:29
10 * DROBILKA
20 ROTOR FVARIABLE -T2#LOG((1+RN1)/1000)
25 MOLOTOK FVARIABLE -T3#LOG((1+RN1)/1000)
30 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
40 * 1 segment - seno
50 GENERATE T1,FN$XPDIS
60 QUEUE TRANSP
70 SEIZE IZMEL
80 DEPART TRANSP
90 ADVANCE V$ROTOR
100 RELEASE IZMEL
110 SEIZE DROBILKU
120 ADVANCE V$MOLOTOK
130 RELEASE DROBILKU
140 TERMINATE
150 * control cards
160 GENERATE 360000
170 TERMINATE 1
START 1
END
```

Рис 1. Исходный текст программы

Далее меняя значения исходных данных T1, T2 и T3 проводим 15 опытов, отчеты анализируем и сводим в таблицу выходных параметров.

Таблица 1 – Исходные данные и результаты эксперимента

№	T ₁ , сек	T ₂ , сек	T ₃ , сек	Производительность кг/час	Остаток в очереди	Остаток перед дробилкой	Загрузки ротора, %	Загрузка дробилки, %
1	2.25	2.25	4.50	786	29	757	94.5	99.5
2	2.25	4.50	4.50	740	541	40	99.8	99.4
3	4.50	2.25	4.50	777	2	21	54.6	95.9
4	4.50	4.50	4.50	767	42	22	99.2	95.2
5	3.00	3.00	4.50	816	86	326	95.4	99.3
6	2.25	3.00	3.00	1179	434	23	99.7	97.7
7	2.25	3.00	6.00	632	372	559	99.7	99.6
8	4.50	3.00	3.00	807	0	1	66.2	68.9
9	4.50	3.00	6.00	596	0	208	64.6	99.4
10	3.00	3.00	4.50	816	86	326	95.4	99.3
11	3.00	2.25	3.00	1170	0	12	75.4	95.7
12	3.00	2.25	6.00	601	1	613	77.6	99.6
13	3.00	4.50	3.00	726	469	0	99.7	57.8
14	3.00	4.50	6.00	595	433	207	99.7	98.8
15	3.00	3.00	4.50	816	86	326	95.4	99.3

Из таблицы видно, что максимальная производительность достигается в опыте №6 – 1179кг/ч, при этом очередь перед ротором предварительного измельчения 434, а перед дробильной камерой - 23. Процент загрузки ротора и дробилки 99,7 и 97,7 соответственно.

В то же время из опыта № 11, где значение производительности близко к максимальному – 1170 кг/ч, видим отсутствие очереди перед ротором предварительного измельчения и сравнительно небольшую очередь перед дробильной камерой – 12. При этом процент загрузки ротора и дробилки 75,4 и 95,7 соответственно.

Обработав полученные выходные данные, были построены уравнения регрессии, с помощью которого определили самый значимый коэффициент, а значит и параметр влияющий на производительность дробилки – диаметр отверстий решета.

Уравнение регрессии в закодированном виде :

$$Y = 771.00 + 30.75 \cdot X_1 + 35.00 \cdot X_2 + 176.75 \cdot X_3 + 6.00 \cdot X_1 \cdot X_2 + 62.50 \cdot X_1 \cdot X_3 + 73.00 \cdot X_2 \cdot X_3 + 23.75 \cdot X_1^2 + -18.25 \cdot X_2^2 + -5.25 \cdot X_3^2$$

Анализируя результаты, можно сделать такие выводы:

Самый значимый коэффициент, влияющий на производительность дробилки из уравнения регрессии – диаметр отверстия решета, чем больше диаметр, тем больше производительность.

Максимальное значение производительности не свидетельствует об оптимальных настройках машины.

Оптимальные значения факторов можно найти, проанализировав некоторое количество выходных данных.

Для проводимого исследования выбраны оптимальные значения факторов, а именно: средняя скорость подающего транспортера составляет 0,9 м/с, длина резки подаваемого материала 6 см, а диаметр отверстий решета 10 мм.

С помощью эксперимента, мы получили данные о работе дробилки при различных входных параметрах, сделав анализ определили оптимальное их значение для получения большей производительности при минимальных энергозатратах. Таким образом уже имеющиеся в хозяйстве машины при правильной эксплуатации могут снижать себестоимость корма за счет экономии ресурсов.

Список литературы

1. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников – Л. : Колос. 1978. – 560 с.
2. Сысуев, В.А. Концепция развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства Северо-Восточного региона Европейской части России на 2002.2010 гг. / В.А. Сысуев, В.И. Кряжков, В.И. Сыроватка и др. Киров, 2002. - 136 с.
3. Лачуга, Ю.Ф. Стратегия Машинно-технического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции / Ю.Ф. Лачуга.//Техника в сельском хозяйстве, №1,2004.
4. Опрышко, В.М. Сравнительная оценка качества продукта при измельчении при измельчении в молотковой дробилке и ударно- центробежном измельчителе / В.М. Опрышко, В.В. Труфанов, С.И. Щедрин, В.В. Ляпин / Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: Межвузовск. сборник науч. труд. – Вып. 3. – Воронеж, 2007. – с. 267-269.
5. Антонов, Ю.А., Кузнецов Н.Н. Совершенствование устройств для измельчения грубых кормов системой подачи материала к рабочим органам / Ю.А. Антонов, Н.Н. Кузнецов // В сборнике: Молодежь и наука XXI века. Материалы Международной научной конференции. – Ульяновск, 2017. – С. 170-173.
6. Глушечский, М.А. Исследование влияния угла наклона лопастей вентилятора на рабочий процесс молотковой дробилки / М.А. Глушечский, Н.Н. Кузнецов // В сборнике: Молодые исследователи – развитию молочно-хозяйственной отрасли: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Вологда, 2017. – С. 206-210.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРА НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

*Глушеский Михаил Анатольевич, аспирант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: роль вентилятора в рабочем процессе молотковой дробилки очень высока, так как при работе дробилок с циклонами, снабженными шлюзовыми затворами, возникают большие потери давления, это приводит к переизмельчению материала. Решить проблему повышенного измельчения зерна возможно, организовав своевременную эвакуацию измельченных частиц.

Ключевые слова: зерно, дробление, вентилятор, воздушный поток, корма

Измельчение является самым распространенным способом приготовления концентрированных кормов.

В настоящее время существует большое количество молотковых дробилок различных конструкций, используемых в сельском хозяйстве для измельчения зерна. Исследуя конструкции существующих молотковых дробилок, было отмечено, что для эвакуации измельченного зерна, а иногда и для загрузки дробильной камеры, используют вентилятор, который монтируют в корпусе дробилки, его устанавливают перед или позади дробильной камеры. Следует отметить, что роль вентилятора в рабочем процессе молотковой дробилки очень высока, так как при работе дробилок с циклонами, снабженными шлюзовыми затворами, возникают большие потери давления, это приводит к переизмельчению материала. Решить проблему повышенного измельчения зерна возможно, организовав своевременную эвакуацию измельченных частиц [1].

При механическом транспортировании готового продукта из дробилки в смеситель энергоемкость процесса измельчения снижается, вместе с тем, в дробильной камере возникает большой перепад давления, что ведет к переизмельчению и снижению производительности дробилки на 15...20%. Пневмотранспортирование материала из дробилки, минуя циклон непосредственно в бункер позволяет снизить энергоемкость процесса, однако наблюдается сильное пыление корма [2].

Нужно отметить, что многочисленные исследования по определению влияния вентилятора на рабочий процесс молотковой дробилки порой неоднозначны и не способны в полной мере решить вопрос энергосбережения и качества конечного продукта. В дополнение к существующим ис-

следованиям в направлении измельчения, необходимо рассматривать вопрос влияние режимов работы молотковой дробилки на работу вентилятора. Поэтому работа вентилятора в комплексе с измельчающей машиной нуждается в дополнительном изучении.

Частота вращения вентилятора напрямую влияет на скорость воздушного потока и статическое давление, эти параметры необходимы как для загрузки дробилки, так и для оперативной эвакуации измельченного материала заданной крупности из дробильной камеры.

В ряде исследований загрузка дробилки осуществлялась путем всасывания через загрузочное устройство из контейнера, уровень зерна в котором для чистоты эксперимента и исключения подсоса воздуха, поддерживался на одном значении.

В результате проведенных опытов оценивалось влияние частоты вращения вентилятора на показатели рабочего процесса дробилки зерна: средний размер частиц $d_{\text{ср}}$, мм; пропускную способность Q , т/ч; удельные энергозатраты $\mathcal{E}$, кВт·ч/(т·ед.ст.изм); качество измельченной дерти, характеризуемое процентным содержанием целых зерен m , % и остатком на сите диаметром 3 мм P , %.

Анализ зависимостей показал, что с увеличением частоты вращения n с 2200 по 2600 мин⁻¹ происходит увеличение удельных энергозатрат $\mathcal{E}$ с 1,39 до 1,42 кВт·ч/(т·ед.ст.изм) и незначительное увеличение пропускной способности дробилки с 0,80...0,81 т/ч. При дальнейшем повышении частоты вращения вентилятора n до 3100 мин⁻¹ происходит уменьшение, пропускной способности Q до 0,75 т/ч, и увеличение удельных энергозатрат $\mathcal{E}$ до 1,54 кВт·ч/(т·ед.ст.изм) [3].

Такая зависимость объясняется тем, что разрежение, создаваемое вентилятором воздействует на воздушный поток, создаваемый молотковым ротором в дробильной камере. Вследствие чего изменяются условия как взаимодействия материала с молотками в дробильной камере, так и условия сепарации измельченного материала.

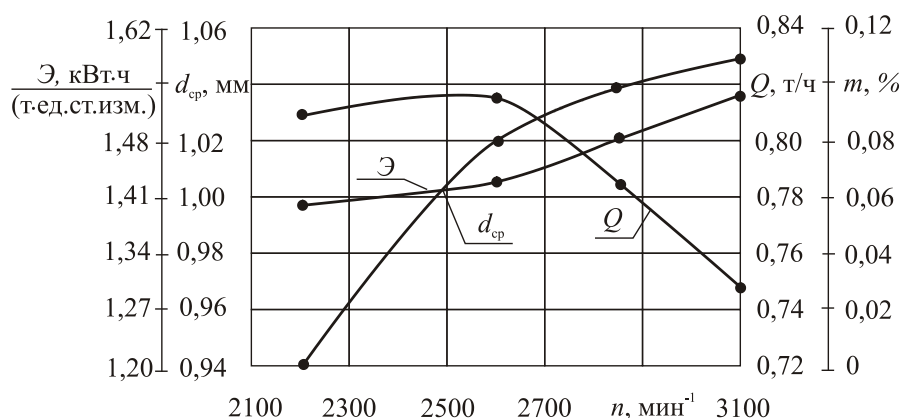


Рис. 1. Зависимости среднего размера частиц $d_{\text{ср}}$, пропускной способности Q , удельных энергозатрат $\mathcal{E}$ от частоты вращения вентилятора n

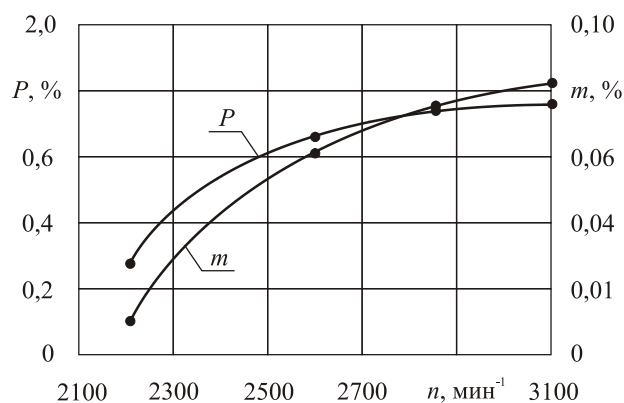


Рис. 2. Зависимость содержания целых зерен m в готовом продукте и остатка на сите 3 мм P от частоты вращения вентилятора n

Анализ зависимостей содержания целых зерен m в готовом продукте и остатка на сите 3 мм P от частоты вращения вентилятора n (рис. 3) показал, что с увеличением частоты вращения вентилятора n с 2200 по 3100 мин⁻¹ происходит увеличение количества целых зерен m с 0,005 до 0,082 % и остатка на сите 3 мм P с 0,29 до 1,82 % [3].

Поэтому с целью уменьшения энергоемкости процесса пневмотранспортирования необходимо с уменьшением модуля помола частиц уменьшать скорость воздуха в трубопроводе путем уменьшения частоты вращения вентилятора. В связи с этим, нынешнее положение дел в развитии техники измельчения кормов нуждается в дальнейшем изучении и совершенствовании.

Список литературы

1. Глушечский, А.М. Обзор конструкции и результатов исследований дробилок зерна с пневмотранспортом подачи и эвакуации продукта / А.М. Глушечский // В сборнике: Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – региона: II международная молодежная научно-практическая конференция. – 2017. – С. 44.
2. Черепков, А.В. Совершенствование процесса измельчения зерна с обоснованием конструктивно-режимных параметров молотковой дробилки: дисс. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Черепков. – Орел, 2016. – 152 с.
3. Медведев, О.Ю. Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки зерна открытого типа путём совершенствования её конструктивно-технологической схемы: дисс. ...канд. техн. наук: 05.20.0 / О.Ю. Медведев. – Киров, 2006. – 167 с.
4. Антонов, Ю.А. Совершенствование устройств для измельчения грубых кормов системой подачи материала к рабочим органам / Ю.А. Антонов, Н.Н. Кузнецов // В сборнике: Молодежь и наука XXI века. Материалы Международной научной конференции. – Ульяновск, 2017. – С. 170-173.
5. Глушечский, М.А. Исследование влияния угла наклона лопастей вентилятора на рабочий процесс молотковой дробилки / М.А. Глушечский, Н.Н.

Кузнецов // В сборнике: Молодые исследователи – развитию молочного-зайственной отрасли. Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Вологда, 2017. – С. 206-210.

УДК 62-2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЪЕМНИКА ФОРСУНОК COMMON RAIL С ГИДРОПРИВОДОМ

*Новокишанов Федор Алексеевич, магистрант
Булавин Вячеслав Федорович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье приведен анализ существующих конструкций съемников форсунок двигателей, оборудованных системой Common Rail, приведена конструкция съемника с гидравлическим приводом, описан принцип и порядок работы съемника.

Ключевые слова: форсунка; съемник; двигатель

Форсунки современных двигателей, работающих на дизельном топливе, оборудованных системой впрыска топлива Common Rail, требуют регулярной замены в связи с ограниченным ресурсом работы. Замена форсунок должна производиться с периодичностью, соответствующей 100-120 тысячам км пробега автомобиля.

Извлечение форсунок из головки блока цилиндров может быть затруднено в связи с тем, что за время работы форсунки закисают и прикипают к ГБЦ. Это происходит из-за того, что по площади прилегания с колодцем форсунки негерметичны. В результате этого газы, находящиеся в камере сгорания, проходя через уплотнения, начинают оседать в полости, образованной корпусом форсунки и поверхностью ее колодца. Со временем работы двигателя в этой полости образуется плотный нагар, который не позволяет осуществить демонтаж форсунки обычным путем: открутить крепежные болты и аккуратно извлечь форсунку из ГБЦ. Гидравлический съемник дизельных форсунок облегчает эту задачу.

1 Анализ существующих конструкций съемников форсунок двигателей, оборудованных системой Common Rail

На станциях технического обслуживания и в авторемонтных мастерских, а так же в условиях гаражного ремонта, автомеханики часто применяют ручные съемники с обратным молотком.

Ручные съемники по способу фиксации форсунки делятся на два вида:

- с фиксацией форсунки с помощью резьбового адаптера;
- с захватом форсунки с помощью адаптера-вилки.

В комплект таких съемников обычно входят оба адаптера, выбор которых осуществляется автомехаником на основе особенностей конструкции ремонтируемого автомобиля.

Съемники с гидравлическим и пневматическим приводом более технологичны и работоспособны, позволяют производить ремонтные работы в более короткий срок, в том числе благодаря существенному снижению ручной работы автомехаников. Это позволяет сотрудникам СТО и автосервисов более рационально производить ремонт автомобилей, что положительно сказывается на экономических показателях предприятия и позволяет руководящему персоналу оптимально распределять нагрузку между постами. Принцип работы таких съемников основан на том, что в рабочем цилиндре инструмента создается давление, достаточное для извлечения форсунки без повреждения ГБЦ.

2. Конструкция выбранного съемника. Характеристика.

На рисунке 1 представлен съемник с гидравлическим приводом. Он используется на современных авторемонтных предприятиях при выполнении работ по замене форсунок дизельных двигателей, оборудованных системой впрыска топлива Common Rail.

Представленный съемник универсален. Особенность конструкции его крепежных элементов позволяет использовать его для ремонта двигателей различных марок автомобилей. Также такой съемник достаточно прост в эксплуатации. Для использования такого инструмента не требуется персонал со специальной квалификацией. Кроме того, данный съемник собран из износостойких компонентов, что повышает его срок службы.

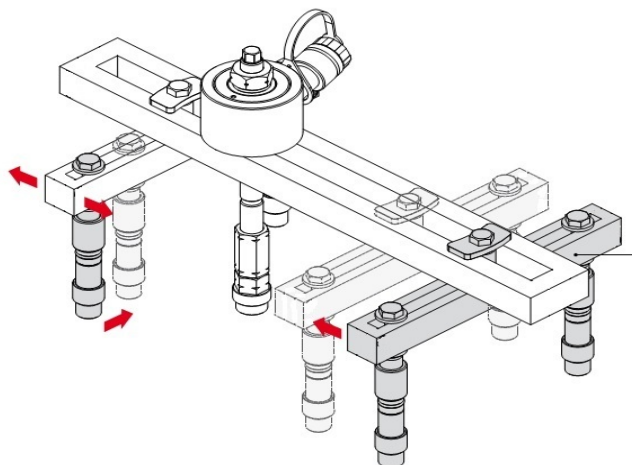


Рис. 1. Съемник гидравлический

Данный съемник обладает следующими техническими характеристиками:

- сила, создаваемая гидроприводом съемника, составляет 15000 Н;
- давление в гидроцилиндре съемника развивается до 87,5 бар;
- величина хода штока гидроцилиндра – до 8 мм;
- масса гидроцилиндра составляет 2,5 кг;

- диаметр отверстия – 21,5 мм;
- момент затяжки – 67 Нм.

3 Принцип работы.

Гидравлический съемник имеет крепежные элементы для установки его на головку блока цилиндров. Опоры крепежных элементов подвижно соединены планкой. На планку установлен гидроцилиндр со шпилькой. Давление в гидроцилиндре создается с помощью ручного насоса. В зависимости от модели двигателя, на шпильку накручивается адаптер для снятия форсунки. Подвижные элементы конструкции позволяют закреплять съемник на ГБЦ различными способами, облегчая работу автомеханика.

4 Порядок работы.

До закрепления съемника на ГБЦ следует демонтировать пьезоэлемент или электромагнитный клапан с форсунки. Демонтаж осуществляется с помощью специальных ключей, которые входят в комплект съемника.

Далее необходимо установить опорную часть съемника на головку блока цилиндров и с помощью адаптера соединить шток гидроцилиндра и форсунку.

С помощью ручного гидравлического насоса необходимо создать давление в гидроцилиндре, необходимое для демонтажа форсунки. Поршень гидроцилиндра при этом создает усилие, направленное по ходу извлечения форсунки из ГБЦ.

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Тимофеев Александр Павлович, магистрант
Булавин Вячеслав Федорович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО ВоГУ, г. Вологда, Россия*

Аннотация: в статье путем исследования, обработки и анализа полученной информации была выявлена значимость влияния поступающего потока данных на фактический расход топлива грузовых автотранспортных средств с учетом их технического состояния, технического обслуживания, массы перевозимого груза, скорости и режима движения. Выявлены причины повышенного расхода топлива грузовых автомобилей, совершающих транспортную работу в условиях городского цикла. Разработан алгоритм оценки расхода топлива на основе потока данных, поступающих с эксплуатируемых автомобилей, оборудованных спутниковой системой телематического контроля.

Ключевые слова: *расход топлива; спутниковые системы телематического контроля; автотранспортные предприятия; транспорт; городской режим движения; транспортная работа грузового транспорта*

Проблема поиска дополнительных средств экономии топлива в современных экономических реалиях является одной из наиболее часто встречающихся задач для автотранспортных предприятий всех форм собственности.

Обозначенная проблема на сегодняшний день недостаточно исследована в рамках транспортной работы грузовых транспортных средств, выполняемой в условиях городского цикла. В данной работе производится исследование обозначенной проблемы и составление алгоритма установки собственных норм расхода топлива грузовых автомобилей, находящихся на балансе конкретного предприятия, и работающих в городских условиях, с применением систем телематического контроля транспорта.

Перед автором настоящего исследования были поставлены следующие задачи:

1. Выявить значимость влияния полученных данных на эксплуатационные свойства автомобилей, а в первую очередь на фактический расход топлива.
2. Выявить причины повышенного расхода топлива и скорректировать нормы этого показателя в рамках конкретного предприятия.
3. Разработать алгоритм оценки расхода топлива автомобилей, который будет учитывать особенности транспортной работы конкретного предприятия.

Проведенные исследования позволят специалистам конкретного автотранспортного предприятия любой формы собственности оценить возможные конкретные пути снижения расхода топлива транспортных средств, находящихся на балансе конкретного предприятия.

В процессе решения поставленных задач была собрана необходимая информация. Специфика собранной информации заключается в большом потоке взаимосвязанных данных, требующих обработки и анализа [1].

Исследования были проведены на базе автотранспортных предприятий Вологодской и Архангельской областей. На автомобилях, выбранных для исследования, было установлено оборудование телематического контроля. Сбор и обработка информации проводилась в период с сентября 2016 года по март 2017 года.

С целью последующей обработки отфильтрованных данных были составлены точечные диаграммы с полиномиальной линией тренда, отображающие общую зависимость расхода топлива от средней скорости движения в городском режиме. Диаграммы, построенные для каждого из рассматриваемых автомобилей, представлены на рисунке 1.

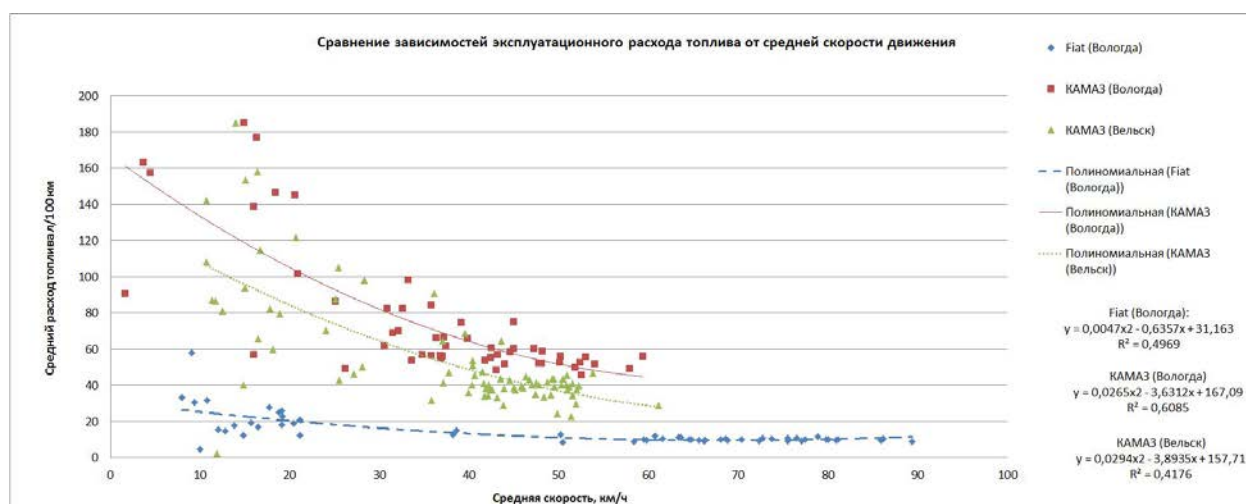


Рис. 1. Зависимость расхода топлива от средней скорости движения автомобилей

Аналитическая обработка полученных диаграмм позволила сделать следующие выводы:

1. Экстремум представленных функций достигается при значениях координат, соответствующих скоростям, превышающим ограничение, установленное в городе. Например, для автомобиля Fiat Ducato наименьший расход топлива достигается при движении со скоростью около 70 км/ч. Это говорит о том, что при скорости движения автомобиля в диапазоне городского цикла, значение расхода топлива при любых условиях будет выше минимально возможного.

Кроме того, на увеличение расхода топлива при низких скоростях в городском режиме движения также оказывает влияние качество и стиль вождения конкретных водителей.

После достижения экстремума функция вновь начинает возрастать. Для полного понимания этой особенности было рассмотрено уравнение расхода топлива [2].

Расход топлива автомобиля имеет прямую зависимость от сил сопротивления движению:

$$Q_s = \frac{g_e (P_d + P_v + P_i)}{36000 \cdot \rho_t \cdot \eta_t}, \text{ л/100 км,} \quad (1)$$

где g_e – удельный расход топлива, г/(кВт·ч);
 P_d – сила сопротивления дороги, Н;
 P_v – сила сопротивления воздуха, Н;
 P_i – сила сопротивления разгону, Н;
 ρ_t – плотность топлива, кг/л;
 η_t – КПД трансмиссии.

Все силы сопротивления движению зависят от скорости движения автомобиля. Причем, силы сопротивления дороги и сила сопротивления разгону с ростом скорости линейно уменьшаются, а сила сопротивления

воздуха квадратично возрастает. Это объясняет нелинейность полученных функций.

Из рассмотрения приведенного выше уравнения также можно сделать вывод, что на расход топлива влияет КПД трансмиссии. Повышенное значение расхода топлива может указывать на неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства. Таким образом, для инженерно-технической службы предприятия предоставляется возможность корректирования периодичности технического обслуживания транспортных средств, что позволит оптимизировать работу автотранспортного предприятия в целом.

2. На представленных диаграммах наблюдается частичное несовпадение массива значений расхода топлива с линией тренда. Соотношение транспортной работы рассматриваемых автомобилей в городском режиме по сравнению с магистральным невелико, что вызывает необходимость гораздо более длительного сбора данных для получения более точных показаний.

3. Из сравнения полученных графиков видно, что разброс массива значений расхода топлива у обоих КАМАЗов существеннее, чем у Fiata. То есть можно сделать вывод, что характер разброса зависит так же от отношения грузоподъемности автомобиля по сравнению с его снаряженной массой.

4. Из сравнения КАМАЗов видно, что формы линий трендов схожи, значения коэффициентов их функций близки друг к другу. Тем не менее, расход топлива КАМАЗа в Вологде выше, чем в Вельске. То есть на расход топлива влияет размер города, в котором эксплуатируется автомобиль, а значит и характер движения в этом городе.

5. В представленных ранее данных наблюдается превышение реального эксплуатационного расхода топлива от нормативного, установленного заводом-изготовителем. Например, для автомобиля Fiat Ducato нормативный расход топлива по паспорту составляет 7,3 л/100 км. После рассмотрения полученных диаграмм был сделан вывод, что реальный минимальный расход у Fiat Ducato – около 10 л/100км при скорости, близкой к 60 км/ч. Такая разница может быть обусловлена несовершенством проведения испытаний.

Для выявления причины вышеописанного превышения, используя собранные данные, построены графики скоростей для всех трех автомобилей и проведено сравнение их со стандартным испытательным циклом NEDS, установленным правилами ЕЭК ООН №83, 101 и несколькими Директивами Евросоюза.

Пример графика скорости движения исследуемых автомобилей показан на рисунке 2. При построении графиков выбирались данные, характеризующие периоды работы автомобилей, соответствующих городским

условиям движения - с частыми разгонами и замедлениями, а так же остановками на светофорах или в «пробке».



Рис. 2. График скорости КамАЗ-55111 за 09.02.2017 15:43:02-16:23:51

На основе сравнения представленных графиков со стандартным городским циклом можно сделать следующие выводы:

1. В реальных условиях эксплуатации скорость движения автомобиля меняется намного динамичнее, чем при испытании автомобиля.

2. При испытаниях скорость движения автомобиля не превышает 50 км/ч, в то время как в реальных условиях скорость движения в городе может достигать 60 км/ч, а в некоторых случаях и больше (нельзя не учитывать стиль езды водителя).

3. Помимо отличий графиков от стандартного цикла, они отличаются и друг от друга. Это говорит о постоянно меняющихся условиях движения автомобиля, что не учитывается при проведении испытаний.

Таким образом, наблюдается постоянное превышение реального расхода топлива от значения, установленного заводом-изготовителем. Одно из возможных решений выявленной проблемы - составление нормы расхода топлива для отдельных автомобилей, учитывая условия их эксплуатации. Зная реальную норму расхода топлива автомобиля, управляющий персонал автотранспортного предприятия сможет принимать необходимые управленческие решения по экономии топлива.

Автором статьи предложено создать специальное программное обеспечение на основе систем телематического мониторинга транспорта в качестве одного из возможных путей решения данной проблемы. Созданная программа будет выполнять операции по сбору, фильтрации, обработке и анализу информации в автоматизированном режиме.

Блок-схема алгоритма программы представлена на рисунке 3.

В заключение, из проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. Зависимость расхода топлива от скорости движения носит нелинейный характер, обусловленный техническим состоянием автомобиля, массой перевозимого груза и условиями эксплуатации.

2. Причины повышенного расхода топлива связаны с несоответствием стандартного испытательного цикла с реальным режимом движения автомобиля, а также качеством и стилем езды водителя.

3. Разработан алгоритм оценки расхода топлива автомобилей на основе данных, полученных в процессе эксплуатации систем телематического контроля, учитывающий особенности транспортной работы конкретного предприятия.

4. Разработан алгоритм оценки расхода топлива, включающий в себя следующие пункты.

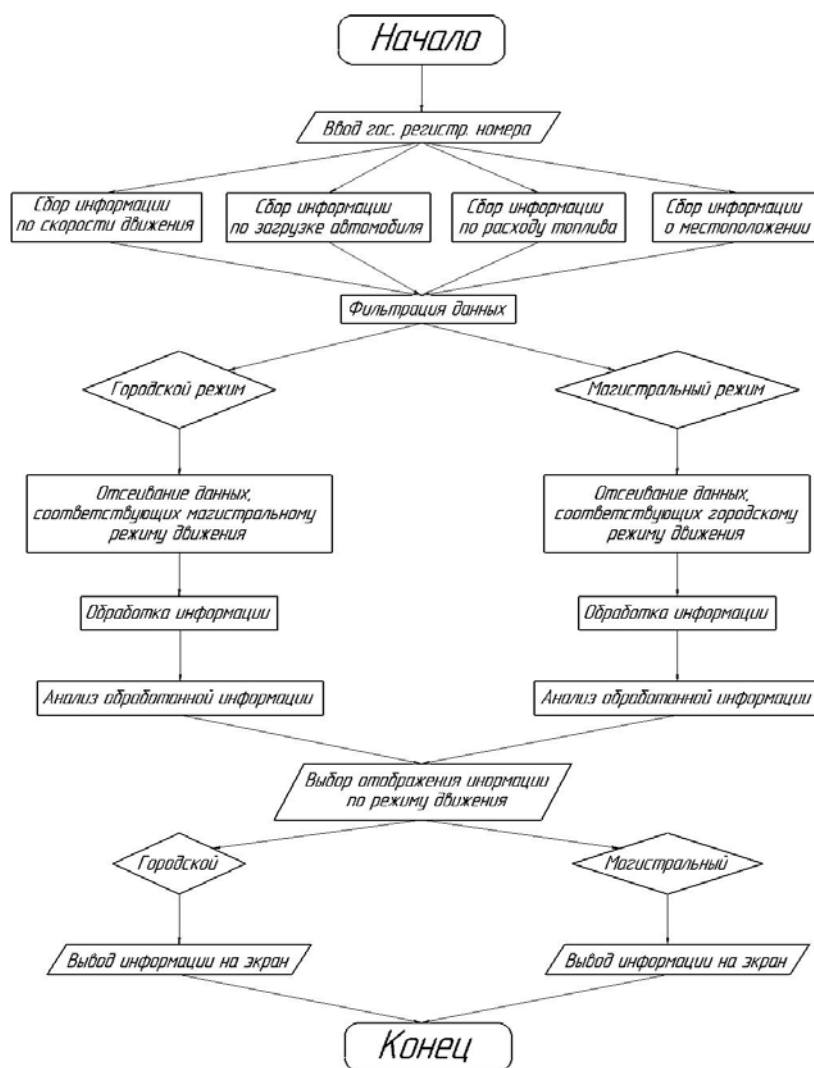


Рис. 3. Блок-схема алгоритма определения эксплуатационных норм расхода топлива

Список литературы

1. Пикалев, О.Н. Обзор методологических подходов к организации систем мониторинга транспортных средств с применением технологий GPS- трекинга / О.Н. Пикалев, П.И. Смирнов // Наука молодых - будущее России: сборник научных статей международной научной конференции. В 3 томах. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2016. – С. 293-295.

2. Литвинов, А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – Москва: Машиностроение, 1989. – 240 с.

УДК 631.372

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ В СХПК КОЛХОЗ «НОВЛЕНСКИЙ»

*Алилуев Сергей Александрович, магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье предложены пути повышения эффективности работы тракторов за счет визуализации технологии производства продукции и комплекса, организационных, мер.

Ключевые слова: сельское хозяйство, трактор, технология, операция, продукция, карта потоков, наработка, отказ, техническое обслуживание, эффективность

Основой сельскохозяйственного производства как в растениеводстве, так и в животноводстве является тракторный парк. От его функционирования в решающей степени зависит производительность труда, эффективность использования тракторов, машинно-тракторных агрегатов и всего машинно-тракторного парка хозяйства в целом.

Рост производительности труда и эффективности сельскохозяйственного производства можно обеспечить путем комплексной механизации полевых работ с применением высокопроизводительной техники, повышением уровня труда и быта работников села.

Техника, отечественная и импортная, стоит очень дорого. Практика показывает, что наибольшую выгоду от использования дорогостоящей техники можно получить только в результате ее рационального использования.

Новые технологии в сельском хозяйстве трудно реализуются в производстве по многим причинам. Одна из основных причин это недоступность информационного потока работникам среднего и низшего звена, которые являются основными исполнителями технологических процессов.

При этом наиболее весомым фактором вступает квалификация операторов МТА, от которых зависит не только эффективное использование техники, но и качество, и объем выполняемых механизированных работ. Под эксплуатационной надежностью МТА понимается его способность сохранять работоспособность при использовании в течение определенного промежутка времени.

Под нарушением работоспособности машинно-тракторного агрегата понимается остановка его работы по технологическим и техническим отказам, вследствие достижения предельного состояния и т.д.

Уровень эксплуатационной надежности МТА характеризуется возможностью его работы без остановок из-за нарушения работоспособности и возможности по восстановлению его работоспособности.

Уровень эксплуатационной надежности МТА оценивают:

- по величине наработки на отказ;
- по себестоимости ТО и ремонта;
- по значению коэффициента готовности агрегата.

Повышение уровня эксплуатационной надежности МТА способствует снижению себестоимости работ, повышению производительности агрегатов и увеличению прибыли.

Реализация технологии в первую очередь зависит от экономического состояния отрасли. Вопросы обеспечения технологии ресурсами, и материальными, и трудовыми, и людскими, зависит от экономического состояния предприятия.

Технология производства продукции состоит из трех потоков: 1 – поток людей; 2 – поток информации и 3 – поток материалов (рис. 1).



Рис. 1. Структура технологии производства сельскохозяйственной продукции

Профессором Джабборовым Н.И. предложено визуализировать технологические процессы производства сельскохозяйственной продукции. Визуализация технологии по-другому называется карта потока производства сельскохозяйственной продукции.

В целом карта потока производства состоит из трех уровней.

Карта потока производства первого уровня состоит из визуализации технологии в целом (например, технология возделывания с/х культуры, технология уборки урожая и т.д.) и предназначена для квалифицированных специалистов-управляющих (инженеров, агрономов и т.д.), которые ответственны за своевременное и качественное выполнение технологии производства продукции (рис. 2).

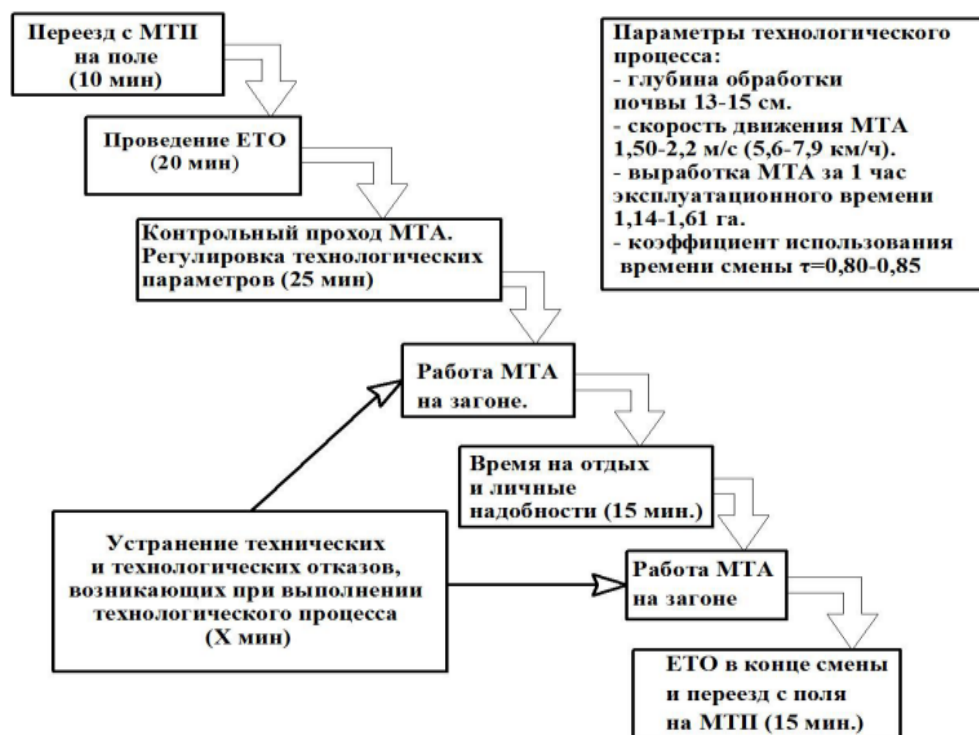


Рис. 2. Карта потока выполнения технологического процесса предпосевной обработки и подготовки почвы к посеву МТА

Карты потока производства второго и третьего уровня состоят из визуализации технологического процесса ежесменного технического обслуживания (ЕТО), номерного технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3) или сезонного технического обслуживания (СТО) для непосредственного исполнителя технологических процессов и операций, то есть трактористов-машинистов (рис. 3, 4) [1].



Рис. 3. Карта потока выполнения ежесменного технического обслуживания (ЕТО) трактора МТЗ-920



Рис. 4. Карта потока вида и периодичности технического обслуживания трактора МТЗ-920

Проведя анализ технологического процесса ТО тракторов в СХПК колхоз «Новленский», предлагается комплекс мер, которые помогут повысить качество и снизить себестоимость ТО тракторов:

1. периодичность и содержание работ ТО регламентируются плано-предупредительной системой ТО тракторов;
2. приобретается дополнительное оборудование, необходимое для выполнения качественного ТО тракторов;
3. перед проведением ТО вводится этап диагностики;
4. техническому обслуживанию машин предшествует этап осмотра. Осмотр проводит специалист. Осмотрев машину, он составляет ведомость комплектации (перечисляя, присутствующие и отсутствующие элементы, видимые дефекты);
5. сложные работы по ТО тракторов выполняет специалист (мастер-наладчик);
6. при покупке расходных материалов (фильтры, прокладки, ремни) необходимо обращать внимание на качество их изготовления;
7. окончательно качество работ проверяет специалист. Если качество удовлетворяет требованиям, работа принимается, если нет, то объект отправляется обратно на обслуживание, где устраняются недоработки.

Согласно перечисленным вышепредложенным мерам для СХПК колхоз «Новленский» предлагается следующая схема технологического процесса ТО тракторов (рис. 5).

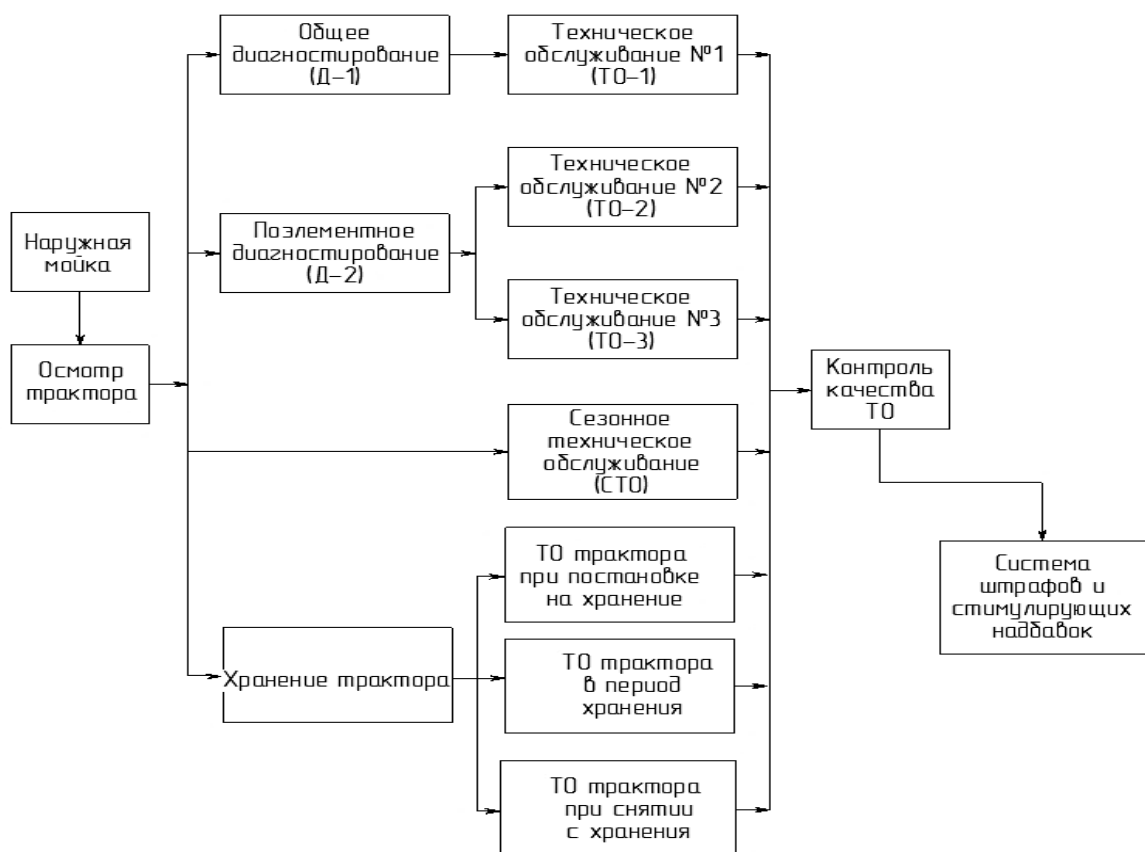


Рис. 5. Схема проведения технического обслуживания тракторов в СХПК колхоз «Новленский»

Согласно схеме ТО тракторов в СХПК колхоз «Новленский» исполнителями являются:

✓ ЕТО тракторов выполняют механизаторы. Они принимают также участие в выполнении номерного технического обслуживания.

✓ ТО-1, ТО-2, СТО тракторов проводит мастер-наладчик с помощью механизатора.

✓ ТО-3 тракторов выполняет мастер-наладчик с помощью механизатора и слесарей по регулировке дизельной топливной аппаратуры, гидравлической системы и электрооборудования.

✓ ЕТО тракторов проводится на месте их работы или на месте стоянки. ТО-1 и ТО-2 проводится в полевых условиях или на стационарном пункте технического обслуживания.

✓ СТО проводится в помещении пункта технического обслуживания.

✓ ТО-3 и ресурсное диагностирование — производится в пункте технического обслуживания.

✓ Простейшие неисправности, возникшие в процессе эксплуатации, устраняет тракторист-машинист с помощью инструмента, прикладываемого к трактору; неисправности, обнаруженные во время проведения ТО-1, ТО-2, СТО - мастер — наладчик, если продолжительность ремонтных ра-

бот не превышает 2 часов; остальные неисправности устраняют слесари по ремонту тракторов и электрогазосварщик.

✓ Контроль качества выполненных работ осуществляет инженер-механик.

✓ За качество запасных частей отвечает снабженец.

Вывод: внедрение в СХПК колхоз «Новленский» выше предложенных карт потоков производства и комплекса мер по организации ТО тракторов позволят повысить качество работ, увеличить наработку машин на отказ, повысить эффективность работы тракторов.

Список литературы

1. Михайлов, А.С. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / А.С. Михайлов, Н.И. Джаббаров, Д.С. Федькин // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – №3(15). – С. 57-63.
2. Михайлов, А.С. Обоснование системы технологических процессов восстановления необрабатываемых земель в условиях повышенного увлажнения / А.С. Михайлов, Н.И. Джаббаров, Д.С. Федькин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – №5(10). – С. 66-68.

УДК 636.085.8

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕЛЯТ МОЛОЧНОГО ПЕРИОДА ПОД КОРОВАМИ-КОРМИЛИЦАМИ

*Кондрашов Александр Сергеевич, студент-бакалавр
Самойличенко Николай Владимирович, науч. рук., к.э.н.*

*Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** биотехническая система выращивания телят молочного возраста под коровами-кормилицами обеспечивает телят свежим, более дешёвым и качественным молоком и позволяет кратно повысить производительность труда. При этом, биотехническая система проста, приближена к естественному выращиванию телят, не требует больших затрат на реконструкцию помещения для содержания животных, сможет найти применение в хозяйствах всех категорий, занимающихся выращиванием телят молочного периода, как в Вологодской области, так и в других регионах Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** биотехническая система, корова-кормилица, молодняк КРС, молочный период, эффективность*

Молочный период выращивания молодняка крупного рогатого скота является наиболее ответственным, ресурсо- и трудозатратным.

В крови только что родившегося телёнка ещё отсутствуют собственные антитела, защищающие его организм от проникающих в него вредных микроорганизмов. Недоразвиты и не функционируют помимо сычуга остальные отделы желудка. Находятся в активной стадии роста и развития и предъявляют повышенные требования к среде обитания и другие органы и ткани его организма. К примеру, прежде чем скормить телёнку молоко, оно должно быть подогрето до определённой температуры (первые дни до 39°C) и скормлено из ёмкости снабженной чистой соской. Всё оборудование должно чисто промываться после каждого использования. Соблюдать многие из требований сложно. Поэтому они часто в той или иной мере нарушаются, что приводит к снижению качества выращенных животных или к их гибели. Особенно часто нарушаются гигиена и технология кормления телят. Не случайно, в текущем столетии в сельскохозяйственных организациях Вологодской области ежегодно гибло от 4 до 9 тыс. родившихся телят. Ещё более 10000 телят ежегодно забивают в хозяйствах, как правило, в связи с болезнями и нарушениями роста и развития.

Молозиво и молоко являются наиболее дорогими, но не заменимыми для телят раннего возраста кормами. Относительно высокая стоимость этих кормов в значительной степени обусловлена затратами на организацию доения коровы. В структуре затрат труда на обслуживание коровы доение занимает свыше 50%.

Механизированное доение может быть высокопроизводительным, позволяет автоматизировать и роботизировать как процесс получения, так и процесс последующего нормированного выпаивания молока приплоду. Однако существующие устройства для доения коров довольно сложны, дороги и энергозатратны, так как требуют механизмов для создания в доильных аппаратах пульсирующего вакуумметрического давления. Это повышает себестоимость получаемого молока. К тому же, процесс получения молока для телят совмещается с получением молока для других пищевых и производственных целей. Поэтому, между получением молока из вымени коровы и выпаиванием его телёнку проходит некоторое время, за которое оно успевает остыть и даже обсемениться микрофлорой.

Чтобы избежать этих нежелательных последствий требуются дополнительные затраты.

Высокая стоимость молочных и других кормов и неэффективное их использование – важнейшие факторы, обуславливающие высокую убыточность выращивания телят. Так, в сельскохозяйственных организациях Вологодской области стоимость кормов, израсходованных на единицу прироста телят в среднем более, чем на 14% превышает цену реализации этого же количества живой массы телят. Убыточность выращивания телят на мясо превышает 30%.

Естественный способ получения телёнком молока путём высасывания его из вымени коровы свободен от недостатков механизированного способа получения молока. Этот способ оказывает наиболее благоприятное влияние как на здоровье и молочную продуктивность коровы, так и на здоровье и рост телёнка.

С середины прошлого века в молочном скотоводстве многих хозяйств начал широко и очень успешно применяться сменно-групповой подсосный метод выращивания телят под коровой-кормилицей, при котором телята получают молоко естественным способом. Молоко коровы-кормилицы использовалось только для выкармливания телят. Одна корова выкармливала одновременно от одного до четырёх телят или 8-12 телят за лактацию. При этом обеспечивалась высокая сохранность телят, ускорялся их рост и развитие. Телятницы стали обслуживать по 50-60 телят – вдвое больше, чем раньше. Среднесуточные приросты телят достигали 800-1000 г. Существенно снижался расход молока на единицу прироста телят, а себестоимость 1 ц прироста снижалась почти в 2 раза.

Получение молока от коров-кормилиц естественным способом снижает его себестоимость по меньшей мере в 2 раза, так как исключаются затраты на доение коровы и оплату труда доярки.

Однако подсосный метод выращивания телят под коровой-кормилицей сложно применять в промышленных масштабах, поскольку корова и закреплённые за ней телята должны быть предварительно приучены друг к другу. Телята, закреплённые за одной коровой, должны быть достаточно близки по живой массе и возрасту. В процессе сосания коровы телята мешают друг другу. Поэтому, необходимо следить, чтобы из-за конкуренции за сосок отдельные телята не оставались обделёнными молоком. Практически невозможно контролировать количество молока, высосанного каждым телёнком, что необходимо для своевременной компенсации недополученного им молока другими кормами. Достигнутое в середине прошлого века повышение производительности труда обслуживающего персонала за счёт применения подсосно-группового метода выращивания телят под коровами-кормилицами в настоящее время недостаточно из-за возросшего дефицита рабочей силы на селе.

Целью предлагаемого исследования является снижение себестоимости получаемого телятами молока и перевод выращивания телят молочного возраста на промышленную основу, кратно повысив производительность труда обслуживающего персонала, при сохранении основных преимуществ естественного способа получения телятами молока.

Для достижения поставленной цели предполагается исследовать возможность и эффективность высасывания молока телёнком из вымени коровы, не контактируя с ним непосредственно, а через подсоединённое к соску вымени устройство для дистанционного высасывания молока из вымени, отличающееся от известных доильных устройств отсутствием ме-

ханизмов для создания вакуумметрического давления и его пульсации. Это устройство представляет собой гибкий, желателно прозрачный шланг, один конец которого подсоединён к стакану с присоском, надеваемому на сосок вымени, а другой – подсоединён к соске, которую телёнок берёт в рот и сосёт. Устройство может быть снабжено средствами для ручного или автоматизированного (роботизированного) надевания, фиксирования и снятия стакана с соска коровы; для имитации толчков вымени головой телёнка в процессе сосания; для учёта количества и определения качества проходящей через устройство жидкости и для подключения устройства к трубопроводу с водой или ЗЦМ.

Предположение о возможности высасывания молока телёнком из вымени коровы через предлагаемое устройство обосновывается и подкрепляется положительным опытом доения коров аппаратами с однокамерными доильными стаканами.

Принципиальное отличие предлагаемого устройства для дистанционного высасывания телёнком молока из вымени коровы от доильного аппарата с однокамерным стаканом заключается лишь в том, что в устройстве пульсирующее вакуумметрическое давление в подсосковой камере стакана создаётся не механизмами, а ротовой полостью телёнка. Разрежение в полости рта телёнка может достигать 300 мм ртутного столба или около 40 кПа. Современные низковакуумные доильные машины успешно выдаивают коров, создавая разрежение воздуха в подсосковой камере стакана 30 – 35 кПа

На рис.1 изображена принципиальная схема устройства для дистанционного высасывания молока теленком из вымени коровы в разрезе.

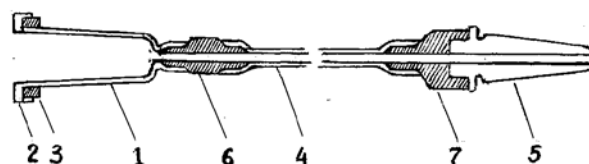


Рис. 1 Устройство для дистанционного высасывания молока теленком из вымени коровы-кормилицы

Устройство для дистанционного высасывания молока теленком из вымени коровы содержит стакан 1 с присоском 2, который может быть вставлен в обойму 3 (заштрихована) механизма, поддерживающего стакан на соске коровы, с имитатором толчков вымени головой телёнка в процессе сосания (не показаны); гибкий, желателно прозрачный шланг 4; соску 5; переходники 6 и 7 (заштрихованы) с датчиками приборов учёта количества, а при необходимости и определения качества протекающей по шлангу 4 жидкости (не показаны).

На рис. 2 представлена схема одного из возможных вариантов использования устройств для дистанционного высасывания молока при выращивании телят молочного возраста.

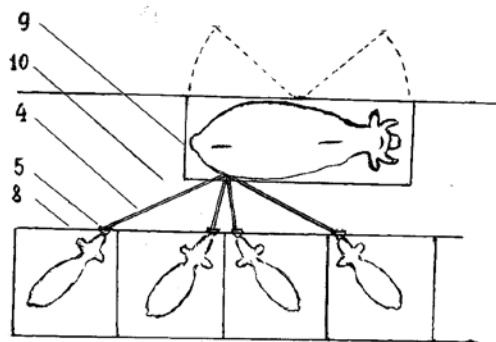


Рис. 2 Устройство для дистанционного высасывания молока при выращивании телят молочного периода под коровой-кормицей

В помещении вдоль его продольных стен установлены индивидуальные клетки для телят 8. Каждая клетка, помимо кормушек для грубых, концентрированных и минеральных кормов и подкормок, оборудована соской 5 устройства для дистанционного высасывания молока, вставленной в стенку клетки. Соска 5, посредством переходников и гибкого шланга 4, подсоединена к стакану, который вручную или с помощью робота может быть надет и зафиксирован на соске вымени коровы или подключён к патрубку трубопровода с питьевой водой или с ЗЦМ (не показаны). Клетки 8 сгруппированы по четыре, и находящиеся в них телята одновременно высасывают через соски 5 устройств и подсоединенные к ним шлангами 4 стаканы, надетые на соски вымени, молоко одной коровы. Если продуктивность коровы недостаточна для выкармливания четырёх телят, к этим телятам в течение дня можно подпускать для сосания двух или более коров. Или компенсировать недополученное количество молока каким либо заменителем.

Устройство для дистанционного высасывания молока телёнком может быть снабжено приборами для учёта, выпитого телёнком молока, а при необходимости и для определения его качества.

Количество высосанного телёнком в течение дня молока учитывается при определении суточной дозы комбикорма, который засыпается в его кормушку.

При необходимости, все операции по подготовке коровы и кормлению телят могут выполняться роботом и автоматами. К примеру, станок 9 оборудуют роботом, а сам станок может быть изготовлен с возможностью перемещения вдоль клеток по заданной программе.

Это позволит с достаточной точностью оценивать количество молока, высасываемого телятами естественным способом.

К тому же, в этом случае, телята, сосущие молоко естественным способом, делают достаточно равномерный массаж вымени, что позволяет отказаться от установки на устройствах имитаторов толчков вымени телёнком, ещё более упрощая и удешевляя конструкцию автоматики.

Устройство для дистанционного высасывания молока из вымени коровы не имеет собственной технической энергетической установки для создания пульсирующего вакуумметрического давления в подсосковой камере стакана и его функционирование зависит от сосущего его соску телёнка. С другой стороны и телёнок, не имеющий возможности в силу каких либо обстоятельств дотянуться до вымени коровы, также не может сосать молоко из её вымени без предлагаемого устройства. Лишь, объединив в одну взаимосвязанную и взаимозависимую совокупность техническое устройство для дистанционного высасывания молока из вымени коровы и биологический объект в виде телёнка, желающего пососать молоко, создаётся биотехническая система высасывания молока из вымени коровы и выращивания телят молочного возраста под коровами-кормилицами, которая и является объектом исследования.

Предлагаемая биотехническая система выращивания телят молочного возраста под коровами-кормилицами обеспечивает:

- возможность изоляции телят от коровы и друг от друга;
- возможность телятам сосать любую дойную корову, не мешая друг другу, без необходимости предварительного приучения телят и коровы друг к другу;
- возможность автоматизировать учёт молока и других жидких кормов, полученных каждым телёнком через устройство для дистанционного высасывания молока;
- возможность автоматизировать дозированную дачу других кормов с учётом полученного молока каждым конкретным животным;
- перевод выращивания телят молочного возраста под коровами-кормилицами на промышленную основу, позволяющую в несколько раз повысить производительность труда обслуживающего персонала;
- сохранение основных достоинств естественного способа получения молока телёнком

При этом, получение молока с использованием предлагаемого устройства, не требующего дорогих энергозатратных механизмов для создания пульсирующего вакуумметрического давления и оплаты труда дояра, снизит его себестоимость по сравнению с себестоимостью молока, полученного с помощью обычных доильных агрегатов более чем в 2 раза (корову не доят агрегатами, не оплачивают труд дояра и переводят на более дешёвый рацион за счёт экономии концентратов в соответствии с её фактической продуктивностью). Это позволяет эффективно использовать коров, содержание которых в дойном стаде из-за недостаточно высокой молочной продуктивности (ниже 5000-6000 кг/год) при сложившейся в стране диспропорции цен на молоко и промышленную продукцию, используемую в сельском хозяйстве, становится нерентабельным.

При этом, более чем в 2 раза снизится себестоимость прироста телят молочного возраста. И, как показывает широкий опыт подсосного выра-

щивания телят под коровами-кормилицами, значительно снизится отход молодняка молочного возраста, отъёмыши будут более жизнеспособными, рослыми и развитыми по сравнению с традиционной технологией их выращивания.

Список литературы

1. Самойличенко, Н.В. Пути повышения производства говядины / Н.В. Самойличенко, Е.Е. Самойличенко // Российское предпринимательство». – Издательство «Креативная экономика». – 2010. – №7(1). – С. 172-178
2. Самойличенко, Н.В. Проблемы и перспективы развития производства говядины (на примере Вологодской области) / Н.В. Самойличенко, О.В. Мангатаева // Известия СПбГАУ. – 2010. – №20 – С. 255-259.
3. Михайлов, А.С. Автоматизированная система приготовления жидкого заменителя цельного молока для выпаивания молодняку КРС / А.С. Михайлов, С.В. Второй // Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. – 2010. – С. 207-209.
4. Михайлов, А.С. Информационная модель и алгоритм процесса приготовления и раздачи ЖЗЦМ молодняку КРС / А.С. Михайлов // Машино технологическое обеспечение животноводства – проблемы эффективности и качества: Сб. науч. тр. Том 2. Ч. 2. – Подольск: ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. – 2010. – С.135-140.
5. Михайлов, А.С. Автоматизированная установка для приготовления и выпойки ЗЦМ молодняку КРС / А.С. Михайлов // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов машин в животноводстве: Сб. науч. тр. – СПб.: СПбГАУ. – 2010. – С. 28-31.

УДК 637.116

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДИАМЕТРА НАПОРНОГО ТРУБОПРОВОДА СИСТЕМЫ ПРОМЫВКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РАСПЫЛИТЕЛЯ ПЛОЩАДКИ ПРОМЫВКИ

*Шайтанов Павел Сергеевич, студент
Захаров Владимир Викторович, науч. рук., ст. преп.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье описаны этапы циркуляционной промывки молокопроводной системы автоматизированной доильной установки, ее периодичность, полученный эффект от внедрения модернизации, а так*

же обоснована пропускная способность напорного трубопровода системы промывки при интенсивном “пробковом” режиме промывки.

Ключевые слова: молоко, система промывки, автомат промывки, доильная установка, распылитель, напорный трубопровод системы промывки

Доильно-молочное оборудование является основным источником бактериального загрязнения молока. Поэтому качество получаемого молока и содержание в нем микроорганизмов находится в прямой зависимости от санитарного состояния оборудования для доения коров.

Санитарно-техническая обработка молочных путей автоматизированных доильных установок проводится после каждой дойки и эпизодически - при пуске в эксплуатацию, подготовке раствора основной промывки и окончании цикла основной промывки. После ввода в эксплуатацию промывка производится после каждой дойки. Промываются молочные трубопроводы и доильные аппараты [1].

Промывка молокопроводящих путей доильной установки УДА-16Е производства “Гомельагрокомплект” Республика Беларусь производится через доильные аппараты, доильные стаканы, которых, установлены на промывочных площадках в три этапа: предварительная промывка, санитарная обработка и ополаскивание, процессами которых управляет блок управления EMN Mini Wash . Согласно этапов промывки составлена диаграмма санитарной обработки молочных трубопроводов доильной установки (см. рисунок 1) [2].

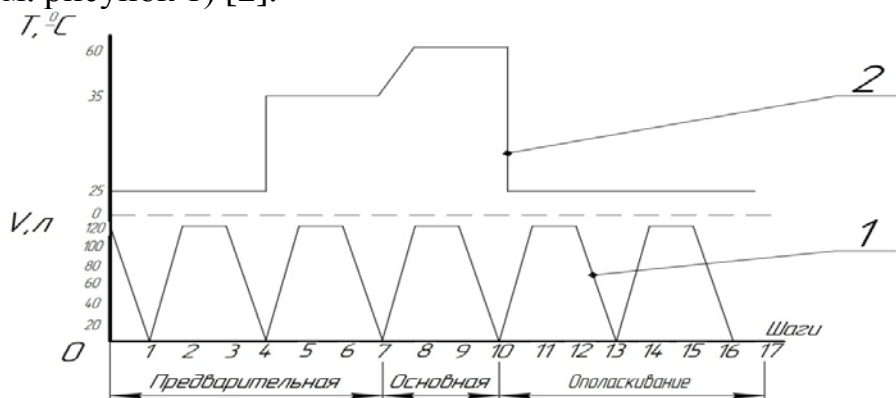


Рис. 1. Диаграмма санитарной обработки молочных трубопроводов:
1 - изменение массы промывочной жидкости, 2- температура жидкости

Первая стадия – ополаскивание водой внутренних поверхностей оборудования (молочных трубопроводов, доильных аппаратов.) после окончания дойки. Для ополаскивания используется вода, подогретая до температуры 25-35°C. При более высокой температуре промывочной воды (65°C) альбумины и некоторые соли молока выпадают в осадок и прочно прилипают к поверхности. Более низкая температура промывочной воды содействует переходу жира в твердое состояние, увеличению вязкости

молока и затруднению смыва его остатков. Вторая основная стадия - промывка молочных путей горячими моющими растворами с целью удаления загрязнения. Горячая вода быстрее смывает остатки химических веществ, убивает большинство бактерий, не образующих спор, исключая потребность дезинфекции оборудования. Третья стадия - промывка дезинфицирующими растворами с целью уничтожения микробов, находящихся в молочном камне и его порах. Их высокая химическая активность способствует ускоренному связыванию различных загрязнений и органических веществ. Кроме того, они энергично соединяют соли молока, очищая оборудование от молочного камня. Реагируя с неорганическими и органическими нерастворимыми солями молочного камня (или пригара), они действуют на соли, удаляемые водой. Аналогичным образом кислоты действуют и на соли жесткости воды, также переводя их в растворимое состояние. Однако после промывки часть раствора может остаться на поверхности оборудования. Для полного удаления моющего раствора предназначена четвертая стадия – промывка теплой водой перед началом очередного доения.

Последовательность движения оmyивающей жидкости заключается в следующем: моющий раствор отсасывается из напорного трубопровода системы промывки и поступает через промывочную головку площадки в доильный стакан далее по молочным патрубкам в коллектор из него общим потоком в потокомер, далее в счетчик молока, а из него в молокопровод который приведет оmyивающую жидкость в молокоопорожнитель. Из него моющий раствор насосом перекачивается в автомат промывки. Проходя через его циркуляционный клапан жидкость, направляется либо обратно на циркуляцию, либо сливается в канализацию (см. рисунок 2).

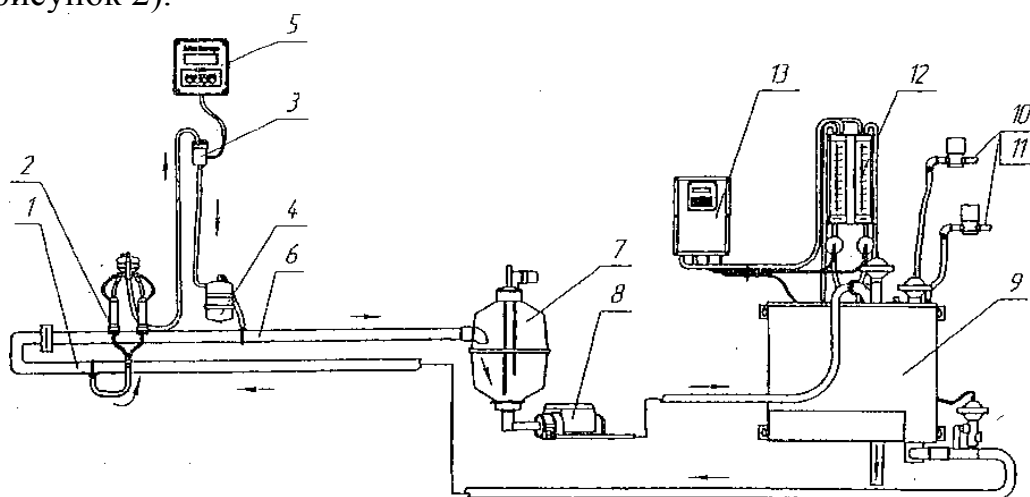


Рис. 2. Принципиальная схема работы доильной установки при промывке:
 1 - трубопровод промывки; 2 - промывочная головка 3 - датчик-потокомер;
 4 - счетчик молока; 5 - пульт управления модуля; 6 - молокопровод;
 7 - молокоопорожнитель; 8 - молочный насос; 9 - автомат промывки,
 10, 11 - трубопровод холодной и горячей воды; 12- дозатор концентратов моющих
 средств; 13- пульт управления автомата промывки

Выполнение всех этапов промывки осуществляется по программе из пульта управления (см. рисунок 3), который состоит из резервуара для жидкости с электронагревательными спиралями, вакуумного насоса и блока электромагнитных клапанов.

Автомат промывки имеет многоэтапную промывку т.е. каждая фаза промывки разбита на несколько этапов которые отрабатываются автоматически без вмешательства оператора. В автомате промывке предусмотрена возможность по точному заданию следующих параметров: количество воды, время промывки, количество моющего раствора, температура моющего раствора, время срабатывания воздушного инжектора и др.

Автомат АПБ-1 (см. рисунок 3) обеспечивает пять автоматических программ промывки:

Фаза 1 – предварительная промывка перед доением;

Фаза 3 – основная промывка - щелочная с подогревом;

Фаза 4 – основная промывка - кислотная с подогревом;

Фаза 5 – основная промывка - щелочная без подогрева;

Фаза 6 – основная промывка - кислотная без подогрева; а также

режим непосредственного доения – фаза 2 [3].

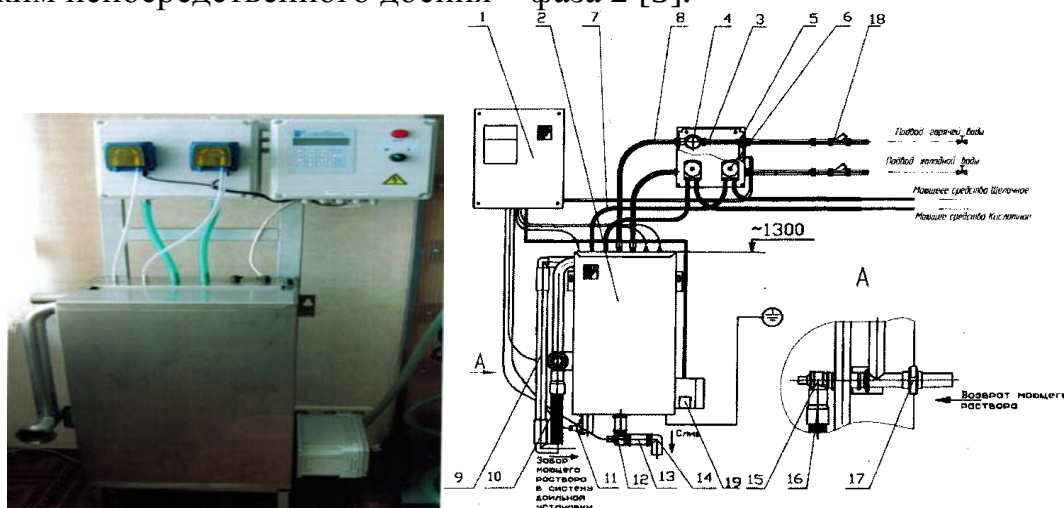


Рис. 3. Общий вид автомата промывки:

- 1- блок управления, 2- бак, 3- блок подачи воды, 4- счётчик воды импульсным выходом, 5- клапан подачи воды Ду20, 6- насос перистальтический РЕ-18, 7- шланг подачи моющего раствора, 8- шланг подачи воды, 9- труба забора воды нерж. 45х2, 10- шланг сливной армированный, 11- термодатчик, 12- клапан сливной Ду40, 13- муфта АДС 00.00.005, 14- угольник АДС 00.00.026, 15- клапан переливной ДУ40, 16- муфта АДС 00.00.033, 17- муфта диам.45 нерж., 18- фильтр для воды, 19- контактор на включение тенов

По окончании промывки оператор нажимает кнопку «Сброс» на пульте управления модуля для окончательного удаления воды из счетчиков молока и включает вручную молочный насос, чтобы опорожнить молокосборник от собранной воды.

Забор моющих средств и кислотных растворов из емкостей (4) и (5) на рисунке 4 производят малогабаритные механические насосы с деформируемой рабочей камерой (перистальтические)

Их принцип действия основан на последовательном циклическом изменении объема эластичного шланга при его деформации роликами. Вращение турникета по часовой стрелке вызывает всасывание моющих растворов в шланг и перенос их к выпускному отверстию.

В штабельной схеме промывки моющие и дезинфицирующие растворы не сливаются сразу в канализационный трап, а в целях экономии используются многократно (14 раз). После четырнадцатикратного использования моющий раствор с помощью насоса промывает систему и удаляется в канализационный трап.

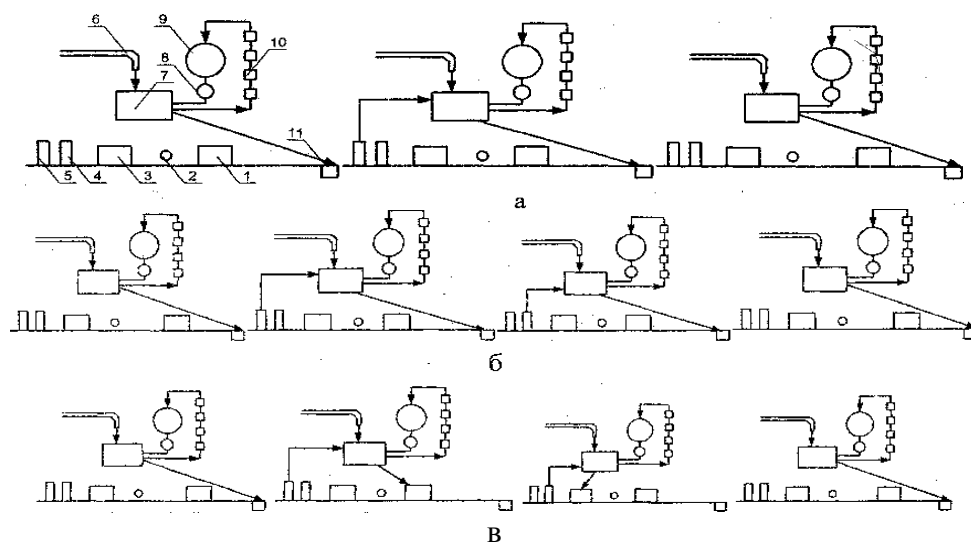


Рис. 4. Упрощенные схемы последовательности движения промывочной жидкости в доильной установке: а). Щелочная (1-резервуар моющего раствора; насос; 3-резервуар кислотного раствора; 4-дезинфицирующие средства; 5-моющие средства; 6-водопровод; 7-автомат промывки; 8-насос молочный; 9-молокоприемник; 10-доильные автоматы; 11-канализационный трап); б). Щелочно-кислотная; в) Штабельная.

Для усиления моющего эффекта молокопроводящих путей доильной установки создается искусственная турбулентность движущегося моющего раствора. Во время всех этапов промывки происходит подсос воздуха через калиброванные отверстия: в коллекторе доильного аппарата, в приемных чашах промывочной площадки и через инжектор, установленный в начале напорного трубопровода системы помывки, сигнал, на включение которого поступает из автомата промывки.

При всех этих приведенных способах подсоса воздуха в молочную магистраль, в полной мере, при циркуляционной промывке, не была решена проблема обсемененности болезнетворными микробами внутренних поверхностей молокопровода. Из-за плохой промывки участков доильной

установки: деталей коллектора молока, счетчика молока, доильного стакана, фильтров для молока, а так же кранов и соединительной арматуры резервуаров для молока, ввиду нестандартной геометрии и повышенной шероховатости последних, которые впоследствии нужно промывать вручную.

Загрязнения на доильном и молочном оборудовании состоят преимущественно из жира и белка. Жир не только прочно удерживается на поверхности, но и способствует приклеиванию белковых и минеральных частиц молока. Удержание загрязнений на оборудовании зависит также от материалов, из которых оно изготовлено, и качества обработки поверхности. Дольше степень загрязнения удерживается на оборудовании из алюминия и пластмассы, меньше - на стекле и нержавеющей стали. У материалов с гладкой поверхностью сцепление с частицами загрязнений наименьшее, у пористых и шероховатых - наибольшее. Остатки жира легко адсорбируются резиновыми деталями, если жир своевременно не удалить, он легко проникает через поры вглубь деталей и они теряют эластичность, трескаются.

Появление микротрещин на внутренней поверхности резины, сулит накоплению молочных жиров и появлению микроорганизмов, которых практически невозможно уничтожить из-за затруднения промывки. Продолжительность использования такой сосковой резины резко уменьшается, что ведет к не преждевременным затратам на замену.

Чтобы решить поставленную проблему продлить срок службы сосковой резины, а следствие уменьшить бактериальную обсемененность молока при выходе из доильных стаканов была предложена модернизация существующей промывочной площадки (см.рисунок 5).

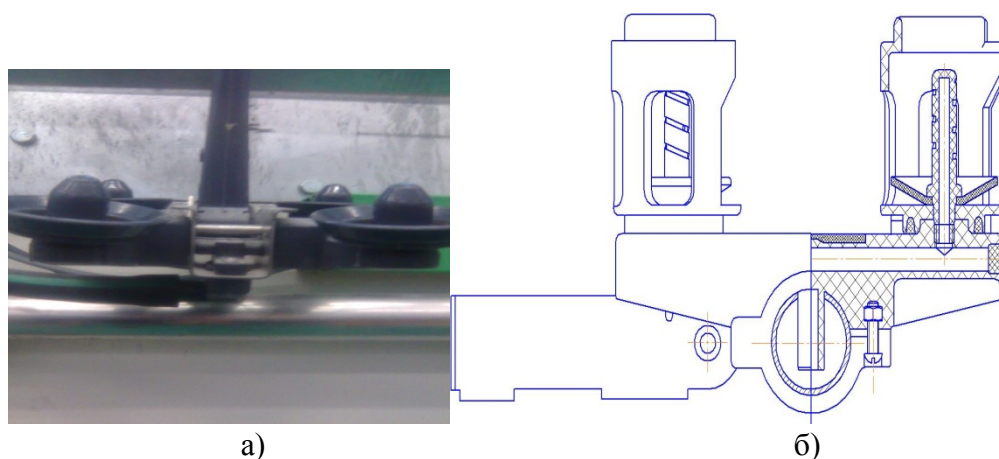


Рис. 5. Промывочная площадка
а) до модернизации б) после модернизации

Для более полной объемной и качественной промывки головки, чулка, молочной трубки сосковой резины мы изменили форму распылителя

(см. рисунок 6). Она стала длиннее существующей в два раза и на ее поверхности появилось спиральное углубление в пазу которого высверлены 3 отверстия с расположением в 120° друг от друга по отношению к центральной оси головки. Отверстия располагаются равномерно по всей высоте распылителя.

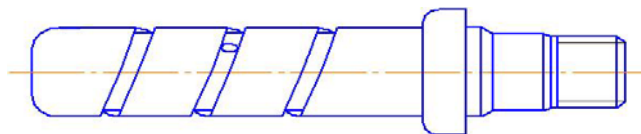


Рис. 6. Распылитель

Эта модернизация одновременно повышает:

- Охватываемую площадь контакта омывающей жидкостью внутренних стенок сосковой резины.
- Уменьшает время прохождения омывающей жидкостью внутренних полостей чупка сосковой резины, при такте сжатия, за счет спиральных каналов, которые создают вихревое движение омывающей жидкости, тем самым уменьшая время промывки всего молокопровода на 20%. Раскручиваясь по спирали, моющий раствор создает гидромеханическое воздействие обусловленное напряжением сдвига на жировые частицы и белковые соединения, находящиеся на стенках сосковой резины. Происходит объемная и тщательная промывка сосковой резины, ведущая к увеличению ее срока эксплуатации на 7% и увеличению качества молока выходящего из доильных стаканов[4].

Транспортировка молока по трубопроводу молокопроводящей линии в режиме доения осуществляется в ламинарном режиме при $V_m \approx 1,5 \text{ м/с}$. Для этого за счет подсоса воздуха через калиброванные отверстия в коллекторе доильного аппарата молоко набирает такую скорость транспортировки.

При режиме промывки для усиления моющего эффекта сейчас используется так называемый «пробковый» режим движения жидкости создаваемый воздушным инжектором, который с определенной периодичностью подает некоторый постоянный объем воздуха (пробку), которая способствует увеличению скорости движения моющего раствора $V_m \approx 5 \text{ м/с}$, что переводит ламинарный режим в турбулентный. При этом происходит более интенсивное заполнение молокоприемника моющим раствором и используемый в настоящее время молочный насос не в состоянии циркулировать столь увеличившийся объем моющего раствора к автомату промывки.[5]

Диаметр трубопровода, который транспортирует моющий раствор, воду, определяется из условия непрерывности потока жидкости[6]:

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot v \cdot \beta_m = \frac{q_n}{3,0 \cdot 10^3 \cdot \rho} \quad (1)$$

Откуда диаметр трубопровода:

$$d = 0,19 \sqrt{\frac{q}{\rho \cdot v \cdot \beta_m}} \quad (2)$$

где q - циркуляционный расход жидкости в системе промывки доильной установки $V_{ж} = 12 \text{ м}^3 / \text{ч}$ для автомата промывки АПБ-1

ρ - плотность 5% щелочного раствора при $t=20^\circ \text{C}$, $\rho = 1,0250 \text{ г/см}^3$ [7]

v - скорость движения моющего раствора в трубопроводе $v \approx 3 \text{ м/с}$

(при переходном режиме движения жидкости, когда число $Re = 2300 \dots 4000$)

β_m - коэффициент заполнения трубопровода моющим раствором, $\beta_m = 0,36$

$$d = 0,19 \sqrt{\frac{0,0033}{1025 \cdot 3 \cdot 0,36}} = 0,0423 \text{ м}$$

Список литературы

1. Костюкевич, С.А. Модернизированная технология промывки оборудования для доения коров / С.А. Костюкевич, Д.Ф. Колыга, В.В. Захаров // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. научных трудов. – Гродно: Гродненский ГАУ. – 2017. – Том 37. – С. 128-134.
2. Казаровец, И.В. Технологии, оборудование и технический сервис в молочном животноводстве: монография / И.В. Казаровец, В.П. Миклуш, М.В. Колончук. – Минск: БГАТУ, 2007. – 556 с.
3. Протокол №109-204 государственных приемочных испытаний опытного образца адаптированного автомата промывки доильного оборудования с электронагревателем ГУ БелМИС 2004.
4. Захаров, В.В. Совершенствование передвижных доильных установок как способ сокращения себестоимости получения молока / В.В. Захаров, С.А. Костюкевич, С.А. Баль // Перспективы и тенденции развития конструкции и технического сервису сельскохозяйственных машин и орудий: Материалы IV всеукраинской научно-практической конференции. – Житомир: Житомирский Аграрный Колледж, 2017. – С.190-193.
5. Кирсанов, В.В. Теоретическое обоснование интенсификации режимов промывки молокопроводов доильных установок / В.В. Кирсанов, В.Ю. Матвеев // Вестник ВНИИМЖ. – 2011. – №2. – С. 62-69.
6. Вагин, Ю.Т. Технологии и техническое обеспечение производства продукции животноводства: Учебное пособие: 2 изд. / Ю.Т. Вагин, А.С. Добышев, А.П. Курдеко; Под общ. ред. Ю.Т.Вагина Мн.: ИВЦ Минфина-2013. – 640 с.
7. Волков, А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.
8. Вагин, Ю.Т. Техническое обеспечение производства молока. Современное оборудование для доения: практическое пособие / Ю.Т. Вагин и др. – Минск: Эволайн, 2012. – 208 с.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЛЕЕ РАВНОМЕРНОЙ ЗАГРУЗКИ
ДОИЛЬНОЙ СТАНЦИИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ФЕРМЫ
ПУТЁМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СХЕМЫ
ДВИЖЕНИЯ КОРОВ НА ДОЙКУ**

*Солдатов Евгений Николаевич, магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье обоснована необходимость использования элитных проходов при доении коров роботами-дойрами для обеспечения равномерной загрузки доильной станции.

Ключевые слова: робот-дойяр; добровольное движение коров; элитный проход; элитная зона; загрузка доильной станции

Роботизированная технология доения является самой современной системой содержания и доения коров. Доение и движение животных осуществляется полностью в автоматическом режиме с применением доильных роботов.

Начиная с 80-х годов прошлого века, зародилось и активно стало развиваться направление по созданию новой системы содержания крупного рогатого скота, что в результате привело к формированию технологии доения коров на основе роботизированных устройств. Автоматические доильные системы, или доильные роботы, впервые появились в Нидерландах в 1992 г. Одновременно с этим развивалось направление по созданию системы движения животных, адаптированной к новой технологии. Создатели новой системы содержания положили в основу принцип добровольности, в первую очередь в процедуре доения. Корове предоставляется возможность самостоятельно выбирать время доения. Так же животное имеет неограниченный доступ к еде, питью и месту для отдыха.

Концепция добровольного движения коров основывается на принципах физиологии, то есть потребности животного сдать молоко добровольно, без принуждения. При этом с целью создания основной мотивации привлечения животного на дойку применяется выдача корма в станции доения [1-5].

В большинстве видах систем роботизированного доения добровольность движения животных обеспечивается за счёт взаимного расположения кормового стола, боксов, оборудования доения, кормления и поения в группе содержания, также на основе физиологических потребностей. При этом корова, совершая моцион, последовательно перемещается по зонам коровника, в каждой из которых удовлетворяя конкретную потребность.

По мере развития систем роботизированного доения были выявлены ряд особенностей относительно классических систем содержания с точки зрения повышенной роли формируемых на основе иерархии отношений между животными в стаде. В этой связи за последнее десятилетие разработчики изучаемой технологии стали брать во внимание экологический фактор. Учёт последнего в конечном итоге позволяет обеспечить предельную самостоятельность функционирования системы, в частности добровольность движения коров [1-3].

Для регулирования перемещения животных, а также разделения зон на роботизированных фермах применяются различные типы отсечного, сортировочного и селекционного оборудования. Для разделения зон между собой используют, сплошные перегородки, ограждения, боксы.

Для обеспечения направленного движения коров применяются, как правило, одноходовые калитки различных типов. Главное назначение указанных калиток является обеспечение прохода животных в одном направлении, при этом необходимо создать активную блокировку в обратном направлении.

Большинство роботизированных ферм России имеют принудительную систему движения животных со схемой «сначала кормление». Зона сортировки представлена двухходовыми сортировочными воротами. Основным недостатком данной схемы является длительное нахождение низкоранговых коров в зоне ожидания. Опыт эксплуатации таких схем выявляет вдобавок неравномерные и увеличенные интервалы между доениями большинства животных. На зарубежных фермах данные проблемы частично решаются устройством специальных проходов, которые в свою очередь также имеют недостатки и конструктивно не могут быть реализованы в коровниках хозяйств нашего региона.

Значительную часть рабочего времени оператор затрачивает на выявление опоздавших на доение коров, так называемых «просроченных коров», их поиску в группе содержания и подгонке в зону ожидания. Кроме того, многие животные неохотно заходят в доильную станцию, простаивая в зоне ожидания по несколько часов. Проблема усугубляется и тем, что загнанные животные ложатся в зоне ожидания на загрязнённую поверхность, в месте, не предусмотренном для отдыха, и тем самым подвергают себя риску заболевания молочной железы. Поэтому оператору вновь нужно затрачивать время, а зачастую силу и эмоции, что бы загнать простаивающее животное в станцию. При этом оператору необходимо, находясь в накопителе, отсечь из скопления коров нужное животное и стоять с ним в ожидании освобождения доильной станции, после чего загнать животное в станцию доения. Одной из причин подобных ситуаций является иерархичность коров: доминирующие животные отгоняют, зачастую нанося травмы, коров нижних ступеней иерархии. Как показывают наблюдения, корова-аутсайдер сможет самостоятельно зайти в зону ожидания только при от-

сутствии там других животных. То же можно сказать и о посещении такими животными станции доения.

Влияние на добровольность движения оказывает состояние здоровья животного, в частности заболевания копыт. Такие животные перемещаются с трудом, опасаясь движения дельта-скрепера и ступеней. Эти коровы, испытывая дискомфорт от передвижения, чаще других ложатся в накопитель.

Так же показатель добровольности движения недостаточен для коров позднего срока лактации, в основном по причине отсутствия их кормления в станции доения. Таким животным необходимо большее время на отдых, поэтому зачастую им также приходится ложиться в накопитель.

Кроме того у некоторых животных, особенно у раздойных первотёлок, выявлена неравномерность в интервалах доений, что сказывается, как на снижении показателей раздоя и продуктивности, так и на рост вероятности заболевания маститом [3-6].

В свете вышеизложенного нами было разработано и предложено техническое решение для минимизации фактора ранжированности, исключения принятия лежачего положения в зоне ожидания, улучшения добровольности движения, обеспечения более равномерного посещения доильной станции коровами.

Предложенное решение, названное элитным проходом, представляет собой отдельную зону движения коров, ограниченную ограждением и имеющую непосредственный выход к входным воротам доильной станции. Животные, имеющие разрешение на доение и удовлетворяющие дополнительным условиям, направляются в этот проход селекционными воротами.

Техническая переналадка предусматривает дооборудование двухходовых сортировочных ворот до трёхходовых, путём навешивания дополнительного отсекаателя, работающего от ЕР-бокса интеллектуальных ворот. Отсекатель приводится в действие стандартным пневматическим цилиндром DNC-50-160-PPV-A. На цилиндре устанавливаются два позиционных датчика для верификации крайних положений отсекаателя. На выходе из прохода устанавливается арка с одноходовой калиткой одностороннего навешивания. Так же было убрано ограждение в зоне ожидания между станцией доения и одноходовой калиткой. Вместо этого установлено ограждение для создания дополнительного коридора. Получившийся проход имеет длину 1700 мм от отсекаателя сортировочных ворот до створа арки, ширину – 1200 мм – на входе и 900 мм – на выходе. Общая длина коридора с учётом открытой одноходовой калиткой и закрытыми входными воротами станции доения равна 2200 мм. Таким образом, в получившейся зоне может свободно стоять одно животное, без возможности занять лежачее положение.

Конструктивно одноходовая калитка может быть выполнена в двух исполнениях: с возможностью блокировки выхода в зону ожидания и без

блокировки выхода. В первом случае при открытии калитки происходит её блокировка за каркас (вертикальный брус) станции доения. Во втором случае калитка лишь препятствует входу животных в элитный проход из зоны ожидания (рис. 1).

Позиция «идти домой» установлена по направлению в зону ожидания, что позволит заблокировать животное от движения назад в разработанном проходе.

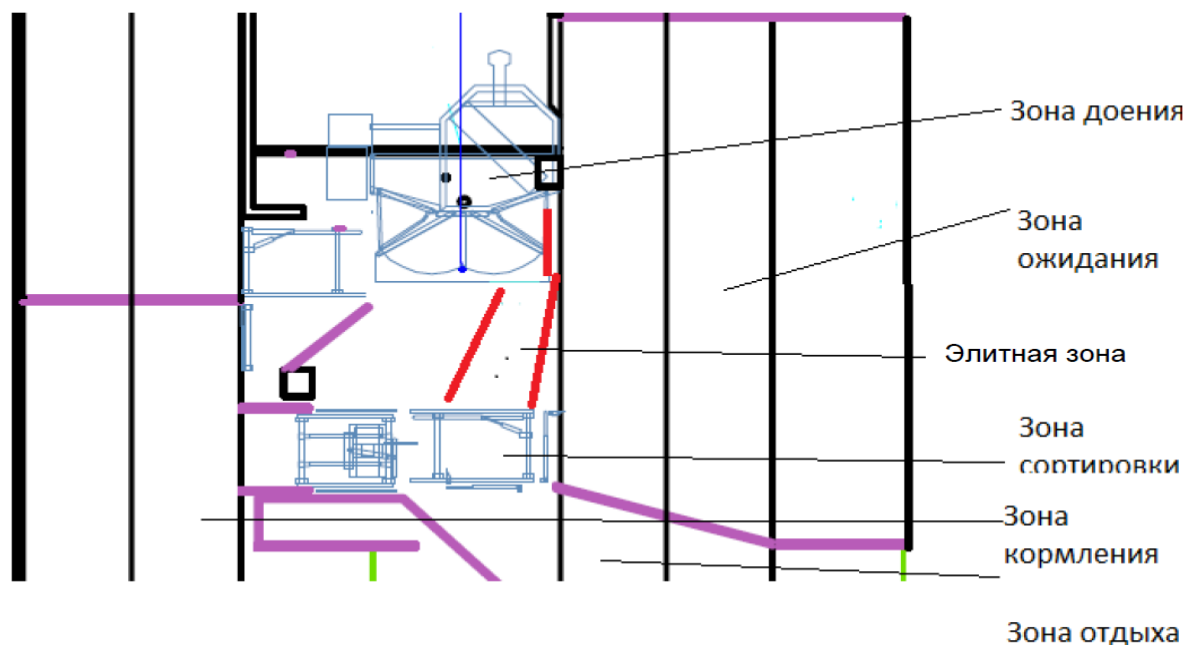


Рис. 1. Схема расположения зон и размещения оборудования

В программе управления стадом необходимо добавить новую зону и третье направление к двум существующим. Третье направление было названо «элитным», новая зона – «элитная зона». Так же во вкладке решения всегда необходимо проставлять условие «если менее одного животного в элитной зоне», для исключения отсечения в занятую зону животных до её освобождения.

Корова, удовлетворяющая условиям посещения доильной станции через элитную зону, направляется воротами зоны сортировки в разработанный проход. Через 5 секунд (настраиваемый параметр) после входа животного в элитный проход сортировочные ворота перемещаются в положение «идти домой» и тем самым подталкивают корову к продвижению вперёд (в случае её задержки в сортировочных воротах), исключая возможность движения животного в обратном направлении. Корова, не имея возможности лечь, ожидает освобождения станции доения. При открытии входных ворот доильного бокса, корова входит в него. При этом одноходовая калитка за ней закрывается, перекрывая вход в коридор со стороны зоны ожидания.

Конструкция элитного прохода позволяет при нахождении в нём животного, обеспечить вход из зоны ожидания другой коровы. Этот вход бу-

дет не беспрепятственным, так как входящей из накопителя корове придётся отодвинуть голову элитного животного.

Предложенное технологическое решение полностью вписывается в существующую схему движения животных. При этом управление движением коров через элитный проход можно осуществлять как в полностью автоматическом, так и в ручном режиме с помощью клавиатуры ворот.

Созданная зона движения не уменьшает площади других зон, так как была размещена в свободном месте. Фактически зона увеличивает площадь преддоильного пространства на 2 м². Вход в элитную зону сравнительно удобен, так как эта зона размещена на одном уровне с зоной сортировки и станцией доения.

Благодаря использованию нового элитного прохода, обеспечивается создание преимущества к посещению доильной станции отдельных групп животных по различным критериям. Например: низко-ранжированных коров, хромых коров, коров первых дней лактации и других подобных коров. Это, вероятно, снизит стресс животных в виду предстоящей сессии доения, обеспечит более равномерный интервал доения и приблизит значение фактической кратности доения к заданной кратности.

Так же появляется возможность оперативного и внеочередного доения самых «просроченных» коров, что также приведёт к результатам, указанным в предыдущем абзаце.

Предполагается, что движение коров через элитный проход создаст своеобразную конкуренцию на преддоильной площадке, что скажется на сокращении среднего времени ожидания в зоне накопления. Зачастую на практике наблюдается ситуация блокировки входа в зону доения доминирующим животным, которое и не заходит в станцию и других отгоняет. При наличии коровы в элитном проходе, последняя будет иметь возможность быстрее и относительно беспрепятственно зайти в робота-дояра, а значит, блокировка входа из накопителя доминирующей коровой потеряет смысл. Доминирующая корова будет стремиться быстро занять доильную станцию, опередив животное с приоритетом.

Зачастую, загнанные в накопитель животные разворачиваются от станции доения, перемещаясь в дальний от неё угол для подавления рефлекса молокоотдачи. Находясь в элитной зоне, в непосредственной близости от процесса доения, у животного будет усиливаться образование гормона молокообразования и молокоотдачи, что приведёт, со всем прочим, к созданию стимула к скорейшему доению.

Нами предложено техническое решение, позволяющее обеспечить более равномерную загрузку доильной станции роботизированной фермы путём совершенствования схемы движения коров на дойку и сократить трудозатраты на поддержание оптимального ритма движения, в том числе за счёт улучшения добровольности трафика.

Список литературы

1. Кормановский, Л.П. Тенденции применения доильных роботов / Л.П. Кормановский, Ю.А. Иванов, И.К. Текучев // Техника и оборудование для села. – 2008. – №8. – С. 36-38.
2. Кормановский, Л.П. Проблемы реализации роботизированных технологий на фермах России / Л.П. Кормановский, И.К. Текучев // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – № 3. – С. 3-6.
3. Легошин, Г.П. Сравнение эффективности технологий производства молока на фермах с доением в стойлах, в доильных залах и на установках добровольного доения (роботах) / Г.П. Легошин и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 4. – С. 1-5.
4. Легошин, Г.П. Оценка влияния системы добровольного доения (доильных роботов) на молочную продуктивность высокопродуктивных коров / Г.П. Легошин и др. // Наука – агропромышленному комплексу. Т.3. Биологические науки: материалы конференции, посвященной 98-летию академии. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – С. 99-102.
5. Холманов, А.М. Доильные роботы: преимущества и проблемы / А.М. Холманов, О.Ю. Осадчая, А.Н. Алексеенко // Молочное скотоводство. – 2008. – №5. – С. 73-75.
6. Шушков, Р.А. Проблемы надежности оборудования животноводческих комплексов / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции посвященной 95-летию академии. Том 2. Инженерные науки. – Вологда-Молочное, 2006. – С. 41-42.

УДК 631.358.001:638.085

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

*Виноградова Юлия Николаевна, магистрант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: *важнейшим компонентом зимних рационов животных является сено высокого качества. Высокое качество корма требует сокращения периода пребывания скошенной травяной массы в поле. В условиях неустойчивой погоды и повышенного увлажнения, характерных для Вологодской области, одним из основных путей повышения качества сена и стабилизации условий его производства является широкое применение процесса досушивания (сушки) проявленной в поле свежескошенной травяной массы.*

Ключевые слова: *сено; влага; грубый корм; трава*

Представления о формах связи с материалом в значительной степени способствует изучению механизма сушки листьев и стеблей растений. От характера этой связи зависит перенос влаги из центра частиц растений к зоне сушки (к поверхности).

Различают влагу связанную и свободную. Связанная – это влага, удерживаемая в клетках растений главным образом силой притяжения гидрофильных коллоидов. В протоплазме вся влага в той или иной степени удерживается коллоидными частичками, но с разной силой. Поэтому связанную влагу условно разделяют на прочно связанную с резко измененными свойствами и слабо связанную, сохраняющую свои основные свойства.

Свободная влага составляет в клетке среду, где развиваются процессы обмена веществ и другие процессы жизнедеятельности, и сама она легко вовлекается в эти процессы. Для правильного выбора способа сушки и высокоэффективного ведения процесса при обезвоживании растительного сырья важно увязать классификацию форм связи влаги с состоянием материала при его обработке.

Мы применили термографический метод анализа видов связи с материалом, разработанный профессором Казанским И.Ф. [1]. Сущность метода заключается в одновременной записи и последующем анализе термограммы и кривой сушки при высушивании тонкого слоя материала в изотермических условиях.

Результаты анализа термограмм, записанных при помощи электронного потенциометра, точных весов и характеризующих изменение температуры и влажности частиц свежескошенных клевера и тимopheевки, измельченных до длины частиц 2-3 мм и уложенных слоем около 2 мм, в процессе их изотермической сушки в сушильном шкафу при температуре 90°C, показаны на рисунке 1.

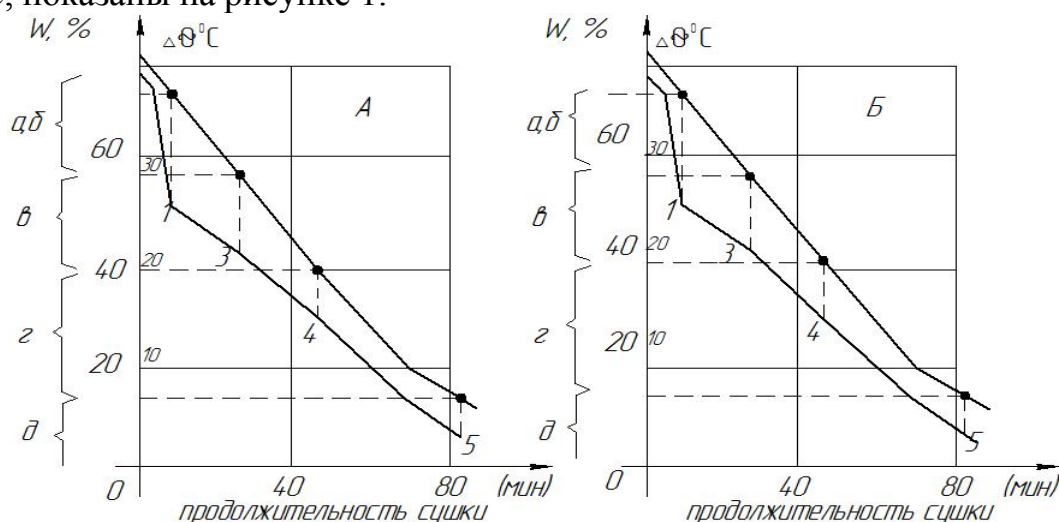


Рис. 1. Схема кинетики последовательности испарения влаги при сушке тонкого слоя свежескошенных клевера (А) и тимopheевки (Б):

W – относительная влажность травы, t – температура травы; τ – продолжительность сушки; a, b, v, z, d – зона испарения каждого вида влаги

Точки пересечения термограмм 1, 3, 4 указывают, когда полностью испаряется один вид влаги и начинает испаряться другой.

Спроектировав эти точки на кривую сушки и на ось ординат, можно определить структуру влаги, связанную в данном материале (таблица 1).

Таблица 1 – Структура влаги в свежескошенной траве

Вид связи влаги	Состояние влаги в материале	Клевер		Тимофеевка	
		Снижение влажности, % от-до	Количество испаренной влаги, кг/кг с.в.	Снижение влажности, %	Количество испаренной влаги, кг/кг с.в.
Свободная влага	Механически прилипшая, свободная поверхностная влага	82-77	1,20	80-73	1,30
Свободная влага	Влага капиллярного состояния в крупных порах ($r > 10^{-5}$ см)	77-57	2,02	73-57	1,38
Связанная влага	Капиллярная влага микропор ($r < 10^{-5}$ см)	57-40	0,66	57-43	0,57
Связанная влага	Влага полимолекулярной адсорбции	40-14	0,50	43-15	0,58
Связанная влага	Влага мономолекулярной адсорбции	14-0	0,17	15-0	0,18

Как видно из таблицы 1, обе формы связи влаги в количественном отношении имеют пределы. При начальной влажности равной 82-80% свежескошенная трава содержит 4,55-4,00 кг сухого вещества материала. После сушки сено обычно имеет влажность 17%. Это означает, что в готовом фураже остается около 0,2 кг влаги. Связанная влага (при влажности сырья ниже 57%) составляет 1,13-1,10 кг/кг с.в., а свободная 3,22-2,68 кг/кг с.в., то есть в 2,8-2,6 раза больше, чем связанная.

Наиболее характерной является точка 4 термограммы, соответствующая границе влажного и гигроскопического состояния материала.

Влажность материала при точке 1 называется гигроскопической, следовательно, при влажности материала ниже гигроскопической в нем находится только связанная влага. Гигроскопическая влажность травы колеблется в пределах 55-60%.

При гигроскопической влажности давление паров жидкости в растительном материале равно давлению насыщенных паров чистой жидкости при тех же давлении и температуре. При влажностях меньше гигроскопической физические свойства дисперсного материала иные, чем при гигро-

скопической. Например, они не смерзают, обладают лучшей сыпучестью и т.д.

Следует отметить, что гигроскопическая влажность всегда меньше максимальной влагоемкости материала, которая достигается при непосредственном контакте тела с жидкостью (намокание). Например, при температуре 20°C гигроскопическая влажность травы составляет $W_{отн} = 60\%$ ($W_{обс} = 150\%$), а максимальная влажность $W_{отн} = 80\%$ ($W_{обс} = 400\%$).

Ю.Л.Кавказов экспериментально доказал, что в процессе сорбции при атмосферном давлении влагой заполняются только микрокапилляры ($r < 10^{-5}$ см); макрокапилляры ($r > 10^{-5}$ см) заполняются жидкостью при непосредственном соприкосновении с ней и даже отдают влагу в атмосферу, полностью насыщенную водяным паром.

Список литературы

1. Казанский, М.Ф. ДАН СССР / М.Ф.Казанский – М., 1960. – № 5.
2. Попов, В.Д. Основы управления технологиями низкотемпературной сушки растительной стебельчатой массы / В.Д. Попов, М.Ш. Ахмедов, А.И. Сухопаров, Н.Н. Кузнецов, А.В. Зыков // М.: Санкт-Петербург, 2017.
3. Шушков, Р.А. Исследование процесса сушки льна, спрессованного в рулоны / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов // Кишоварз. – 2015. – № 3. – С. 55-58.
4. Кузнецов, Н.Н. Использование информационных технологий при заготовке рулонного сена / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сборник научных трудов по результатам научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – 2010. – С. 260-264.
5. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: автореф. дис. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.20.01 / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург, 2007. – 17 с.
6. Кузнецов, Н.Н. Технология заготовки высококачественного сена в условиях повышенного увлажнения / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2008. – № 80. – С. 106-111.

УДК 631.358.001:638.085

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДАЧИ ВЛАГИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Шарынов Андрей Николаевич, студент-бакалавр
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: важнейшим компонентом зимних рационов животных является сено высокого качества. Высокое качество корма требует сокращения периода пребывания скошенной травяной массы в поле. В условиях неустойчивой погоды и повышенного увлажнения, характерных для Вологодской области, одним из основных путей повышения качества сена и стабилизации условий его производства является широкое применение процесса досушивания (сушки) проявленной в поле свежескошенной травяной массы.

Ключевые слова: сено; влага; грубый корм; трава

В процессе сушки трав их структурно-химические, физико-механические и биологические свойства меняются, поэтому задача сушки заключается в том, чтобы, кроме быстроты процесса и лучших теплотехнических показателей, добиться и хороших показателей качества высушиваемого растительного сырья.

При оценке механизма обезвоживания растений за основу критерия качественной характеристики связи влаги с материалом принимают величину свободной энергии изотермической сушки, то есть работу, совершаемую при отрыве 1 моля влаги от материала с заданным влагосодержанием. Эту энергию определяют по уравнению:

$$A = -R \cdot t \cdot \ln \cdot \varphi, \quad (1)$$

где R -универсальная газовая постоянная, равна 8,32 кДж/(ос.моль);

t -температура материала, $^{\circ}\text{C}$;

φ - абсолютная влажность воздуха, доля единиц.

Чем прочнее связана влага с материалом, тем меньше величина φ и, наоборот, для свободной влаги, когда $\varphi=1$, энергия связи равна нулю ($A = -Rt \ln 1 = 0$). При этом испарение влаги из высоко влажного материала происходит аналогично испарению со свободной водяной поверхности с незначительной затратой энергии.

В то же время следует отметить, что механизм проникновения свободной влаги в ткани растений отличается от того, что наблюдается в неживой коллоидной системе.

Коллоидно-пористая структура стеблей и листьев растений представлена более или менее самостоятельными системами микро- и макро строения материала со своими особенностями влагозаполнения и влагоудержания. Они не просто поглощают или отдают влагу, подчиняясь физическим законам, но в той или иной мере включают ее в биологические процессы, регулируемые ферментами [1, 2].

Испарение влаги со свободной водяной поверхности происходит равномерно, тогда как у растений потеря некоторого количества влаги уменьшает последующее испарение.

С уменьшением влажности воздуха испарение с водной поверхности закономерно возрастает, а у растений после некоторого повышения падает,

так как уменьшение содержания влаги в испаряющих клетках приводит к закрыванию устьиц. Кроме того, испарение с водной поверхности невозможно в атмосфере, насыщенной водяными парами, а живые растения, хотя и очень слабо, но все-таки могут испарять влагу в этих условиях. Благодаря дыханию температура поверхности растений всегда выше температуры окружающего пространства.

Таким образом, при обезвоживании растительного сырья наряду с термодинамической силой связи влаги с материалом следует учитывать их свойства и влагоудерживающие силы, которые термодинамическим законам не подчиняются, либо подчиняются частично. К таким свойствам можно отнести влагоудерживающую силу устьиц, кутикулы, внутренних тканей растений [3].

Наличие сопротивления, обуславливаемого биологическими особенностями, подтверждается также исследованиями Ю.В. Валущиса [3], В.И. Лапинаса [2].

Они подвергали сушке живые и убитые электрическими разрядами высоковлажные бобовые растения. При этом в начале процесса в диапазон снижения влажностей до 90 до 84-85% скорость сушки обеих образцов почти совпадала, но потом стала сильно отличаться: образцы убитой травы стали сохнуть гораздо быстрее, чем живой. Совпадение скоростей в начале сушки авторы объясняют тем, что когда материал содержит влагу больше, чем необходимо для его жизнедеятельности, то он эту влагу отдает без биологического сопротивления [4].

При дальнейшем обезвоживании материала работа отрыва моля воды постепенно увеличивается. Так как с уменьшением влажности увеличивается доля удаляемой влаги, которая связан абсорбционно, а, когда начинает удаляться химически связанная влага (влага мономолекулярной адсорбции) эта работа резко возрастает.

Химически связанная влага удерживается веществом посредством ионных или молекулярных связей наиболее прочно и не удастся удалить при нагревании материала до 100-120°C [5].

Её удаление в большинстве случаев обуславливает изменение химического состава вещества, что выходит за рамки обычного процесса сушки влажных материалов, т.е. материал сушат не до полного удаления из него влаги, а до влажности 10-17%, и в остаточную влагу входит именно та часть молекул воды, которая наиболее прочно связана коллоидами клеток растений.

Отсюда, с целью достижения лучших технико-экономических показателей (снижение затрат энергии на процесс, увеличение производительности сушильного оборудования) и получения высококачественного корма, растительное сырье в разные периоды своего обезвоживания следует подвергать сушке с разной интенсивностью.

Список литературы

1. Гинзбург, А.С. Сушка пищевых продуктов / А.С.Гинзбург. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 683 с.
2. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 350 с.
3. Валушис, В.Ю. Основы высокотемпературной сушки кормов. / В.Ю. Валушис. – М.: Колос, 1977. – 303 с.
4. Лапинас, В.И. Интенсификация сушки травы с использованием электроискровой ее обработки: автореф.... канд.техн.наук / В.И. Лапинас. – Каунас, 1973.
5. Попов, В.Д. Основы управления технологиями низкотемпературной сушки растительной стебельчатой массы / В.Д. Попов, М.Ш. Ахмедов, А.И. Сухопаров, Н.Н. Кузнецов, А.В. Зыков. – Санкт-Петербург, 2017.
6. Шушков, Р.А. Исследование процесса сушки льна,спрессованного в рулоны / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов // Кишоварз. – 2015. – № 3. – С. 55-58.
7. Кузнецов, Н.Н. Использование информационных технологий при заготовке рулонного сена / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – 2010. – С. 260-264.
8. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: автореф. дис. ... на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.20.01 / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург, 2007. – 17 с.
9. Кузнецов, Н.Н. Технология заготовки высококачественного сена в условиях повышенного увлажнения / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2008. – № 80. – С. 106-111.

УДК 633.37

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ ДЛЯ РАБОТЫ НА РАСТИТЕЛЬНОМ МАСЛЕ С ПОДАЧЕЙ ВОДЫ НА ВПУСКЕ

Васильев Евгений Анатольевич, студент-бакалавр
Пахолков Сергей Васильевич, магистрант
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: в статье рассмотрены достоинства и недостатки применения растительных масел в качестве топлив для двигателей внутреннего сгорания, предложен вариант системы питания для работы двигателя на растительном масле.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, топливо, растительное масло, топливно-водные смеси, система питания

В связи с истощением разведанных запасов нефти и неуклонным ростом численности автомобильного транспорта с каждым годом топливно-энергетическая и экологическая проблемы приобретают все большую актуальность и масштабность в настоящее время. При этом автомобильный транспорт является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды во всем мире, а его основным источником механической энергии является двигатель внутреннего сгорания. Вследствие этого возникает необходимость поиска новых альтернативных видов топлива [1,14-18].

Все известные альтернативные топлива можно поделить на 3 вида: твёрдые (уголь, брикеты из отходов, горючие сланцы и др.), газообразные (природный газ, нефтяной (попутный) газ, водород и др.) и жидкие, которые в свою очередь также делятся на синтетические (из угля, природного газа, газовый конденсатов и др.), смесевые (топливо со спиртами, с растительным маслом, с эфирами, топливо-водные смеси, различные суспензии и др.).

Самым ярким примером альтернативного топлива являются масла: подсолнечное, рапсовое, хлопковое, соевое, льняное, пальмовое, арахисовое, сурепное и др. [3]. Их можно использовать в чистом виде или после специальной обработки, а также как компонент, добавляемый к привычным видам топлива [4].

Жирные кислоты, являющиеся основным компонентом растительных масел, представляют собой высокомолекулярные кислородсодержащие соединения с углеводородным основанием. Поэтому все растительные масла являются горючими и могут быть использованы в двигателях внутреннего сгорания. Низкая испаряемость и высокая вязкость растительных масел говорит о их целесообразности применения в дизельных двигателях. Этому способствуют сравнительно невысокая термическая стабильность растительных масел, а также приемлемая температура их самовоспламенения, равная $t_{св}=280...320^{\circ}\text{C}$ и лишь немного превышающая температуру самовоспламенения дизельных топлив ($t_{св}=230-300^{\circ}\text{C}$). При этом цетановое число (ЦЧ) растительных масел в зависимости от их вида изменяется в пределах от 33 до 50 единиц, что сопоставимо с цетановым числом дизельных топлив (ЦЧ=40...55) [6,9,10,12].

Особенностью растительных масел является наличие в их составе достаточно большого количества кислорода (8...12%). Это приводит к некоторому снижению их теплоты сгорания. Так, низшая теплота сгорания растительных масел составляет 36...39 мДж/кг против 42...43 мДж/кг у дизельных топлив, практически не содержащих кислорода. Однако присутствие в растительных маслах кислорода также снижает температуры их сгорания в дизельных двигателях и значительно улучшает экологические свойства этих топлив. В многочисленных исследованиях дизелей, работающих на растительных маслах, отмечается снижение дымности отработавших газов и содержания в них нежелательных продуктов горения топ-

лива [1]. Топлива из растительных масел отличаются высокой биоразлагаемостью. Попадая в почву, водоемы они практически полностью разлагаются в течение нескольких недель. Растительные масла отличаются хорошими экологическими качествами из-за малого содержания в них серы и полициклических ароматических углеводородов которые неизменно присутствуют в дизельном топливе [2,9].

Одним из положительных свойств растительных масел является способность смешиваться в любых пропорциях с большинством органических растворителей, в том числе и с дизельным топливом. Что в свою очередь позволяет смешивать масло с топливом в любых пропорциях для получения нужных физико-химических свойств смеси с наилучшими эксплуатационными и экологическими показателями [1].

В то же время при переводе дизелей на растительное масло возникает ряд проблем обусловленных специфичностью их свойств.

Растительные масла, являющиеся глицериновыми эфирами жирных кислот, отличаются повышенной вязкостью, превышающей на один порядок вязкость стандартных дизельных топлив. При нормальных атмосферных условиях вязкость дизельного топлива «Л» ($\nu=3\ldots 6$ мм²/с) на порядок ниже вязкости рапсового масла. Так при $t=24^{\circ}\text{C}$ вязкость рапсового масла равна $\nu=79$ мм²/с [1]. Вместе с тем, при более высоких температурах, характерных для систем топливоподачи транспортных дизелей, вязкость рапсового масла резко падает и при $t=40^{\circ}\text{C}$ составляет примерно $\nu=40$ мм²/с [10]. Несколько меньшие значения вязкости имеют соевое и кокосовое масла. Однако и эти значения вязкости растительных масел являются слишком высокими, что затрудняет их прокачивание по магистралям системы топливоподачи и организацию процесса подачи растительных масел в камеру сгорания дизеля.

Данную проблему можно решить путем перехода от масла к их эфирам [1].

По сравнению с дизельным топливом растительные масла, отличаются повышенной плотностью ρ . Меньшую плотность по сравнению с растительными маслами имеют их эфиры. В частности, плотность рапсового масла при $t=20^{\circ}\text{C}$ составляет $\rho=910$ кг/м³, а метиловый эфир рапсового масла имеет плотность $\rho=884$ кг/м³ [1]. В тоже время значение плотности дизельного топлива по ГОСТ 305-82 лежит в пределах $830\ldots 860$ кг/м³.

Одним из способов получения требуемого значения вязкости и плотности является смешивание метилового эфира рапсового масла с дизельным топливом [1].

Использование растительных масел в качестве топлива для дизелей сдерживается также повышенным нагарообразованием – отложением кокса на распылителях форсунок и других деталях, образующих камеру сгорания [1].

Растительные масла, используемые в качестве топлив для дизельных двигателей, имеют высокую температуру застывания, обусловленную, главным образом, наличием в их составе ненасыщенных жирных кислот. Наилучшие низкотемпературные свойства имеют рапсовое и льняное масла (температура застывания $t_3 = -20^\circ\text{C}$), хлопковое ($t_3 = -18^\circ\text{C}$) и подсолнечное ($t_3 = -16^\circ\text{C}$) масла [8].

Указанные особенности физических свойств растительных масел и топлив на их основе оказывают заметное влияние на параметры процесса топливоподачи, приводя к изменению характеристик впрыскивания и распыла этих топлив и последующих процессов смесеобразования и сгорания [5,7]. Высокие плотность и вязкость этих топлив, при подаче в камеру сгорания штатной системой топливоподачи дизеля, являются причиной увеличения их цикловой подачи и часового расхода по сравнению с дизельными топливами по ГОСТ 305-82. Повышенная плотность растительных масел и топлив на их основе приводит к увеличению дальности струи распыливаемого топлива [13]. Увеличение длины струи распыливаемых биотоплив усугубляется их худшей самовоспламеняемостью (увеличением периода задержки воспламенения) [4]. В результате за период задержки воспламенения струи распыливаемого растительного масла достигают стенок камеры сгорания, часть топлива, попадающая на стенки, не сгорает полностью.

Из-за высокой вязкости растительных масел и их повышенного коэффициента поверхностного натяжения уменьшается угол раскрытия топливного факела и изменяется средний диаметр капель. Кроме того, повышенное поверхностное натяжение растительных масел повышает неоднородность их распыливания. Большие значения плотности и вязкости этих топлив приводят к увеличению максимального давления впрыскивания. Действительный момент начала впрыскивания смещается при этом в сторону увеличения угла опережения впрыскивания топлива. Данные факторы указывают на необходимость модернизации системы питания двигателя [1].

Для улучшения параметров процесса топливоподачи и последующих процессов смесеобразования и сгорания растительных масел, в разрабатываемой системе питания дизеля нами предусмотрен ряд мер по устранению причин затруднения протекания этих процессов и факторов сдерживающих широкое применение масел в качестве топлива.

Проблему высокой вязкости и плотности растительных масел можно решить путем их использования только после предварительного прогрева двигателя на дизельном топливе и включения в систему подачи масла элементов электроподогрева и подогрева от системы охлаждения. С целью снижения нагарообразования, улучшения процессов смесеобразования и горения, а также снижения максимальных температур цикла предлагается осуществлять подачу воды во впускной трубопровод дизеля. Данное реше-

ние наряду с устранением проблем, связанных с нагарообразованием, позволит снизить токсичность отработавших газов модернизированного двигателя.

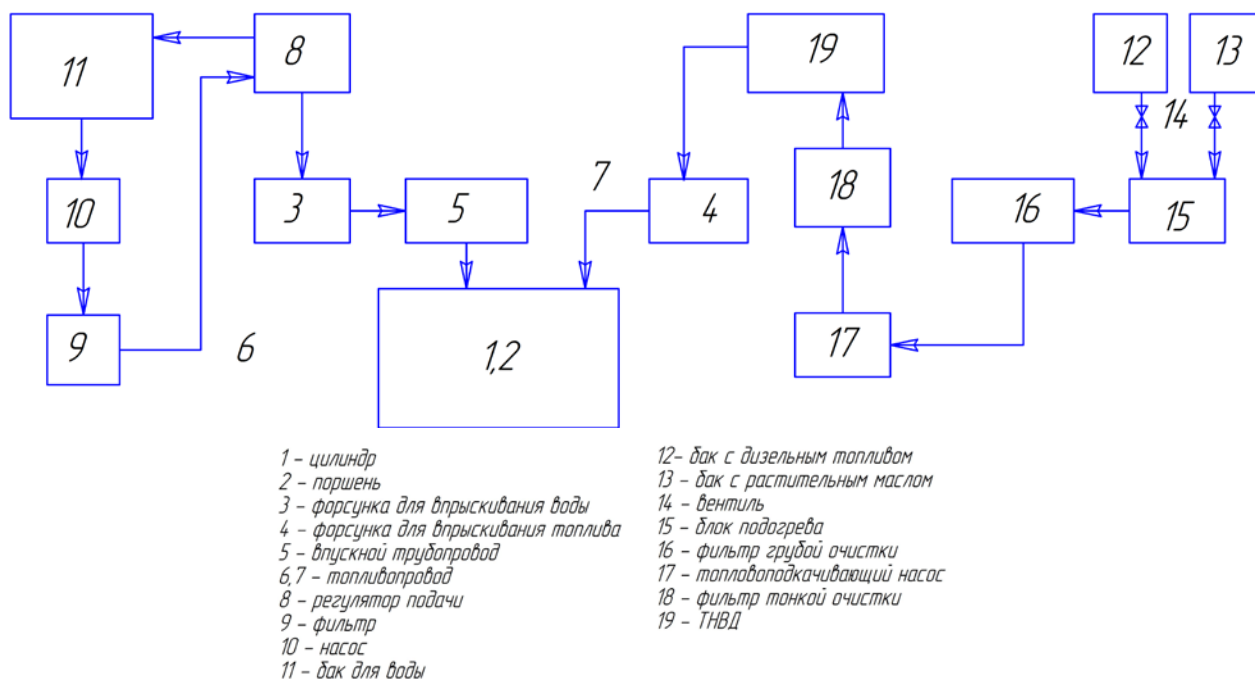


Рис. 1. Схема системы топливоподачи ДВС

Предлагаемая система питания двигателя (рис. 1) включает в себя систему подачи растительного масла и дизельного топлива, а также систему подачи воды. Система топливоподачи состоит из бака 12 для дизельного топлива и бака 13 для растительного масла, вентиля 14, позволяющего осуществлять переключение с одного вида топлива на другое, блока подогрева 15, фильтра грубой очистки 16, топливоподкачивающего насоса 17, фильтра тонкой очистки 18, топливного насоса высокого давления (ТНВД) 19 и форсунок 4.

Система подачи воды включает в себя бак 11, насос 10, фильтр 9, регулятор давления 8 и форсунку 3.

Работа предлагаемой системы питания осуществляется следующим образом. После прогрева двигателя на дизельном топливе до рабочей температуры, происходит переключение подачи топлива из бака 12 с дизельным топливом на бак 12 с растительным маслом. Поток топлива проходит через блок 15 подогрева, где осуществляется подогрев растительного масла от системы охлаждения двигателя или электроподогрева, фильтр грубой очистки 16, топливоподкачивающий насос 17, фильтр тонкой очистки 18 и поступает в ТНВД 19, откуда через форсунки 4 подаётся в цилиндр 1. Переключение с дизельного топлива на растительное масло осуществляется в автоматическом режиме.

Поток воды подаётся насосом 10 из бака 11 через фильтр 9, регулятор давления 8 и форсункой 3 впрыскивается во впускной трубопровод, где смешивается с потоком воздуха и поступает в цилиндр ДВС. Давление в водоподающей ветви изменяется регулятором 8 в зависимости от режимов работы двигателя.

Предлагаемая система питания позволяет использовать растительные масла в качестве топлива, устраняя основные причины, сдерживающие их широкое применение, без значительного усложнения конструкции двигателя.

В холодные периоды года из-за невозможности использования подачи воды возможна организация работы двигателя только на дизельном топливе или применение вместо воды водно-спиртовых смесей.

Список литературы

1. Марков, В.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах / В.А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008.
2. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Лютко, В.Н. Луканин, А.С. Хачиян. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
3. Девянин, С.Н. Использование смесевых биотоплив в дизелях / С.Н. Девянин, В.А. Марков, Д.А. Коршунов // Сборник научных трудов по проблемам двигателестроения, посвящённый 175-летию МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – С.63-68.
4. Вальехо, П. Экспериментальное определение кинетических констант воспламенения растительных топлив в условиях ДВС / П. Вальехо, С.В. Гусakov, А. Прияндака // Вестник Российского университета дружбы народов. Инженерные исследования. – 2003. – № 1. – С. 29-31.
5. Грехов Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2004. – 344 с.
6. Гуреев, А.А. Топливо для дизелей. Свойства и применение / А.А. Гуреев, В.С. Азев, Г.М. Камфер. – М.: Химия, 1993. – 336 с.
7. Марченко, А.Л. Достижение физико-химических показателей альтернативного биотоплива на основе рапсового масла / А.Л. Марченко, В.Г. Семенов, Д.У. Семенова и др. // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Машиностроение. – 2000. – Вып. 101. – С. 159-163.
8. Кулиев, Р.Ш. Физико-химические свойства некоторых растительных масел / Р.Ш. Кулиев, Ф.Р. Ширинов, Ф.А. Кулиев // Химия и технология топлив и масел. – 1999. – № 4. – С. 36-37.

9. Марков, В.А. Токсичность отработавших газов дизелей / В.А. Марков, Р.М. Баширов, И.И. Габитов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
10. Марков В.А. Работа дизелей на растительных маслах / В.А. Марков, Д.А. Коршунов, С.Н. Девянин // Грузовик &. – 2006. – № 7. – С. 33-46.
11. Гаврилова, В.А. Перспективы и реальность использования масел растительного происхождения в качестве биотоплива / В.А. Гаврилова, А.Г. Дубовская, Н.Г. Конькова и др. // Масложировая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 15-17.
12. Свиридов, Ю.Б. Топливо и топливоподача автотракторных дизелей / Ю.Б. Свиридов, Л.В. Малявинский, М.М. Вихерт. – Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
13. Grimaldi, C. Experimental Comparison Between Conventional and Bio-derived Fuels Sprays from a Common rail Injection System / C. Grimaldi, L. Postrioti // SAE Technical Paper Series. – 2000. – №2000-01-1252. – P. 1-10.
14. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс.... канд. технич. наук. / А.Л. Бирюков. – Санкт-Петербургский ГАУ. Санкт-Петербург, 2011 – 177 с.
15. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / Плотников С. А., Черемисинов П. Н., Карташевич А. Н., Бирюков, А.Л. // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25) – С.110-118.
16. Плотников, С.А. Модернизация системы питания тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на этано-топливной эмульсии / С.А. Плотников, М.В. Смольников, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №2(26) – С.110-118.
17. Бирюков, А.Л. Патент 2382229 Российская Федерация, МПК F02M25/022 (2006.01). Способ и устройство для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев, С.Р. Ножнин. Заявл. 13.11.07; опубл. 20.02.10, Бюл. №5. – 5 с.
18. Патент RU167119 МПК C10J3/20 (2006.01). заявл. 08.04.2016; опубл. 20.12.2016 Бюл. № 35

УДК 62-63

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА БЕНЗИНОВ РЕАЛИЗУЕМЫХ В Г.ВОЛОГДА ПО НЕКОТОРЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Шарыпов Андрей Николаевич, студент-бакалавр
Каменев Александр Алексеевич, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье приведены результаты исследований автомобильных бензинов реализуемых в г.Вологда по октановому числу, плотности и вязкости.

Ключевые слова: бензины, качество, октановое число, плотность, вязкость

Топливо-смазочные материалы это один из главных элементов, влияющих на эффективную и долговечную работу машин. Очень важно, чтобы топливо и смазочные материалы, используемые в машинах с двигателями внутреннего сгорания, были качественными. Некачественный продукт может привести к выходу из строя элементов топливной системы и самого двигателя автомобиля. Заправка на сомнительной АЗС – это всегда повод для волнений. Качество топлива в значительной мере определяет эксплуатационные и экологические показатели работающего на данном топливе двигателя [1-3].

На данный момент анализ качества бензина на АЗС г. Вологда не проводится, т.к. бензин, в основном, привозят из других регионов России уже с паспортом нефтепродукта. В связи с этим нефтяные компании г. Вологда повторный анализ топлива не делают.

Вследствие всего вышесказанного актуальность темы обусловлена тем, что фальсификация автомобильного топлива в России – наиболее распространенная и актуальная проблема.

Целью данного исследования является оценка качества бензина на автозаправочных станциях г. Вологда. Знание состава, свойств и эксплуатационных характеристик нефтепродуктов является необходимым для всех, кто связан с их использованием, транспортировкой, хранением, потреблением. Как известно, в процессе хранения и перевозки также могут происходить значительные изменения в качестве бензина.

Объект исследования – образцы бензина АИ-92 с пяти различных компаний реализующих нефтепродукты на территории г.Вологда и обозначенных их в ходе исследований номерами от 1 до 5.

Экспериментальные исследования показателей качества бензина проводились в лаборатории исследования свойств нефтепродуктов кафедры инженерного факультета Вологодской ГМХА.

В ходе опытов сравнивали характеристики всех образцов с нормами ГОСТ 51866-2002 и Техническим регламентом «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» [4,5,6].

При этом исследовали данные образцы по таким показателям как: октановое число, вязкость и плотность т.к. это одни из основных показателей качества топлива влияющие на свойства топлива.

Пробы топлива брались в железные канистры, которые были предварительно вымыты и выпарены. Затем, образцы отстаивали до комнатной температуры в лаборатории кафедры, ГСМ и поочередно исследовали.

Октановое число является важным показателем качества топлива и напрямую влияет на работу двигателя внутреннего сгорания. Октановое число характеризует детонационную стойкость топлива. От октанового числа зависит расход топлива, работа двигателя и его технические характеристики. Детонация в двигателе может привести к таким негативным последствиям как износ и разрушение деталей цилиндра-поршневой группы.

Октановое число определяли путем проведения экспресс-теста на приборе Shatox SX-200 (рис.1). Погрешность прибора составляет ± 0.2 .

Результаты исследований октанового числа образцов топлив показаны в виде диаграммы (рис.2).



Рис. 1. Исследование октанового числа топлив

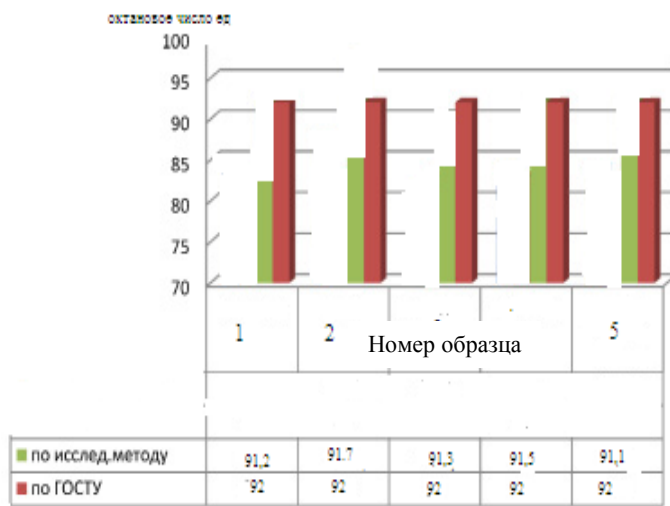


Рис. 2. Октановое число исследуемых образцов топлива

По результатам исследований можно сделать вывод, что у всех исследуемых образцов октановое число не соответствует требованиям госта. Наименьший показатель у образца №5, а наибольшее значение №2. При использовании топлива с низким октановым числом возможно повышение расхода топлива, снижение мощности двигателя, износ и разрушение деталей цилиндра-поршневой группы.

Проверка образцов на вязкость. Вязкость является одним из важнейших эксплуатационных свойств топлива. Вязкость влияет на карбюрационные свойства бензина, качество образования топливо воздушной смеси, КПД, мощность, экономичность и экологичность двигателя. Для бензинов вязкость не нормируется.



Кинематическую вязкость образцов топлива определяли согласно ГОСТ 33-2000 [7] (рис.3). Оборудование для измерения вязкости: вискозиметр, термометр, термостат.

Результаты исследований вязкости представлены в таблице 1.

Рис. 3. Исследование кинематической вязкости образцов

Таблица 1 – Вязкость исследуемых образцов топлива

Номер образца	Вязкость
1	0,80556
2	0,92356
3	0,75459
4	0,73877
5	0,72500

По госту вязкость бензинов не нормируется, но выявленное повышенное значение вязкости у образца №2 может приводить к плохим карбюраторным свойствам.

Проверка образцов на плотность. От плотности бензина зависит качество смесеобразования, эксплуатационные и экологические показатели ДВС. Плотность топлива определяли согласно ГОСТ 3900-85 [8]. Оборудование для измерения плотности: мерный цилиндр, ареометр 0,710-0,780.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Плотность исследуемых образцов топлива

Номер образца	Значение	Заключение годности
1	0,732	+
2	0,730	+
3	0,737	+
4	0,729	+
5	0,734	+

По показаниям плотности в сравнении с ГОСТом все образцы соответствуют заданным требованиям и полностью пригодны к использованию.

Проведенный анализ качества нефтепродуктов показывает, что отдельные показатели бензинов не соответствуют требованиям ГОСТ, в частности они имеют более низкое октановое число. На наш взгляд, проведение независимых экспертиз качества топлива позволило бы значительно повысить качество бензинов реализуемых на территории Вологодской области.

Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / Бирюков Александр Леонидович. – СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2011 – 177 с.
2. Бирюков, А.Л. Экологическая оценка последствий увеличения количества автомобильного транспорта / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев, С.В. Мартынов // Наука – агропромышленному комплексу. Сборник трудов конференции посвященной 98-летию академии. 2009. – С. 177-181.
3. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей: Сборник трудов конференции, 2009. – С. 119-126.
4. ГОСТ 51866-2002 " Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия"
5. Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту»
6. Бирюков, А.Л. Топливо и смазочные материалы: учебно-методическое пособие / Сост. А.Л. Бирюков. – Вологда-Молочное: ВГМХА, 2015. – 66 с.
7. ГОСТ 33-2000 " Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости"
8. ГОСТ 3900-85 " Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности"

УДК 62-63

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИМИ МЕТОДАМИ КАЧЕСТВА БЕНЗИНОВ РЕАЛИЗУЕМЫХ В Г.ВОЛОГДА

*Каменев Александр Алексеевич, студент-бакалавр
Шарыпов Андрей Николаевич, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье приведены результаты исследований автомобильных бензинов реализуемых в г. Вологда по содержанию воды, этиловых жидкостей, и определения простейшими методами свойств бензина.

Ключевые слова: бензины; качество; испаряемость

Топливо-смазочные материалы – это один из главных элементов, влияющих на эффективную и долговечную работу машин. Очень важно, чтобы топливо и смазочные материалы, используемые в машинах с двигателями внутреннего сгорания, были качественными. Некачественный продукт может привести к выходу из строя элементов топливной системы и самого двигателя автомобиля. Заправка на сомнительной АЗС – это всегда повод для волнений. Качество топлива в значительной мере определяет эксплуатационные и экологические показатели работающего на данном топливе двигателя [1-3].

На данный момент анализ качества бензина на АЗС г. Вологда не проводится, т.к бензин, в основном, привозят из других регионов России уже с паспортом нефтепродукта. В связи с этим нефтяные компании г. Вологда повторный анализ топлива не делают.

Вследствие всего вышесказанного актуальность темы обусловлена тем, что фальсификация автомобильного топлива в России – наиболее распространенная и актуальная проблема.

Целью данного исследования является оценка качества бензина на автозаправочных станциях г. Вологда. Знание состава, свойств и эксплуатационных характеристик нефтепродуктов является необходимым для всех, кто связан с их использованием, транспортировкой, хранением, потреблением. Как известно, в процессе хранения и перевозки также могут происходить значительные изменения в качестве бензина.

Простейшими методами проверки качества топлив и смазочных материалов является внешний осмотр, отстаивание, фильтрование, подогрев, сжигание и другие. Они применяются, когда отсутствуют механизированные стационарные пункты заправки и нет условий для развертывания стационарных и передвижных лабораторий. Определение качества топлива и смазочных материалов простейшими способами может производить каждый шофер или другой любой работник автохозяйства. Данную проверку можно проводить в домашних условиях [4].

Объект исследования – образцы бензина АИ-92 с пяти различных компаний, реализующих нефтепродукты на территории г. Вологда и обозначенных их в ходе исследований номерами от 1 до 5.

Экспериментальные исследования показателей качества бензина проводились в лаборатории исследования свойств нефтепродуктов кафедры инженерного факультета Вологодской ГМХА.

Пробы топлива отбирались в железные канистры, которые были предварительно вымыты и выпарены. Затем, образцы отстаивали до комнатной температуры в лаборатории кафедры, ГСМ и поочередно изучались.

Практическая значимость исследования заключается в контроле качества бензина, проверке его пригодности для использования в двигателях внутреннего сгорания и соответствия нормам безопасности окружающей среды.

Качество бензина определяли по признакам:

- Цвет
- Запах
- Прозрачность
- Испаряемость
- Наличие воды
- Наличие этиловой жидкости
- Наличие непредельных углеводородов

Бензины должны соответствовать требованиям ГОСТ 51866-2002 "Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия" и Технического регламента "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту" [5,6].

Цвет образцов определяли, для этого налив бензин в пять одинаковых пробирок. Результаты визуального исследования занесли в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты визуального исследования

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Цвет	Бледно-желтый	Слегка зеленоватый	Слегка зеленоватый	Слегка зеленоватый	Слегка зеленоватый

Результаты исследований запаха топлива представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования запаха топлива

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Запах	Сравнительно мягкий	Мягкий	Резкий	Сравнительно резкий	Резкий

Результаты исследований топлива на прозрачность представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований топлив на прозрачность

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный

Определяли испаряемость образцов, для этого наносили стеклянной палочкой каплю объекта исследования на фильтровальную бумагу, ждали до полного высыхания бензина и осмотрели осадок испарения. Результаты исследований представлены в табл.4

Определяли содержание воды и наличие механических примесей в топливе. Бензин в количестве 100 мл отстаивали в подходящей лабораторной посуде.

Таблица 4 – Результаты исследований испаряемости образцов

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Время полного испарения	2	2	2	2	2
Наличие пятна	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Заключение	Норма	Норма	Норма	Норма	Норма

Наличие воды в топливе вызывает сильную коррозию топливных баков, элементов системы питания двигателя и др. Кроме того она опасна прежде всего при температуре ниже 0 °С, так как, замерзая, образует кристаллы, которые могут преградить доступ бензина в цилиндры двигателя, а также она способствует осмолению бензина. Поэтому товарные бензины воду содержать не должны.

В автомобильном бензине исключается наличие механических примесей, ведущих к засорению жиклеров карбюратора и форсунок, абразивному износу топливной аппаратуры и деталей двигателя, отложениям и др. Результаты исследований приведены в табл.5

Таблица 5 – Результаты исследований топлива на наличие воды и механических примесей

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Заключение	Нет воды и мех. примесей	Нет воды и мех. примесей	Нет воды и мех. примесей	Нет воды и мех. примесей	Нет воды и мех. примесей

Определяли наличие в топливе этиловых жидкостей. Для этого в пробирку наливают 10мл топлива и 1...2 мл 10% спиртового раствора йода. Полученную смесь нагревают на водяной бане, а затем охлаждают. Верхний слой топлива сливают добавляют 7...10 мл этилового спирта, затем пробирку слегка встряхивают. Появление желтых кристалликов йодистого свинца в смеси указывает на то, что в топливе содержится этиловая жидкость.

Этиловая жидкость увеличивает содержание токсичных веществ в отработавших газах двигателя, наносит вред здоровью людей и приводит к

выводу из строя каталитических нейтрализаторов современных двигателей, оборудованных системами впрыска топлива. Результаты исследований приведены в табл.6.

Таблица 6 – Результаты исследований топлива на содержание этиловых жидкостей

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Содержание этиловых жидкостей	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено	Не выявлено

Определяли наличие в топливе непредельных углеводородов. Наличие воды на предельных углеводородов проверяется обесцвечиванием окислителей. Для этого в пробирку наливают 2...3мл испытуемого нефтепродукта и 4...5 мл водного раствора марганцево-кислого кали, смесь тщательно перемешивают и дают ей отстояться. Непредельные углеводороды отсутствуют, если нижний малиново-фиолетовый слой марганцевокислого калия не изменяет своей окраски. Если фиолетовая окраска переходит в бурую или темно-желтую с дальнейшим выпадением бурого осадка MnO_2 . то это указывает на наличие непредельных углеводородов содержится в испытуемом нефтепродукте, тем быстрее и интенсивнее будет изменяться его цвет. Если в течении 2 минут цвет перманганата не изменился, то непредельные углеводороды в топливе отсутствуют.

Наличие в бензине непредельных углеводородов ведет к их химическому превращению вследствие окисления. В результате бензины приобретают желтовато-коричневый цвет, а на стенках емкости при хранении появляется слой смолистых веществ. При использовании такого бензина смолы интенсивно отлагаются на деталях топливной системы, ухудшая тем самым смесеобразование и снижая наполнение двигателя.

Результаты исследований занесли в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты исследований на наличие в топливе непредельных углеводородов

Номер образца	№1	№2	№3	№4	№5
Непредельные углеводороды	Отсутствуют	Отсутствуют	Присутствуют	Присутствуют	Присутствуют

Проведенный анализ качества нефтепродуктов показывает, что отдельные показатели бензинов не соответствуют требованиям, в частности они имеют содержание непредельных углеводородов. При длительном хранении таких нефтепродуктов будет происходить значительное накопление смолисто-асфальтовых веществ, которые могут привести к образо-

ванию отложений и осадков в системах топливоподачи, вызвать повышенное нагарообразование. На наш взгляд, проведение независимых экспертиз качества топлива позволило бы значительно повысить качество бензинов реализуемых на территории Вологодской области.

Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / Бирюков Александр Леонидович. – СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2011 – 177 с.
2. Бирюков, А.Л. Экологическая оценка последствий увеличения количества автомобильного транспорта / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев, С.В. Мартынов // Наука – агропромышленному комплексу. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-методической конференции посвященной 98-летию академии. 2009. – С. 177-181.
3. Бирюков, А.Л. Предварительные результаты исследования процессов образования топливно-водяных смесей / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, 2009. – С. 119-126.
4. Бирюков, А.Л. Топливо и смазочные материалы: учебно-методическое пособие / Сост. А.Л. Бирюков. – Вологда-Молочное: ВГМХА, 2015. – 66 с.
5. ГОСТ 51866-2002 " Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия"
6. Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

УДК 621.9

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ФЛАНЦЕВОГО ЦЕНТРОСМЕСТИТЕЛЯ

*Ерофеева Камилла Андреевна, студент-бакалавр
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** испытания универсального фланцевого центросместителя выявили его некоторые недостатки, в основном связанные с увеличенным временем крепления центросместителя к фланцу коленчатого вала. Но, с другой стороны, появились идеи и предложения по совершенствованию конструкции центросместителя. Во-первых, предлагается увеличить диаметр внутренней поверхности корпуса. Также предлагает-*

ся упростить механизм крепления поворотного стола к корпусу. Следующее изменение в конструкции центросместителя связано с тем, что вместо мостиков с центровыми отверстиями предусматривается использование болтов с центровыми отверстиями.

Ключевые слова: универсальный фланцевый центросместитель, совершенствование, конструкция, корпус, поворотный стол, центровое отверстие

В 2011 году на кафедре «Энергетические средства и технический сервис» было разработано, изготовлено, испытано и запатентовано устройство под названием «Универсальный фланцевый центросместитель» [1], [2], [3]. Это устройство, предназначено для смещения детали относительно ее оси вращения перед механической обработкой, например, перед шлифованием шатунных шеек коленчатых валов. В отличие от стандартного центросместителя круглошлифовального станка 3А423 универсальный фланцевый центросместитель (УФЦ) обладает меньшей массой, что позволяет снизить момент инерции при пуске станка и, соответственно, уменьшить деформации кручения коленчатого вала. Кроме этого, УФЦ позволяет смещать заготовку при базировании в двух плоскостях. Совокупность этих преимуществ позволяет повысить точность шлифования шеек коленчатого вала.

Универсальный фланцевый центросместитель (рис. 1) состоит из корпуса 1, который крепится с помощью болтов к фланцу коленчатого вала в продольных отверстиях корпуса. Размеры конструктивных элементов таковы, что обеспечивается возможность крепления корпуса к фланцам коленчатых валов различной конструкции. По окружности на наружной поверхности корпуса изготовлен Т-образный паз, в котором с помощью болтового соединения к корпусу крепится поворотный стол 2.

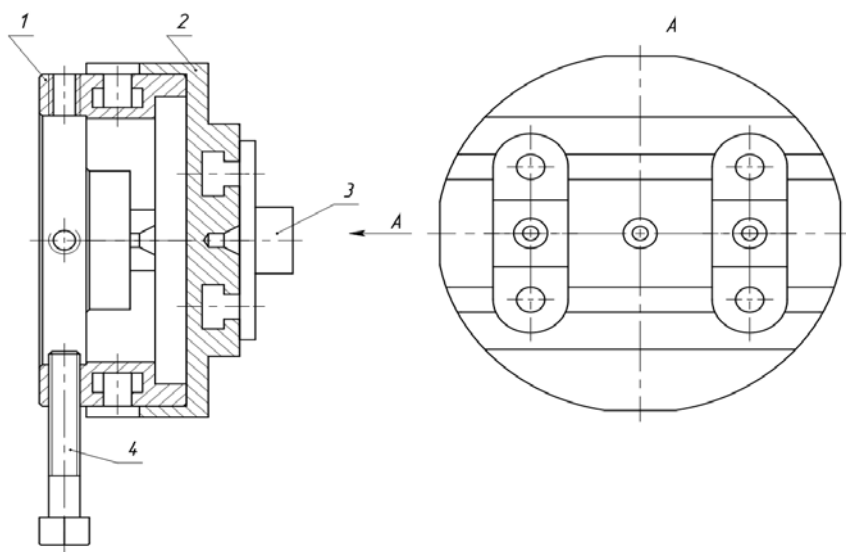


Рис. 1. Универсальный фланцевый центросместитель.
Существующий вариант

В торцевой части поворотного стола изготовлены два Т-образных паза, в которых к столу с помощью болтового соединения крепятся два мостика 3 с центровыми отверстиями, в которых коленчатый вал поджимается центром задней бабки шлифовального станка. Путем поворота стола вокруг своей оси и перемещения мостиков в радиальном направлении центровые отверстия мостиков перемещаются в положение, требуемое для предварительного базирования коленчатого вала. При последующей затяжке болтовых соединений и поджатии центром задней бабки в центровом отверстии мостика обеспечивается закрепление коленчатого вала перед шлифованием шеек. Окончательное базирование в соответствии с требованиями допусками осуществляется регулировочными болтами.

Испытания универсального фланцевого центросместителя выявили его некоторые недостатки, в основном связанные с увеличенным временем крепления центросместителя к фланцу коленчатого вала. Но, с другой стороны, появились идеи и предложения по совершенствованию конструкции центросместителя (рис. 2).

Во-первых, предлагается увеличить диаметр внутренней поверхности корпуса. Это позволит использовать центросместитель при шлифовании коленчатых валов, имеющих больший диаметр фланца, например, коленчатых валов тракторных двигателей Д-65, Д-240, СМД-14, СМД-17. Существующая конструкция предусматривает возможность восстановления коленчатых валов лишь легковых автомобилей.

Также предлагается упростить механизм крепления поворотного стола к корпусу.

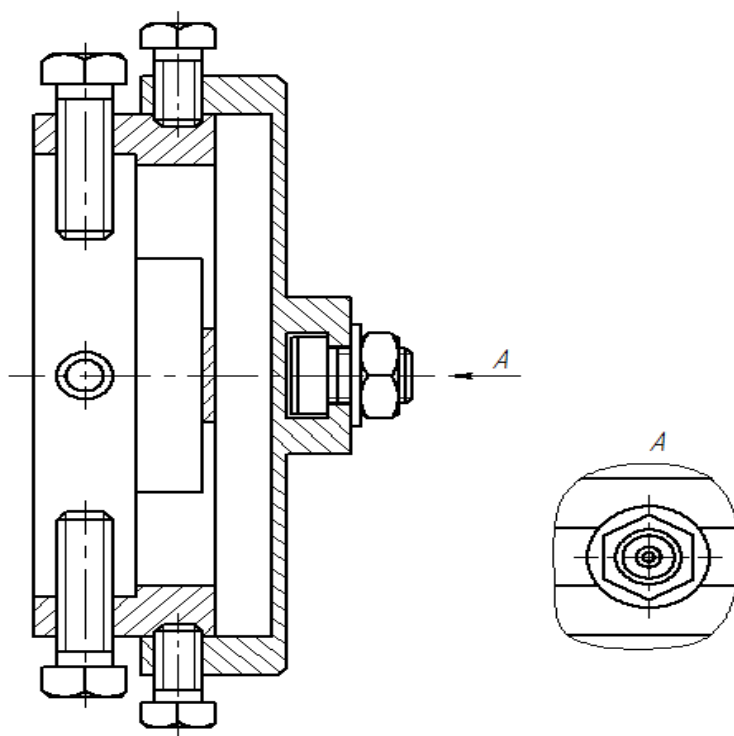


Рис. 2. Универсальный фланцевый центросместитель. Усовершенствованный вариант

В предлагаемой конструкции отсутствует Т-образный паз по окружности корпуса. Стол крепится к корпусу путем затягивания болтов, а не с помощью пары болт-гайка, что упрощает не только крепление стола к корпусу, но и поворот стола относительно корпуса с целью обеспечения требуемого положения центровых отверстий.

Следующее изменение в конструкции центросместителя связано с тем, что вместо мостиков с центровыми отверстиями предусматривается использование болтов с центровыми отверстиями, шляпки которых находятся в одном Т-образном пазе, что упрощает процесс смещения центровых отверстий. В существующей конструкции мостики крепятся болтовым соединением в двух Т-образных пазах.

Последнее изменение в конструкции центросместителя связано с увеличением толщины стенки (обода) корпуса в радиальном направлении с целью увеличения длины резьбовых отверстий в корпусе. Это позволит избежать срыва резьбы при регулировке положения коленчатого вала, что имело место в существующей конструкции.

В заключении следует отметить, что предлагаемые конструкторские решения не только упростят настройку коленчатого вала (уменьшится вспомогательное время), но и повысят надежность конструкции самого центросместителя.

Список литературы

1. Пат. 2481940 Российская федерация, МПК В 24 В 5/42. Универсальный фланцевый центросместитель / Е.А. Берденников. – №2011134100/02 (050502); заявл. 12.08.2011. – 3 с.
2. Берденников, Е.А. Проектирование технологического процесса механической обработки конструкционных материалов резанием: учебно-методическое пособие / Е.А. Берденников. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – 95 с.
3. Берденников, Е.А. Испытание универсального фланцевого центросместителя на жесткость / Е.А. Берденников // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – №3(15). – С. 45.

УДК 631.354.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СУШКИ ЗЕРНА

*Лисина Екатерина Сергеевна, студент-бакалавр
Гайдидей Сергей Владимирович, науч. рук., ст. преп.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассмотрены потери энергии в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Предлагается увеличение термического КПД двигателя зерноуборочного комбайна с помощью устройства для предварительной сушки зерна.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; коэффициент полезного действия; зерноуборочный комбайн; уборка зерновых; сушка зерна; теплообменник; сушильный агент

Общеизвестно, что современные поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) небольших размеров и мощностей имеют коэффициент полезного действия (КПД) не более 30%. Но значение КПД в 30% не учитывает долю несгоревшего топлива, т.е. не принимает во внимание неполноту сгорания паров топлива в двигателе. С учетом этого параметра значение реального КПД поршневых бензиновых двигателей будет не выше 20%, а дизельных – не выше 25...27% [1].

Все потери энергии, заключенной в топливе, можно разделить на три категории (рис. 1).



Рис. 1. Потери энергии в двигателе внутреннего сгорания

Первая категория потерь – это неполное сгорание топлива в камерах сгорания двигателя, часть его идет на выпуск с отработавшими газами. Чтобы уменьшить такие потери необходимо обеспечить достаточно длительное время горения заряда «бедной» рабочей смеси в изолированном объеме при нарастающем давлении и значительной температуре, что в поршневом двигателе обеспечить практически невозможно.

Вторая категория потерь – потери мощности на преодоление сил трения, сил инерции возвратно-поступательно движущихся масс и потери на привод вспомогательных механизмов (помпы системы охлаждения, вентилятора охлаждения, распределительных валов, клапанов газораспределения, электрогенератора и пр.). Эти потери называются механическими

потерями и зависят от кинематической схемы двигателя. Избежать этих потерь также затруднительно.

Третья категория потерь – потери тепла, полученного от сгорания топлива в цилиндрах двигателя. У бензинового двигателя 30...35% тепла переводится в полезную работу, 30...35% – теряется с отработавшими газами, а 30...35% – теряется через систему охлаждения и систему смазки. Таким образом, тепловые потери в поршневом двигателе внутреннего сгорания составляют 45...52% от всей энергии, заключенной в топливе.

Потери тепла с отработавшими газами связаны с тем, что температура газов на выходе из цилиндров двигателя составляет 800...1100°C, поэтому выпускной коллектор двигателя начинает сильно раскаляться и отдавать тепло во внешнюю среду. Также интенсивно происходит отдача тепла металлическими элементами всей выпускной системы отработавших газов, и превратить эту энергию в полезную работу чрезвычайно сложно.

Один из вариантов решения проблемы – применение турбонаддува: отработавшие газы раскручивают турбину, механически соединенную с центробежным компрессором, который под большим давлением (0,5...3 атмосферы) нагнетает воздух в цилиндры двигателя. Совместно с высокоточным непосредственным впрыском топлива, который позволяет каждую каплю горючего применять с пользой, это позволило добиться роста КПД поршневых ДВС по экспоненте: мощность современных 1,6-литровых двигателей может составлять до 200 лошадиных сил.

Второй вариант – превращение высокой температуры в работу путем впрыска воды в цилиндры двигателя. Вода, превращаясь в пар высокого давления, резко повышает давление образовавшейся паро-газовой смеси и при этом значительно понижает её температуру. Но до сих пор в этом направлении в поршневом двигателе ничего эффективного создать не получилось – поршневая схема ДВС не позволяет встроить в цикл работы паровой такт.

Другая категория тепловых потерь – потери тепла через стенки цилиндров и далее через систему охлаждения. Для снижения таких потерь и, соответственно, повышения значения КПД совсем не следует охлаждать двигатель. Но в этом случае температура деталей двигателя поднимется, масло перестанет смазывать детали цилиндро-поршневой группы («рабочая» температура масла 200...220°C), а поршень перестанет легко двигаться в цилиндре, что приведет к «заклиниванию» двигателя. Здесь возникает противоречие совмещения двух тактов («горения» и «расширения») в одном процессе: для обеспечения высокого КПД двигатель охлаждать не нужно, но для обеспечения возможности движения основного рабочего органа – поршня – смазка жизненно необходима... Таким образом, система охлаждения позволяет поршню двигаться в цилиндре, но это резко снижает КПД поршневого ДВС.

Таким образом, конструкция самого распространенного двигателя – поршневого двигателя внутреннего сгорания – не позволяет ощутимо увеличить значение КПД. Конечно, существуют способы увеличения мощности поршневых ДВС:

- 1) конструктивные изменения – доработка системы впуска и выпуска, расточка цилиндров двигателя;
- 2) уменьшение массы движущихся и вращающихся деталей цилиндро-поршневой группы – применение облегченных кованых поршней и шатунов;
- 3) чип-тюнинг и др.

Но все эти способы не оказывают существенного влияния на значение КПД двигателя.

На базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА были проведены исследования конструкций зерноуборочных комбайнов и было предложено использовать тепло, которое теряется с отработавшими газами и через систему охлаждения двигателя (это около 45...50% всех потерь в поршневом ДВС), для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при прямом комбайнировании. Было разработано устройство [2, 3], в котором в качестве сушильного агента используется воздух, подогретый в рекуперативных теплообменниках теплотой охлаждающей жидкости, моторного масла и отработавших газов двигателя. Устройство состоит из системы подачи и распределения зерна, системы приготовления и подачи сушильного агента, а также включает средства для отвода сушильного агента.

Система приготовления и подачи сушильного агента (рис. 2) состоит из вентиляторов 1, которые подают воздух через теплообменники системы охлаждения 2, системы смазки 3, системы выпуска отработавших газов 4, и сушильного канала. Сушильный канал включает в себя перфорированные трубы 5, расположенные в бункере зерноуборочного комбайна 6, и перфорированные трубы 7, находящиеся в наклонной камере комбайна.

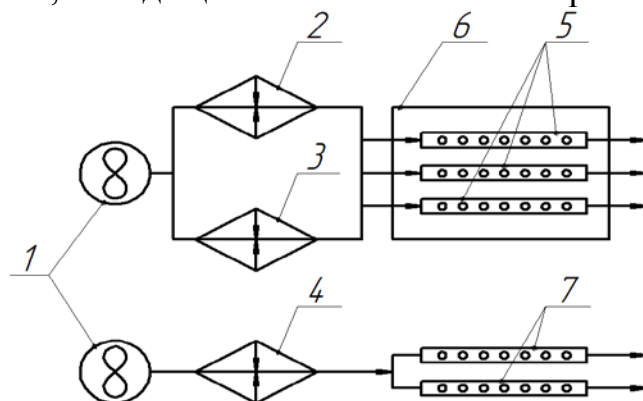


Рис. 2. Система подачи и приготовления сушильного агента в зерноуборочном комбайне

Осуществление технологического процесса происходит следующим образом. Скошенная зерновая масса поступает в наклонную камеру ком-

байна, куда навстречу потоку зерновой массы подается сушильный агент системы выпуска отработавших газов двигателя, унося избыточную влагу. При этом сушильный агент распределяется по большому объёму зерновой массы, не перегревая зерно. После очистки зерна от пыли на решетках комбайна зерно поступает в бункер комбайна, где установлены перфорированные трубы, по которым подается сушильный агент из рекуперативных теплообменников системы охлаждения и смазки. Проходя через зерно, сушильный агент подогревает его, насыщается влагой и удаляется из бункера наружу через средства для отвода сушильного агента.

Предварительная сушка зерна в зерноуборочном комбайне позволит увеличить термический КПД дизельного двигателя до 80%. Кроме того, исходная влажность зерна будет снижена на 1...2%, что позволит снизить затраты на транспортировку и послеуборочную обработку зерна [4, 5].

Список литературы

1. КПД двигателя – тюнинг глобальных идей. Есть ли перспективы совершенствования двигателей? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rotor-motor.ru/page08.htm>
2. Патент РФ 163625, МПК A01D 41/133. Устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при уборке с использованием теплоты двигателя комбайна / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, П.С. Мартынов: заявлено 03.08.2015; опубл. 27.07.2016. Бюл. №21.
3. Патент РФ 169186, МПК A01D 41/133. Устройство для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне при уборке с использованием теплоты двигателя комбайна / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова: заявлено 11.07.2016; опубл. 09.03.2017. Бюл. №7.
4. Зефилов, И.В. Предварительная сушка зерна в комбайне / И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей, П.С. Мартынов // Сельский механизатор. – 2017. – №7. – С. 6-7.
5. Гайдидей, С.В. Использование теплоты двигателя для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. кузнецова // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 4 (28). – С. 133-141.

УДК 62-63

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВС С ПОДАЧЕЙ ВОДЫ НА ВПУСКЕ

*Пахолков Сергей Васильевич, магистрант
Васильев Евгений Анатольевич, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассмотрены перспективы использования растительных масел в качестве топлива для ДВС с подачей воды на впуске.

Ключевые слова: растительные масла; ДВС; топливо

Нефтяное топливо – это важный компонент, тепловая энергия которого преобразуется в энергию механическую при работе двигателей. Но, к сожалению, с течением времени мы видим стремительный рост цен на данный вид топлива. Это, прежде всего, связано с тем, что растет спрос на него, а его производство это очень энергоемкий и трудозатратный процесс. В связи с этим актуальным становится вопрос поиска альтернативы нефтяным топливам [23-27].

В начале 90-х годов XIX века Рудольф Дизель построил первый двигатель, работающий на угольной пыли. Эксперимент был неудачным, но это дало толчок к поиску более безопасному и дешевому топливу по сравнению с нефтяным топливом. Следующий свой двигатель Р. Дизель заправил уже арахисовым маслом (1894 г.). Данное топливо оказалось менее опасным и более экономичным. С тех пор идея непосредственного использования растительных масел в качестве топлива для дизельных двигателей продолжает привлекать внимание ученых во всем мире. Перевод автотракторной техники на дизельное смесевое топливо, получаемое путём смешивания нефтяного дизельного топлива и растительного масла, позволит повысить конкурентоспособность агропромышленного производства. [28, 1-15].

Характеристики растительного масла, так же как и характеристики нефтяного топлива, можно изменять. Это возможно путем подбора сортов растений, селекцией растений и другими способами. В работе [19] для условий Южной Африки экспериментально установлено, что потенциально подсолнечное масло может быть использовано в качестве топлива для дизелей в чистом виде или в смеси с нефтяным топливом, если организовать процесс распыливания топлива и обеспечить полноту его сгорания. При работе на масле образующиеся на распылителях форсунок отложения ухудшают процессы смесеобразования и сгорания, особенно на режимах с частичной нагрузкой. Эксплуатационные свойства минерального масла ухудшаются при загрязнении его растительным. Установлено, что при использовании смеси 20% масла и 80% нефтяного топлива углеродистые отложения на деталях камеры сгорания и топливоподающей системы не влияют на характеристики двигателя. Для улучшения качества распыливания подсолнечного масла необходимо либо приблизить его физические свойства к свойствам нефтяного топлива, либо модифицировать систему топливоподачи, либо найти компромиссное решение между изменением физических свойств подсолнечного масла и модификацией системы впрыскивания топлива. Кроме того, необходимо подобрать присадки к минераль-

ным моторным маслам, чтобы повысить их стабильность при попадании в них растительных масел [28, 1-15].

Фирма John Deere (США) провела исследования по использованию арахисового и подсолнечного масел в качестве моторного топлива [20] на одноцилиндровом отсеке дизеля со степенью сжатия 17,2 и неразделенной камерой сгорания. Со стандартным дизельным топливом сравнивались как чистые растительные масла, так и их 50%-ные смеси с нефтяным топливом. По сравнению с теплотой сгорания нефтяного топлива (42967 кДж/кг при плотности 832,4 кг/м³) растительные масла и смесевые топлива на их основе имели меньшую теплоту сгорания. Цетановое число нефтяного топлива 50,8, подсолнечного масла - 33,4, арахисового масла - 36,6, кинематическая вязкость этих топлив при 20 °С составляла, соответственно 4,1; 65,2 и 81,5 мм²/с. Во время испытаний дизеля при температуре окружающего воздуха 25...30 °С на чистом подсолнечном масле на режимах с $n=1000, 1500$ и 2200 мин^{-1} было отмечено быстрое загрязнение топливного фильтра тяжелыми отложениями. При подогреве масла до 70-90 °С выходов фильтра из строя не наблюдалось, однако, после остывания масла до 30 °С запуск двигателя становился невозможным. При использовании чистого арахисового масла интенсивного загрязнения топливного фильтра не отмечено. Применение обоих сортов масла приводило к быстрому закоксовыванию отверстий распылителей форсунки и к отложению твердого нагара на стенках камеры сгорания. Поскольку вязкость растительных масел в 12-14 раз больше, чем у дизельного топлива, необходимо увеличивать давление в подкачивающей топливной магистрали. При работе на растительных маслах мощность дизеля повышалась примерно на 6 %, удельный эффективный расход топлива увеличивался на 20 %, а термический КПД оказался ниже, чем при работе на нефтяном топливе. При использовании растительных масел и их смесей с дизельным топливом было замечено, что возросла температура отработавших газов, увеличилось содержание в отработавших газах монооксида углерода СО и легких углеводородов С_{Нх} и практически неизменная концентрация в отработавших газах оксидов азота NO_х. Сделано предположение, что более низкий термический КПД и более высокие температуры отработавших газов при использовании топлив на базе растительных масел вызваны большим периодом задержки воспламенения и более низкой скоростью сгорания.

Так же проводились длительные испытания смеси подсолнечного масла и дизельного топлива фирмой Allis Chalmers [21]. После 604 ч на верхней перемычке всех поршней образовалось большое количество нагара, вторые поршневые кольца пригорели. Продолжительность работы распылителей форсунок изменялась от 35 до 123 ч. На носке форсунки и внутри распыливающих отверстий обнаружено большое количество нагара. Топливные фильтры приходилось менять через 20-40 часов работы двигателя. Чрезмерное образование нагара было обнаружено во впускных

окнах после 250 ч испытаний. Анализ моторного масла показал, что после 100 часов работы двигателя масло содержало большое количество нерастворимых продуктов и его вязкость возросла до $21 \text{ мм}^2/\text{с}$ при 100°C . Гильзы цилиндров и подшипники шатуна были в хорошем состоянии. Износ гильз был меньше, чем при работе на дизельном топливе. Отмечено, что при исследовании возможности использования растительных масел в качестве топлив для дизелей необходимо определять содержание высокомолекулярных жирных кислот в растительном масле по йодному числу. Этот показатель определяет степень коксуемости распылителей форсунок [28, 1-15, 18-24].

Возможность использования подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей с турбонаддувом и непосредственным впрыскиванием изучалась фирмой International Harvester Company [22, 28]. Исследован шестицилиндровый дизель с турбонаддувом, непосредственным впрыскиванием топлива и рабочим объемом 7,6 л. Мощность двигателя составляла 134 кВт при частоте вращения 2500 мин^{-1} . Результаты испытаний двигателя на смесях подсолнечного масла и нефтяного топлива показали, что применение смесей, имеющих повышенную по сравнению с дизельным топливом вязкость, приводит к повышению давления впрыскивания, к более раннему открытию и более позднему закрытию распылителя иглой форсунки. В результате длительность процесса сгорания увеличивается. Отложения нагара на форсунках, поршнях и гильзах цилиндров отмечались даже на режимах с высокими частотой вращения и нагрузкой. На нефорсированных режимах количество отложений увеличивалось в результате попадания негоревшего топлива на горячие поверхности камеры сгорания. Пусковые качества дизеля, работающего на смесевом топливе с соотношением компонентов 1:1, оказались неудовлетворительными. Отмечается, что испытания продолжительностью 200 ч не дают возможности сделать вывод о стабильности характеристик двигателя в течение длительного времени при работе на смесевом топливе, поэтому сделан вывод о необходимости дальнейших исследований [22, 28].

Было исследовано [28] рапсовое масло с точки зрения его использования в качестве биодизельного топлива. Проведенные хроматографические исследования [28] позволили авторам установить следующее. Основной составной частью исходного растительного масла являются жирные кислоты, которые в зависимости от их относительного содержания можно разделить на главные (обычно две-три), каждая из которых составляет от 10 до 85% от общего содержания кислот в масле, и второстепенные, содержащиеся в масле в количестве от десятых долей процента до 10 %. Количественный состав жирных кислот масла одного и того же растения непостоянен вследствие сильной зависимости состава от климатических условий места произрастания. В составе неспецифических, ненасыщенных жирных кислот масел первой группы находятся олеиновая, линолевая или

линоленовая кислоты (все содержат по С18). В таких маслах нет специфических кислот типа эруковой, зато преимущественно содержится линолевая и/или олеиновая кислоты. В очень небольших количествах присутствуют и другие жирные кислоты. На рисунке приведена хроматограмма рапсового масла. В таблице представлены результаты хроматограммы метилированной пробы рапсового масла.

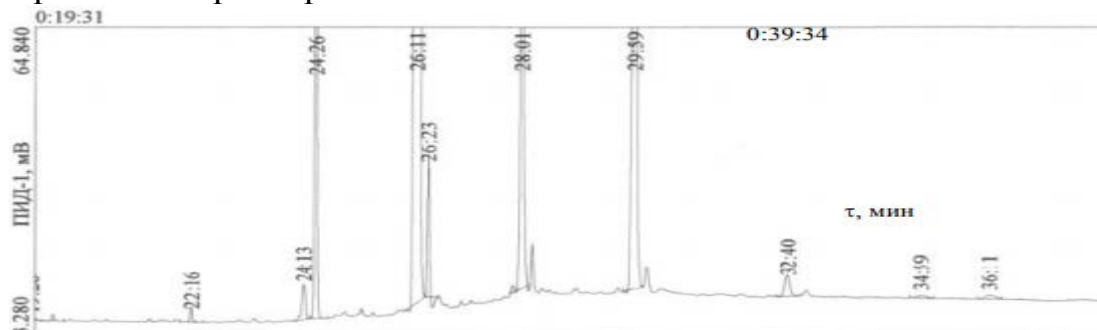


Рис. 1. Хроматограмма рапсового масла [28]

Таблица 1 – Результаты хроматограммы метилированной пробы рапсового масла [28]

Название и химическая формула	Процентное содержание в масле, %
Лауриновая (додекановая) $C_{12}H_{24}O_2$	0,01
Миристиновая (тетрадекановая) $C_{14}H_{28}O_2$	0,05
Пентадекановая (пентадециловая) $C_{15}H_{30}O_2$	0,02
Пальмитиновая (гексадекановая) $C_{16}H_{32}O_2$	4,75
Пальмитолеиновая (гексадеценная) $C_{16}H_{30}O_2$	0,2
Маргариновая (гептадекановая) $C_{17}H_{34}O_2$	0,04
Маргаринолеиновая (гептадеценная) $C_{17}H_{32}O_2$	0,06
Стеариновая (октадекановая) $C_{18}H_{36}O_2$	1,9
Олеиновая (октадеценная) $C_{18}H_{34}O_2$	59,53
Линолевая (октадекадиеновая) $C_{18}H_{32}O_2$	21,36
Линоленовая (октадекатриеновая) $C_{18}H_{30}O_2$	9,27
Арахидовая (эйкозановая) $C_{20}H_{40}O_2$	0,67
Гонделиновая (эйкозеновая) $C_{20}H_{38}O_2$	1,35
Бегеновая (докозановая) $C_{22}H_{44}O_2$	0,06
Нервоновая (тетракозеновая) $C_{24}H_{46}O_2$	0,12

Анализ результатов исследований [28] показал большое содержание в рапсовом масле олеиновой (59,53%), линолевой (21,36%) и линоленовой (9,27%) кислоты, несколько меньше – пальмитиновой (4,75%). Рапсовое масло относится к специфическим маслам из-за содержания в нем эруковой кислоты. В исследуемом случае [28] содержание эруковой кислоты не превысило 0,15%.

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности применения растительных масел в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания. Один из основных недостатков их использования, связанный с

повышенным нагарообразованием, мы предлагаем решать путем подачи воды или водно-спиртовой смеси на впуск двигателя. Это требует соответствующей модернизации систем топливоподачи, например путем предлагаемым в работе [26].

Список литературы

1. Нагорнов, С.А. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 136 с.
2. Федоренко, В.Ф. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, С.В. Романцова, С.В. Бодягина, Л.Ю. Коноваленко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 68 с.
3. Нагорнов, С.А. Исследование кинетики процесса метанолиза при переработке растительного сырья в биотопливо / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.И. Дворецкий, В.П. Таров, И.А. Рязанцева, К.С. Малахов // Вестник ТГТУ. – 2009. – Т.15. – № 3. – С. 572-580.
4. Состав жидкого топлива: патент № 2374302 РФ. Заявл. 22.05.2008; опубл. 27.11.2009. Бюл. №33.
5. Зазуля, А.Н. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №12. – С. 58-60.
6. Нагорнов, С.А. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. – 2009. – №10(24). – С. 55-60.
7. Способ извлечения липидов из биомассы: патент № 2388812 РФ. Заявка № 2008137841/13; заявл. 22.09.2008; опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13.
8. Нагорнов, С.А. Интенсификация синтеза биодизельного топлива вращающимся электромагнитным полем / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, И.А. Рязанцева, С.В. Бодягина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №5. – С. 8-10.
9. Зазуля, А.Н. Особенности фракционного состава биодизельного топлива / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Бодягина // Техника в сельском хозяйстве. – 2010. – №5. – С. 20-23.
10. Нагорнов, С.А. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова // Наука в центральной России. – 2013. – № 2. – С.35-43.
11. Нагорнов, С.А. Моделирование процесса метанолиза растительных масел в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вестник Тамбовского ГТУ. – 2010. – Т.16. – № 4. – С. 944-953.

12. Нагорнов, С.А. Моделирование гидродинамики в реакторе с вихревым слоем ферромагнитных частиц при синтезе биотоплива / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. – 2010. – №10(12). – С.359-368.
13. Роторный аппарат: патент № 2424047 РФ. Заявка № 2009131387/05(043914); заявл. 18.08.2009; опубл. 20.07.2011. Бюл. № 20.
14. Способ переэтерификации растительных масел путем алкоголиза: патент № 2425863 РФ. Заявка № 2009134566(048677)/13; заявл. 15.09.2009; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22.
15. Романцова, С.В. Определение состава смесового топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 1. – С. 28-29.
16. Нагорнов, С.А. Эффективное использование нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 192 с.
17. Нагорнов, С.А. Повышение эффективности работы нефтехозяйств в АПК. Научное издание / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 168 с.
18. Зазуля, А.Н. Анализ направлений экономии топливно-смазочных материалов путем модернизации нефтехозяйств / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, Ю.Н. Сапьян, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 168 с.
19. Revving up on Sunflower Oil // Power Farming Magazine. – 1980. – Vol.89. – № 9. – P.10-12.
20. Barsic, N.J. Performance and Emissions Characteristics of a Naturally Aspirated Diesel Engine with Vegetable Oil Fuels / N.J. Barsic, A.L. Humke // SAE Technical Paper Series. – 1981. – №810262. – P.1-10.
21. Ziejewski, M. Endurance Test of a Sunflower Oil Diesel Fuel Blend / M. Ziejewski, K.R. Kaufman // SAE Technical Paper Series. – 1982. – № 820257. – P.1-14.
22. Baranescu R.A. Sunflower Oil as a Fuel Extender in Direct-Injection Turbocharged Diesel Engines / R.A. Baranescu, J.J. Lusco // SAE Technical Paper Series. – 1982. № 820260. – P.1-14.
23. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ...канд. техн. наук / Бирюков А.Л. – Санкт-Петербургский ГАУ. – Санкт-Петербург, 2011 – 177 с.
24. Плотников, С.А. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25) – С.110-118.
25. Плотников, С.А. Модернизация системы питания тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на этано-топливной эмульсии / С.А. Плотников,

М.В. Смольников, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №2(26) – С.110-118.

26. Бирюков, А.Л. Патент 2382229 Российская Федерация, МПК F02M25/022 (2006.01). Способ и устройство для получения и подачи топливно-водной смеси в ДВС / А.Л. Бирюков, В.А. Коптяев, С.Р. Ножнин. Заявл. 13.11.07; опубл. 20.02.10, Бюл. №5. – 5 с.

27. Патент RU167119 МПК C10J3/20 (2006.01). заявл. 08.04.2016; опубл. 20.12.2016. Бюл. № 35

28. О перспективе использования растительных масел в качестве топлива для дизелей / Ву Дук Вуонг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://nf-innovate.com/content/files/ncr/ncr%201\(13\)-15/ncr%205\(17\)-15/%D0%92%D1%83%20%D0%94%D1%83%D0%BA%20%D0%92%D1%83%D0%BE%D0%BD%D0%B3.pdf](http://nf-innovate.com/content/files/ncr/ncr%201(13)-15/ncr%205(17)-15/%D0%92%D1%83%20%D0%94%D1%83%D0%BA%20%D0%92%D1%83%D0%BE%D0%BD%D0%B3.pdf)

УДК 631.86

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ГРАНУЛЯТОРА ДЛЯ СУБСТРАТА

*Осьминин Евгений Дмитриевич, студент-бакалавр
Кишикаткин Сергей Алексеевич, науч. рук., д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

Аннотация: в данной статье рассмотрены основные условия и законы, при проектировании гранулятора для производства органического удобрения в виде гранул из субстрата вешенки после выращивания.

Ключевые слова: грибы, отработанный субстрат вешенки, переработка субстрата, гранулирование, гранулы, вода, обезвоживание, производственная линия

Наибольшее применение в машинах для гранулирования получили матричные рабочие органы, состоящие из матрицы с прессовальными каналами и прессующих валцов (рисунок 1).

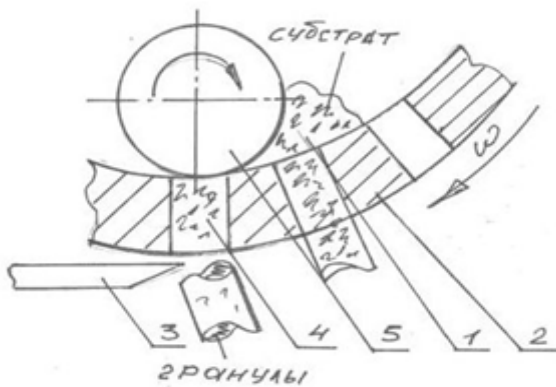


Рис. 1. Схема гранулирования в кольцевом матричном рабочем органе:
1 - субстрат; 2 - матрица; 3 - нож; 4-канал; 5-валец

Процесс уплотнения в таком рабочем органе показан на рисунке 1. Поданный в рабочую зону 1, образованную внутренней поверхностью матрицы 2 и наружной поверхностью вальца 5, материал 1 вначале сжимается, а затем вдавливается в каналы 4. По мере их заполнения сопротивление продвижению материала увеличивается, в связи с чем давление прессования возрастает и достигает максимального значения при полностью заполненных каналах.

Как только давление прессования становится равным силе трения спрессованного материала о стенки каналов, он выталкивается. При встрече с ножом 3 спрессованный материал разделяется на отдельные гранулы.

В отличие от штемпельного рабочего органа в матричном, субстрат уплотняется не в канале прессования, а между сближающимися поверхностями вальца и матрицы. Противодействие здесь создается трением спрессованного субстрата о стенки канала и площадки (перемычки) на внутренней поверхности матрицы между каналами.

Таким образом, прессовальные каналы в матрице выполняют роль каналов сопротивления в штемпельных прессах. Их длина должна обеспечивать достаточное противодействие для получения гранул заданной плотности, а также выдержку спрессованного субстрата под давлением в течение времени, необходимого для релаксации напряжений. В противном случае из-за упругого последействия при выходе из каналов гранулы окажутся непрочными [1].

С перемычек, суммарная площадь которых у брикетных прессов составляет до 25%, а у грануляторов 50 % всей площади рабочей поверхности матрицы, материал сталкивается в каналы вращающимся вальцом. Это сопровождается интенсивным трением, повышением температуры субстрата, износом матрицы, повышенными затратами энергии.

Величина зазора между матрицей и прессующими вальцами должна быть 0,1... 0,8 мм. Большой зазор нежелателен, так как ведет к уменьшению производительности грануляторов и повышению их энергоемкости.

Основные преимущества плоскоматричных грануляторов – непрерывность процесса, отсутствие знакопеременных нагрузок, меньшая материалоемкость. Большое количество прессовальных каналов в матрице обеспечивает достаточную пропускную способность пресса. Недостатки матричных прессов – высокая энергоемкость процесса, дробление уплотняемого материала, повышенные требования к прессуемому материалу по однородности измельчения и равномерности влажности, сложность изготовления матриц, высокий нагрев подшипниковых узлов вальцов.

Матричные грануляторы могут быть как с кольцевой, так и с плоской матрицей. Кольцевые матрицы можно устанавливать горизонтально и вертикально, плоские матрицы - только горизонтально.

Кольцевые матрицы могут вращаться или быть неподвижными. В прессах с вращающейся матрицей прессующие вальцы устанавливают на

неподвижных осях. Вращающиеся матрицы применяют для гранулирования субстрата. Сечение прессовальных каналов круглое, с диаметром от 3 до 25 мм [2,3].

Достоинством грануляторов с вертикальными кольцевыми матрицами является возможность быстрой и легкой смены матрицы и вальцов. Кольцевые матрицы могут иметь различные прессующие элементы, отличающиеся захватывающей способностью прессующей пары.

Грануляторы с плоской матрицей делятся на грануляторы со скользящими прессующими элементами и с вращающимися прессующими элементами, получившим и наибольшее распространение.

Достоинство грануляторов первой группы – возможность применения большого количества прессующих элементов, а недостаток – интенсивное трение прессующего элемента, приводящее к резкому возрастанию энергоемкости процессов гранулирования и быстрому износу прессующей пары.

Грануляторы с вращающимися прессующими элементами подразделяются на прессы со свободно вращающимися вальцами, установленными на неподвижных осях, и с принудительно вращающимися. Свободно вращающиеся прессующие вальцы могут быть гладкими и с рифленой боковой поверхностью. Вращаются вальцы за счет сил трения материала относительно внутренней поверхности матрицы и боковой поверхности вальцов. Захват и запрессовка субстрата роликами с гладкой рабочей поверхностью осуществляются недостаточно эффективно, так как часть слоя не захватывается роликом, а толкается им.

В ряде конструкции прессовальные каналы располагаются под некоторым углом к радиусу матрицы, что улучшает проталкивание корма через прессовальные каналы, но затрудняет изготовление матрицы.

Определенный интерес представляют конструкции грануляторов, в которых для повышения захватывающей способности вальцы выполнены с рифленой, волнистой или насеченной боковой поверхностью. Такие поверхности способствуют уменьшению проскальзывания материала и, как следствие, повышению производительности прессы за счет увеличения коэффициентов трения. Однако наряду с положительными качествами они имеют и ряд недостатков. Быстрое изнашивание выступов приводит к увеличению зазора между вальцом и внутренней боковой поверхностью матрицы, что повышает скольжение материала и снижает производительность прессы [4,5].

Гравитационные системы подачи субстрата применяют у грануляторов с горизонтальными кольцевыми или плоскими матрицами. Они отличаются простотой загрузки, однако не обеспечивают равномерного распределения материала по ширине матрицы, так как под действием силы тяжести он собирается в нижней части кольцевой матрицы, установленной горизонтально. Последнее вызывает неравномерный износ матрицы.

При принудительной подаче материала усложнена конструкция гранулятора, однако более стабилен технологический процесс, особенно при гранулировании травяной резки, склонной к зависанию.

В грануляторах непрерывного действия по сравнению с грануляторами периодического действия процесс гранулирования субстрата протекает при более благоприятных условиях. Время прессования при одной и той же производительности в матричных грануляторах больше, чем в штемпельных.

Список литературы

1. Кшникаткин, С.А. Обоснование производства гранулированного экологически безопасного удобрения из отходов при выращивании вешенки / С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин, И.В. Фомин // Нива Поволжья. – 2016. – С. 25-31.
2. Кшникаткин, С.А. Производство органического удобрения в виде гранул из отработанного субстрата вешенки / С.А. Кшникаткин, И.В. Фомин // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 2796–2800.
3. Фомин, И.В. Инновационное экологически безопасное органическое удобрение в виде гранул из отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин // Участие молодых ученых в решении актуальных вопросов АПК России: сборник статей всерос. науч.-практич. конф. – Пенза, РИО ПГСХА, 2016. С. 61-69.
4. Фомин, И.В. Способы переработки и методы обезвоживания отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин., П.Г. Аленин // Участие молодых ученых в решении актуальных вопросов АПК России: материалы конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – С. 69-75.
5. Фомин, И.В. Производство органических удобрений в виде гранул из отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин // Сборник тезисов участников форума «Наука будущего – наука молодых» - Казань, 2016. – Том 1. – 464 с.

УДК 635.25: 631.36

НОЖЕВЫЕ РОТОРЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПО ПРИНЦИПУ ДИАМЕТРАЛЬНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

***Барабанов Алексей Владимирович, студент-бакалавр
Кшникаткин Сергей Алексеевич, науч. рук., д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия***

***Аннотация:** технологический процесс отделения листьев лука может быть обеспечен ножевым ротором, работающим по принципу диа-*

метрального вентилятора с числом ножей ротора от 4 до 8 который может использоваться для предуборочной обрезки листьев лука-репки в поле.

Ключевые слова: диаметральный вентилятор, листья лука, обрезка, принцип работы

В последнее время у нас в нашей стране и за рубежом значительное внимание уделяется разработке ножевых роторов, работающих в режиме диаметральных вентиляторов, которые применяются в сельскохозяйственном производстве. Как показали литературные исследования, этими ножевыми роторами на всех режимах работы создается плоский воздушный поток с одинаковым профилем скоростей по высоте нагнетательного канала. В связи с этим практический интерес представляет их использование в машинах и устройствах для обрезки листьев лука, которые входят как в состав линии для послеуборочной обработки лука-репки, так и могут быть использованы для предуборочной обрезки листьев лука-репки в поле перед машинной уборкой. В настоящее время для предуборочной обрезки листьев лука-репки в основном используются обрезчики листьев пропеллерного типа, работающие по принципу осевого вентилятора [1,2,3].

В ножевом роторе, работающем по принципу диаметрального вентилятора воздушный поток через ножи ротора проходит дважды, поэтому по величине отвода воздуха из зоны обрезки листьев лука значительно превосходят осевые (пропеллерные) и центробежные. Так как в ножевом роторе, работающем по принципу диаметрального вентилятора течение воздуха вместе с обрезанными листьями не имеет резких поворотов, то им присущи высокие значения коэффициентов производительности. Поэтому применение ножевых роторов, работающих по принципу диаметральных вентиляторов, позволит получить необходимую производительность по отводу воздуха из зоны обрезки при меньших диаметрах и окружных скоростях ножевого ротора.

Входное устройство кожуха ножевого ротора выполняется в виде прямоугольного конфузора, а выходной элемент – в виде прямоугольного диффузора. Это делает удобным присоединение ножевого ротора и кожуха к элементам конструкции отделителя листьев и цепного транспортера. Кожух ножевого ротора может быть выполнен и без входного конфузора, при этом для плавного входа воздушного потока в ножевой ротор по дуге всасывания должен устанавливаться изогнутый элемент или диски ротора должны иметь отбортовку.

Одним из важнейших параметров ножевого ротора, работающего в режиме диаметрального вентилятора, является число ножей ротора. Высокоэффективные диаметральные вентиляторы, имеющие число лопаток больше 28, более сложны в изготовлении. В связи этим на кафедре «Осно-

вы конструирования механизмов и машин» проводятся исследования по изысканию эффективных аэродинамических схем рабочих органов с малым числом ножей ножевого ротора, работающего по принципу диаметрального вентилятора с возможностью его применения для предуборочной обрезки листьев лука-репки.

Число ножей ротора оказывает существенное влияние на аэродинамические параметры его работы. Увеличение числа ножей влияет на количество отводимого воздуха из зоны обрезки листьев в двух противоположных направлениях: увеличение числа ножей ротора уменьшает потери давления, вырывааемые действием осевого вихря, возникающего при вращении межножевых каналов ротора; однако с увеличением числа ножей возрастают потери давления, в следствие увеличения гидравлических потерь, обуславливаемых поверхностным трением воздуха о стенки межножевых каналов, и потерь на удар при входе на ножи. Кроме того, при уменьшении числа ножей ($z < 8$) количество отводимого воздуха уменьшается, так как чем дальше расположена частица воздуха от ножа, тем меньше сообщаемый ей момент количества движения. При этом возрастет нагрузка на каждый нож, увеличиваются градиенты давления и скорости на поверхности ножей, увеличивается диффузорность межножевых каналов. Это обуславливает развитие вихревых зон в межножевых каналах ротора и увеличение скорости в канале из-за уменьшения площади сечения активного течения, что приводит к дополнительному снижению количества отводимого воздуха.

При уменьшении числа ножей ротора в значительной степени снижается и направляющее действие ножей, выражающееся в отклонении скоростей потока, выходящего из межножевых каналов в сторону, противоположную направлению вращения ротора.

В соответствии с уравнением теоретического давления – уравнением Эйлера для диаметрального вентилятора:

$$H_m = H_{uc} + H_{цб} = \rho [(U_1 c_{1'U} - U_2 c_{2'U}) + (U_2 c_{2''U} - U_1 c_{1''U})].$$

При уменьшении числа ножей происходит уменьшение скоростей закручивания c_U , которое приводит к снижению количества отводимого воздуха из зоны обрезки и его К.П.Д.

Ножевые роторы, работающие по принципу диаметрального вентилятора и создающие плоскопараллельный воздушный поток, представляют практический интерес для применения их в машинах для отделения листьев лука – репки.

Одним из основных параметров ножевого ротора является число ножей ротора. Наиболее простыми в изготовлении следует считать ножевые роторы с малым числом ножей ($z = 4 \dots 8$).

Из сопоставления величин сопротивления движению воздуха и необходимых скоростей в околоножевом пространстве отделителя листьев и

аэродинамических параметров ножевых роторов, вытекает, что технологический процесс отделения листьев лука может быть обеспечен ножевым ротором, работающим по принципу диаметрального вентилятора с числом ножей ротора от 4 до 8.

Ножевые роторы, работающие в режиме диаметрального вентилятора, создающие плоскопараллельный воздушный поток, представляют практический интерес для отделителей листьев лука-репки при ориентации листьев в зону отделения. Ножевые роторы установлены в отделители листьев лука-репки под поверхностью цепного транспорта и предназначены для обрезки соориентированных листьев лука. Исследование рабочего процесса ряда экспериментальных машин показало, что технологический процесс ориентации и отделения листьев лука в этих машинах протекает более эффективно, если ножевые роторы работают в режиме диаметрального вентилятора [4,5].

Применение таких рабочих органов для предуборочной обрезки листьев лука-репки делает машины и устройства более компактными, прямоугольная форма входного и выходного элементов кожуха ножевого ротора облегчает присоединение всасывающей частью к поверхности, транспортирующей ворох лука-репки.

Сложность рабочего процесса ножевого ротора, работающего в режиме диаметрального вентилятора, делает невозможным получение его характеристики и аэродинамической схемы расчетным путем. Исследования показали, что они могут быть получены пересчетом по теории подобия схемы и характеристики имеющегося диаметрального вентилятора.

При моделировании гидромеханических явлений должны соблюдаться условия геометрического, кинематического и динамического подобий. Геометрическое подобие требует, чтобы линейный масштаб всех сходственных геометрических элементов был одинаков. Кинематическое подобие – это подобие линий тока и пропорциональность сходственных скоростей. Динамическое подобие обеспечивается при соблюдении геометрического и кинематического подобий и сохранении масштаба сил для всех соответственных точек двух потоков.

В аэродинамике малых скоростей (при скоростях до 70 м/с, при которых пренебрегают сжимаемостью воздуха) полное подобие обеспечивается при равенстве безразмерных величин – чисел Струхала, Фруда, Эйлера и Рейнольдса, которые определяются соответственно уравнениями:

$$S_h = \frac{\ell}{ct} ; F_z = \frac{c}{g\ell} ; E_u = \frac{P}{\rho\ell^2} ; R_e = \frac{\ell c}{\nu},$$

где ℓ – линейный размер вентилятора в м;

c – скорость воздуха в м/с;

t – время в с; g – ускорение силы тяжести в м/с²;

P – давление в Н;

ρ – плотность воздуха в мПа;

ν – кинематический коэффициент вязкости воздуха в м²/с.

Число Струхала является мерой неравномерности движения и возникает из – за не стационарности процесса. Число Фруда выражает отношение сил инерции к силам тяжести, число Эйлера – отношение нормальных сил давления к силам инерции, а число Рейнольдса характеризует отношение сил инерции к силам вязкости.

Строгое установление гидродинамического подобия затруднено из-за невозможности воспроизведения этих условий в лабораторной установке. Так, натуральные ножевые роторы, как правило, имеют большие размеры, чем роторы – модели, поэтому можно считать $\ell_m < \ell_n$. Кроме того, как опыт с моделью, так и работа натурального ротора происходят в воздухе, т.е. с достаточной точностью можно полагать $\nu_1 = \nu_2$. При этих условиях для равенства чисел Рейнольдса необходимо иметь $c_m < c_n$, а для чисел Фруда $c_m < c_n$.

Из этого следует, что нельзя выбрать скорость для эксперимента с уменьшенной моделью так, чтобы удовлетворять двум числам подобия, так как они противоречат друг другу. Следовательно. Полное подобие при испытании ротора – модели невозможно. В следствие этого на практике обычно стремятся осуществить так называемое частичное подобие, т.е. подобие по одному или нескольким параметрам, которые являются наиболее важными в эксперименте. В аэродинамике малых скоростей основное значение имеет критерий Рейнольдса, так как сопротивление среды в этих условиях происходит главным образом от сил трения. Поэтому исследования геометрически подобных ножевых роторов, работающих в режиме диаметрального вентилятора должно проводиться при постоянных числах Рейнольдса.

Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Результаты лабораторных исследований устройства для отделения листьев лука-репки / Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина, И.С. Калинина // Нива Поволжья. – 2009. – №2 (11). – С. 48-52.
2. Ларюшин, Н.П. Теоретическое исследование процесса отделения листьев лука-репки обрезчиком листьев / Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина // Нива Поволжья. – 2010. – №1 (14). – С. 61-67.
3. Патент № 2550028 РФ. МПК А23N 15/04. Устройство для отделения листьев лука / В.Н. Кувайцев, Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина. – № 2013157977. Заявл. 25.12.13.; опубл. 10.05.15.. Бюл. № 13.
4. Кшникаткин, С.А. Предуборочная обрезка листьев лука-репки улучшает качество лука / С.А. Кшникаткин, А.А. Карпухин // Вклад молодых ученых

в инновационное развитие АПК России: матер. всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Пенза, 2010. – С. 178-180.

5. Кшникаткин, С.А. Применение вентиляторов для предуборочной обрезки листьев лука и их особенности / С.А. Кшникаткин, А.А. Карпухин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: матер. всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Пенза, 2010. – С. 177-178.

УДК 635.25: 631.36

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОЖЕВЫХ РОТОРОВ

*Барабанов Алексей Владимирович, студент-бакалавр
Кшникаткин Сергей Алексеевич, науч. рук., д.с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

Аннотация: сложность рабочего процесса ножевого ротора, работающего в режиме диаметрального вентилятора, делает невозможным получение его характеристики и аэродинамической схемы расчетным путем.

Ключевые слова: ножевой ротор, рабочий процесс, подобие, критическая скорость, листья, лук, обрезка, режим, диаметральный вентилятор, скорость, воздушный поток

Рабочий процесс ножевого ротора, работающего в режиме диаметрального вентилятора, определяется следующими величинами: диаметром ротора D_2 по наружным кромкам ножей в м, частотой вращения ротора n в единицу времени в 1/с, плотностью воздуха ρ в кгс·с²/м⁴, производительностью ножевого ротора по отводу воздуха из зоны отделения листьев лука Q в м³/с, давлением воздушного потока H в кгс/м², гидравлической мощностью N_2 в кгс·м/с [1,2,3].

Согласно П-теореме функциональная зависимость между этими величинами может быть представлена уравнением

$$f(D_2, n, \rho, Q, H, N_2) = 0 \quad (1)$$

Эти величины могут быть измерены с помощью трех основных единиц измерения: массы m , длины ℓ , и времени t . Для вывода критериев подобия в качестве основных параметров выбираем D_2 , n и ρ . Из теорем подобия известно, что полное уравнение, описывающее зависимость между π величинами, размерность которых определяется i основными величинами, приводится к виду $f(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{\pi-i}) = 0$ или в данном случае $f(\pi_1, \pi_2, \pi_3) = 0$.

Величина π обозначает безразмерное произведение типа

$$\pi = D_2^a n^e \rho^c Q^d H^e N_2^f.$$

Учитывая, что величины D_2 , n и ρ являются независимыми переменными, безразмерные величины Π_1 , Π_2 и Π_3 выражаем в виде

$$\Pi_1 = D_2^{a_1} n^{b_1} \rho^{c_1} Q; \quad \Pi_2 = D_2^{a_2} n^{b_2} \rho^{c_2} H; \quad \Pi_3 = D_2^{a_3} n^{b_3} \rho^{c_3} N_2 \quad (2)$$

Показатели степени a_1 , b_2 , c_1 и т.д., являющиеся целыми или дробными числами или же равны нулю, должны быть определены. Для этого выразим D_2 , n , ρ , Q , H , N_2 через их основные размерности:

$$\Pi_1 = (l)^{a_1} (1/t)^{b_1} (m/l^3)^{c_1} (l^3/t) = l^{a_1-3c_1+3} t^{-b_1-1} m^{c_1}; \quad (3)$$

$$\Pi_2 = (l)^{a_2} (1/t)^{b_2} (m/l^3)^{c_2} (m/lt^2) = l^{a_2-3c_2-1} t^{-b_2-2} m^{c_2+1} \quad (4)$$

$$\Pi_3 = (l)^{a_3} (1/t)^{b_3} (m/l^3)^{c_3} (ml^2/t^3) = l^{a_3-3c_3+2} t^{-b_3-3} m^{c_3+1} \quad (5)$$

Величины Π_1 , Π_2 и Π_3 будут безразмерными, если показатели степеней при l , t и m равны нулю. Из выражения (3) получим три совместных уравнения для определения a_1 , b_2 и c_1 :

$$a_1-3c_1+3=0; \quad -b_1-1=0; \quad c_1=0.$$

Следовательно, имеем $a_1=-3$, $b_1=-1$, $c_1=0$.

Подставив значения этих показателей степеней в уравнение (3), будем иметь:

$$\Pi_1 = D_2^{-3} n^{-1} Q = \frac{Q}{D_2^3 n} \quad (6)$$

Аналогичным образом из выражений (4) и (5) находим показатели степеней $a_2=-2$, $b_2=-2$, $c_2=-1$, $a_3=-5$, $b_3=-3$, $c_3=-1$. После подстановки значений этих величин в уравнения (4) и (5) получим

$$\Pi_2 = D_2^{-2} n^{-2} \rho^{-1} H = \frac{H}{D_2^2 n^2 \rho}; \quad (7)$$

$$\Pi_3 = D_2^{-5} n^{-3} \rho^{-1} N_2 = \frac{N_2}{D_2^5 n^3 \rho}. \quad (8)$$

Значения соответствующих параметров Π одинаковы для подобных режимов работы независимо от размеров ножевого ротора, числа оборотов и плотности воздуха, т.е. $\Pi_1 = idem$, $\Pi_2 = idem$, $\Pi_3 = idem$. Поэтому из условия равенства критериев Π_1 , Π_2 и Π_3 , зная аэродинамические параметры одного ножевого ротора, можно определить параметры другого [4,5].

Практический интерес представляет работа ножевого ротора в режиме диаметрального вентилятора с некоторой средой, т.е. с обрезанными листьями лука в различных режимах $D_{2c} = \rho_c = 1$, тогда $\frac{Q}{n} = idem$,

$$\frac{H}{n^2} = idem, \quad \frac{N_2}{n^3} = idem, \quad (9)$$

т.е. производительность ножевого ротора по отводу воздуха из зоны обрезки листьев пропорциональна числу оборотов ротора, давление – квадрату и гидравлическая мощность (на валу ротора) – кубу числа оборотов.

При работе подобных ножевых роторов в одинаковых скоростных режимах и с одинаковой средой, т.е. при $n_c = \rho_c = 1$, будем иметь

$$\frac{Q}{D_2^3} = idem, \quad \frac{H}{D_2^2} = idem, \quad \frac{N_2}{D_2^5} = idem, \quad (10)$$

следовательно, производительность ножевого ротора по отводу воздуха из зоны обрезки листьев пропорциональна кубу диаметра, давление – второй степени и гидравлическая мощность – пятой степени диаметра ротора.

При работе одного и того же ножевого ротора в одном скоростном режиме, но с различной средой имеем $D_c = n_c = 1$, поэтому

$$Q = idem, \quad \frac{H}{\rho} = idem, \quad \frac{N_2}{\rho} = idem, \quad (11)$$

т.е. производительность ножевого ротора по отводу воздуха из зоны обрезки листьев не зависит от плотности воздуха, а в частности от наличия в воздухе обрезанных частей листьев лука, а давление и мощность пропорциональны плотности.

Так как полезная мощность ножевого ротора представляет собой произведение

$N = QH$, то подобные ножевые роторы, работающие в одинаковом режиме, имеют одинаковые к.п.д., т.е.

$$\eta = \frac{N}{N_2} = \frac{QH}{N_2} = idem. \quad (12)$$

В ножевых роторах, работающих по принципу диаметрального вентилятора, течение воздуха происходит в плоскостях, перпендикулярных оси вращения ротора. Рассмотрим, в какой мере параметры работы ножевого ротора зависят от его ширины. Для этого величины Π_1 , Π_2 и Π_3 представим в виде

$$\Pi_1 = \frac{Q}{\kappa B D_2^2 n}, \quad \Pi_2 = \frac{H}{U_2^2 \pi^{-2} \rho}, \quad \Pi_3 = \frac{N_2}{\kappa B D_2 U_2^3 \pi^{-3} \rho}; \quad (13)$$

здесь $\kappa = \frac{D_2}{B}$ – отношение диаметра ротора к его ширине (для подобных

ножевых роторов $\kappa = idem$); $U_2 = \pi D_2 n$ – окружная скорость наружных кромок ножей ротора. Следовательно, для геометрически подобных ножевых роторов имеем

$$\Pi'_1 = \frac{Q}{B D_2^2 n}, \quad \Pi'_2 = \frac{H}{\rho U_2^2}, \quad \Pi'_3 = \frac{N_2}{B D_2 U_2^3 \rho}. \quad (14)$$

При работе ножевых роторов, отличающихся лишь шириной ротора, с некоторой средой и в одинаковых скоростных режимах, т.е. при $D_c = \rho_c = n_c = 1$, получим $Q = \Pi'_1 B$, $H = \Pi'_2$, $N_2 = \Pi'_3 B$, (15)

т.е. производительность ножевого ротора по отводу воздуха из зоны обрезки листьев и гидравлическая мощность пропорциональны ширине ротора, а давление не зависит от его ширины.

Обобщенная характеристика ножевого ротора, работающего в режиме диаметрального вентилятора, имеющего коленообразный кожух, в координатах $P_2 = f(P_1)$ и $P_3 = \varphi(P_1)$ при $\rho = 0,121 \text{ кгс}\cdot\text{сек}^2/\text{м}^4$ и $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$ показана на рис.1. На этом рисунке нанесено также поле точек P_2 и P_3 , полученных при различных числах оборотов ножевого ротора и плотности воздуха. Отклонение экспериментальных точек не превышает 4-5% от кривых $P_2 = f(P_1)$ и $P_3 = \varphi(P_1)$. Это дает основание использовать уравнения (6), (7) и (8) при пересчете характеристик и проектировании ножевых роторов.

При известных параметрах P_1 , P_2 и к.п.д. η_m вентилятора-модели и заданных величинах потребной производительности Q по отводу воздуха из зоны обрезки листьев и частоты вращения n проектируемого ножевого ротора параметры последнего определяются по формулам:

$$D_2 = \sqrt[3]{\frac{Q}{n P_1 \kappa_1}}, \quad H = P_2 \rho D_2^2 n^2 \kappa_2, \quad \eta = \eta_m \kappa_3.$$

Небольшие отклонения величин этих относительных разностей позволяют заключить, что на ножевые роторы, работающие в режиме диаметральных вентиляторов, распространяются законы пересчета характеристик по методу подобия.

Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Результаты лабораторных исследований устройства для отделения листьев лука-репки / Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина, И.С. Калинина // Нива Поволжья. – 2009. – №2 (11). – С. 48-52.
2. Ларюшин, Н.П. Теоретическое исследование процесса отделения листьев лука-репки обрезчиком листьев / Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина // Нива Поволжья. – 2010. – №1 (14). – С. 61-67.
3. Патент № 2550028 РФ. МПК А23N 15/04. Устройство для отделения листьев лука / В.Н. Кувайцев, Н.П. Ларюшин, С.А. Кшникаткин, Т.А. Кирюхина. – № 2013157977. Заявл. 25.12.13.; опубл. 10.05.15.. Бюл. № 13.
4. Кшникаткин, С.А. Предуборочная обрезка листьев лука-репки улучшает качество лука / С.А. Кшникаткин, А.А. Карпухин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: матер. всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Пенза, 2010. – С. 178-180.
5. Кшникаткин, С.А. Применение вентиляторов для предуборочной обрезки листьев лука и их особенности / С.А. Кшникаткин, А.А. Карпухин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: матер. всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых. – Пенза, 2010. – С. 177-178.

**РОЛЬ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
(НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

*Бушманов Александр Петрович, магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье авторы показывают, что на Северо-Западе России в период уборки льна складываются неблагоприятные погодные условия, вызывающие повышенную влажность льносырья, что ведет к большим материальным и финансовым потерям.*

***Ключевые слова:** лён-долгунец, эффективность производства, погодно-климатический фактор*

Для обеспечения экономической и стратегической независимости нашей стране крайне важно иметь отечественное целлюлозное волокнистое сырье. Важное место здесь должно занять производство отечественного льноволокна. Лен – ценнейшая техническая культура, используемая в медицине, текстильной, пищевой и оборонной промышленности, автомобилестроении, строительстве, коммунальном хозяйстве, при производстве бытовой химии [1].

Лен-долгунец в отличие от других культур (зерновые, зернобобовые, картофель) культивируется на сравнительно небольшом числе почвенных разностей. Долгунцовое льноводство сосредоточено в основном в дерново-подзолистой зоне, где в наибольшей степени распространены подзолистые почвы различной классификации.

Почвенно-ландшафтный фактор в значительной мере взаимодействует с погодно-климатическим. В своей совокупности они позволяют более объективно оценить пригодность естественных условий для выращивания льна-долгунца.

На протяжении нескольких столетий Россия традиционно являлась крупнейшим мировым производителем и экспортером льноволокна. Однако с начала 90-х годов прошлого столетия в связи с подорожанием энергоносителей, машин, минеральных удобрений и средств защиты растений в Российской Федерации значительно снизилась эффективность льноводства. Наблюдается сокращение площадей, занятых льном, закрываются льнозаводы. Текстильные предприятия испытывают недостаток волокна и вынуждены завозить его из-за границы. Производство льна-долгунца в 1998 году стало нерентабельным, а РФ из экспортера льноволокна превратилась в импортера.

Льноводство сегодня – одна из самых насущных проблем всего растениеводства страны, слишком много накопилось в отрасли проблем, которые требуют кардинального пересмотра путей их решения. В связи с этим изучение факторов, оказывающих влияние на эффективность возделывания культур и исследование путей энергосбережения в отрасли, приобретает особую актуальность.

Главные проблемы в льняном комплексе заключаются в невысокой урожайности и низком качестве производимого льноволокна (низкие номера и неоднородность по физическим свойствам) и высоком уровне потерь продукции на каждой из стадий производства, что, соответственно, увеличивает затраты на производство и делает готовую продукцию неконкурентоспособной.

Существенное влияние на качество и уровень потерь продукции при производстве льна-долгунца оказывают погодные условия. Уборка льна проводится во второй половине августа и в сентябре, когда погодные условия становятся неблагоприятными для проведения уборочных работ. Это приводит к растягиванию периода уборки и к ежегодным потерям 40-50% выращенного урожая. Большое количество осадков, высокая относительная влажность и сравнительно низкая температура воздуха, наличие продолжительных рос и туманов, небольшое количество солнечных дней за период уборки при значительном числе дождливых и пасмурных, обуславливают высокую влажность убираемого льна, засоренность стеблей, прорастание, порчу и снижение качества урожая [1-8].

Так в Вологодской области в 2012 г. было засеяно под лен-долгунец 6202 га, а урожай убран с площади 3363 га, потери составили 54,2%. В 2011 г. было засеяно 9145 га, урожай убран с площади 4927 га, потери составили 46,2%. Напомним так же, что дождливая погода 2006 г. не позволила вологодским сельхозпредприятиям собрать весь урожай льна, в поле осталось 6400 га, а это 70% от всего урожая. В области даже было объявлено чрезвычайное положение [1, 8].

Ниже в таблице 1 представлены типичные погодные условия для Вологодской области в период уборки льнопродукции [1-3].

Анализ метеорологических данных, показывает, что за период наиболее вероятных сроков подбора тресты (август и сентябрь), число дней без осадков колеблется от 6 до 7, что в среднем составляет 23% календарного времени. В дни с осадками нижний слой стеблей в ленте всегда имеет влажность выше пригодной для хранения.

Таким образом, в августе и сентябре 77% времени, когда вести непосредственно подъем льнотресты из ленты невозможно, ввиду превышения влажности выше требуемой для нормального хранения.

Таблица 1 – Метеорологические условия в период уборки льна

Месяц	Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Количество осадков за месяц (норма), мм	Максимальное количество осадков за месяц, мм (год)	Число ясных дней	Число облачных дней	Число пасмурных дней	Число дней с различными явлениями			
								дождь	гроза	туман	снег
Июль	17,5	76	74	170 (1954)	8	21	2	16	8	8	0
Август	14,7	81	76	175 (2003)	7	21	3	18	4	9	0
Сентябрь	9,3	84	57	140 (1945)	6	20	4	19	1	6	1
Октябрь	3,4	86	50	96 (1989)	5	17	9	18	0	4	9

Применение различных вспомогательных приемов по снижению влажности льнопродукции, таких как десикация посевов, плющение стеблей, растил лент на аэрационных каналах, оборачивание, ворошение и вспушивание лент, установка порций тресты в конусы или шатры, укладка в копны, не всегда позволяет создать условия для формирования рулонов кондиционной влажности.

В таком случае остается или выжидать хорошей погоды, что приводит к снижению качества тресты, а иногда и к полной её потере или адаптировать технологию уборки к сложным погодным условиям и осуществлять подъем льносырья без существенного снижения качества с учетом природно-климатического фактора. Именно по второму направлению планируется проводить наши будущие исследования.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с.
2. Оробинский, Д.Ф. Универсальный пункт сушки льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – №3. – С. 2-4.
3. Шушков, Р.А. Сроки хранения влажных рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский // Сельский механизатор. – 2014. – №1. – С. 20-21.

4. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №5. – С. 136-142.
5. Шушков, Р.А. Анализ и оптимизация параметров сушки рулонов льнотресты // Р.А. Шушков, А.С. Михайлов, А.Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 4(20). – С. 89-97.
6. Шушков, Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – №4. – С. 29-30.
7. Шушков, Р.А. Искусственное досушивание рулонов льнотресты, как элемент технологии уборочных работ / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Горки: Белорусская ГСХА, 2013. – Ч. 1. – С. 348-351.
8. Сайт департамента сельского хозяйства, продовольственных ресурсов и торговли Вологодской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vologda-agro.ru/flax>

УДК 627.7

ОБЗОР СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСА СОПРЯЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

*Романов Александр Сергеевич, студент-бакалавр
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: данная статья посвящена обзору способов восстановления ресурса сопряжений деталей. Проведен анализ на предмет использования наиболее рационального способа.

Ключевые слова: ресурс, ремонт, техника, реметаллизант, износ, восстановление

С момента появления первой техники возникла необходимость в ее ремонте: с течением времени детали машин изнашиваются, и машина не может функционировать должным образом. Проблема ремонта актуальна и в настоящее время [1-8].

В технике ремонт называется комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

На рис.1 приведено распределение дефектов деталей, из которого можно сделать вывод, что наиболее часто подвергаются износу цилиндри-

ческие наружные поверхности: детали цилиндро-поршневой группы, коленные и шатунные шейки коленчатых валов, вкладыши.

В процессе износа деталей вначале идет период обкатки: притирка новых деталей в сборе, вследствие которой увеличивается зазор между трущимися поверхностями. По истечению этого периода необходимо заменить масло. Затем этот зазор увеличивается незначительно – это период нормальной эксплуатации. В определенный момент зазор превышает допустимое значение и быстро увеличивается. В таком случае техника теряет свою работоспособность, приходится выводить ее из эксплуатации и проводить ремонт.

Продлить период нормальной эксплуатации помогают добавки к маслам: ревитализанты и кондиционеры металла. Ревитализанты формируют защитное покрытие на трущихся металлических деталях механизмов непосредственно в процессе их эксплуатации. Примерами ревитализантов могут служить такие добавки как ХАДО, ФОРСАН. Кондиционеры металла придают трущимся поверхностям специальные свойства, снижающие силы трения и обеспечивающие защиту от износа. Примеры кондиционеров: ФЕНОМ, RENOM.



Рис. 1. Распределение дефектов деталей машин

Данные добавки не восстанавливают ресурс сопряжений деталей, а лишь продлевают срок нормальной эксплуатации, по истечению которого требуется традиционный ремонт (рис.2). К такому ремонту относятся операции точения, шлифования, наплавки и другие. Для такого ремонта требуется немало средств: покупка новых деталей, оплата работы мастера по ремонту. Помимо прочего в этот период техника не эксплуатируется, следовательно, наблюдаются экономические потери.

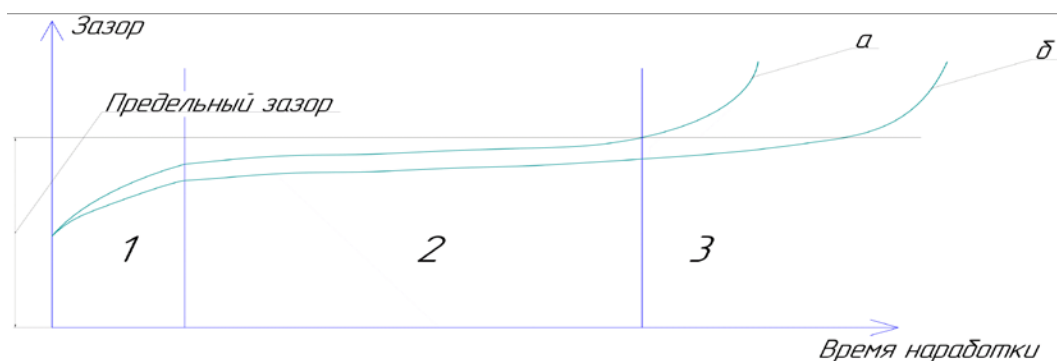


Рис. 2. График процесса износа деталей:

- а) без добавок; б) с использованием ревитализантов и кондиционеров металла; 1 – период обкатки; 2 – период нормальной эксплуатации; 3 – период аварийного износа

К одним из инновационных способов ремонта относится безразборное восстановление деталей. Безразборный технический сервис – комплекс мероприятий технического обслуживания и ремонта узлов и механизмов без проведения разборочно-сборочных операций в процессе непрерывной эксплуатации с применением химических препаратов – ремонтно-восстановительных составов. Одним из таких препаратов является реметаллизант.

Реметаллизант – смазочный материал, содержащий в своем составе частицы металлов, как правило, это бронза – сплав меди и олова. Медь в чистом виде не используется так как является катализатором окисления масла. Примерами данного состава являются РЕСУРС, РИМЕТ.

Как у любого смазочного материала эффективность реметаллизанта зависит от размера частиц. Чем меньше размер – тем активнее частица. В отличие от геомодификаторов, металлические частицы не нарушают теплообмен двигателя. Механизм действия заключается в уплотнении зазоров в цилиндро-поршневой группе и как следствие росту КПД работы двигателя. На двигателях среднего износа прибавка составляет в среднем 8-10 %.

В отличие от ревитализантов и кондиционеров металла реметаллизант не только увеличивает период нормальной эксплуатации машины, но и уменьшает зазор между трущимися поверхностями деталей, тем самым позволяя избежать дорогостоящего традиционного ремонта (рис.3).

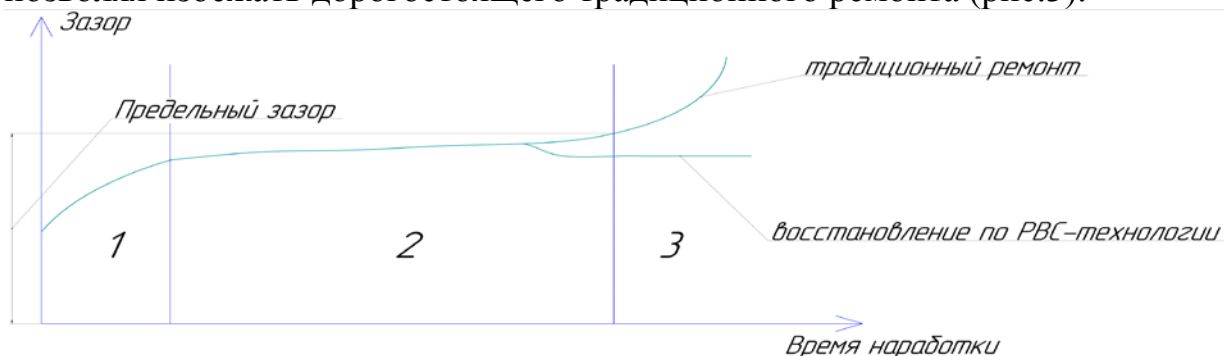


Рис. 3. График процесса износа деталей:

- 1 – период обкатки; 2 – период нормальной эксплуатации; 3 – период аварийного износа

Таким образом, применение реметаллизантов позволит восстанавливать ресурс машины, продлевать срок нормальной эксплуатации и в итоге получить экономический эффект от рационального использования ремонтно-восстановительного состава.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. О возможности индивидуального подхода к решению задач надежности сельскохозяйственной техники / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы конференции посвященной 95-летию академии. Том 2. Инженерные науки. Вологда-Молочное, 2006. – С. 36-40.
2. Шушков, Р.А. Проблемы надежности оборудования животноводческих комплексов / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы конференции посвященной 95-летию академии. Том 2. Инженерные науки. Вологда-Молочное, 2006. – С. 41-42.
3. Шушков, Р.А. О целесообразности создания универсальных ремонтных предприятий / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы конференции посвященной 96-летию академии. Том 2. Инженерные науки. Вологда-Молочное, 2007. – С. 172-174.
4. Шушков, Р.А. Оптимизация параметров универсального ремонтного предприятия на основе учёта индивидуальных показателей надежности / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников // Сборник статей первой ежегодной смотр-сессии аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Вологда-Молочное, 2007. – С. 81-84.
5. Шушков, Р.А. Оптимальное распределение ремонтно-обслуживающих воздействий между предприятиями технического сервиса АПК / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников // Сборник статей второй ежегодной смотр-сессии аспирантов и молодых ученых по отраслям наук. Вологда-Молочное, 2008. – С. 90-94.
6. Зубакин, А.С. К вопросу о качестве запасных частей цилиндропоршневой группы / А.В. Закрепин, Р.А. Шушков // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе. Материалы 59-й международной научно-практической конференции, том IV. Кострома: КГСХА, 2008. – С. 105-107.
7. Шушков, Р.А. О состоянии специализированной ремонтно-обслуживающей базы АПК Вологодской области на современном этапе / Р.А. Шушков // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-методической конференции посвященной 98-летию академии. Том 2. Инженерные науки. – Вологда-Молочное, 2009. – С. 206-208.
8. Шушков, Р.А. Повышение надежности машин сельскохозяйственного назначения / Р.А. Шушков // Современные аспекты молочного дела в России: сборник докладов III Молочного Форума, 2010. – С. 66-67.

УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАНА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович, студент-бакалавр

*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье авторы говорят о негативном влиянии молочного скотоводства на окружающую среду и предлагают способы утилизации метана с животноводческих комплексов.

Ключевые слова: экологическая нагрузка, метан, животноводческий комплекс

Экологическая проблема на сегодняшний день считается основной среди глобальных проблем человечества. Люди долго использовали данные им природой ресурсы нерационально, загрязняли среду вокруг себя, отравляли Землю разнообразными отходами – от твердых до радиоактивных. Результат не заставил себя ждать – по мнению большинства компетентных исследователей, экологические проблемы в ближайшие сто лет приведут к необратимым последствиям для планеты, а значит, и для человечества. Угроза нависла над всем миром: озоновый слой, защищающий планету от радиации, разрушается, климат Земли меняется.

К числу наиболее активных парниковых газов относятся углекислый газ и метан.

При этом нашелся главный злодей в драме «Глобальное потепление»: это – коровы! Именно так считают специалисты ФАО – продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. В их 400-страничном докладе сказано, что стада коров влияют на климат больше, чем автомобили или самолеты. Полтора миллиарда коров, живущих на планете, ответственны за выделение 18% всех парниковых газов в мире. Это превышает показатели всех видов транспорта вместе взятых.

Коровы выдыхают углекислый газ. Но это не так страшно. С метаном ситуация более серьезная. Он нагревает Землю в двадцать раз быстрее, чем углекислый газ, а более трети метана, попадающего в атмосферу – коровьего происхождения. Метан в коровах производят специальные бактерии – метаногены. Усваивая образующиеся при брожении водород и углекислый газ, они синтезируют метан CH_4 . То же самое они делают и потом, в навозе.

За 150 лет концентрация метана в атмосфере возросла примерно в 2,5 раза, причем третья часть попала туда благодаря домашней скотине. Интенсивное животноводство наращивает не только удои и привесы, но и газовый выхлоп. Общими усилиями сельскохозяйственные животные произ-

водят сейчас в три с лишним раза больше метана, чем полтора века назад. По прогнозу специалистов из ООН, коровий вклад в парниковый эффект к 2050 году может увеличиться еще в два раза.

Корова выпускает в день около 300 литров метана. Предварительные расчёты показали, что стадо из 200 коров в год выделяет в атмосферу Земли такое количество метана, сколько хватит обычному автомобилю на 180 000 километров пути (эквивалент – 21 400 литров бензина).

Количество испускаемого газа варьируется в зависимости от проглоченной пищи и размера животного.

Если собрать, очистить и сжать газы, выпускаемые крупным рогатым скотом, то их можно снизить нагрузку на окружающую среду и дополнительно использовать собранный газ в качестве альтернативного источника энергии.

Авторским коллективом на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА разрабатывается два варианта утилизации метана с последующим его использованием в качестве источника энергии.

На рисунке 1 представлена схема, поясняющая принцип работы первого варианта утилизации метана с животноводческих комплексов – отделение метана от воздуха. Свежий воздух, с улицы, проходя животноводческое помещение, насыщается газами, выделяемыми животными, далее воздух поступает в вертикальный вентиляционный канал, где установлен уловитель метана. Воздух отделяется от метана уходит на улицу, метан собирается в герметичную ёмкость. Собранный метан можно использовать в качестве источника энергии.

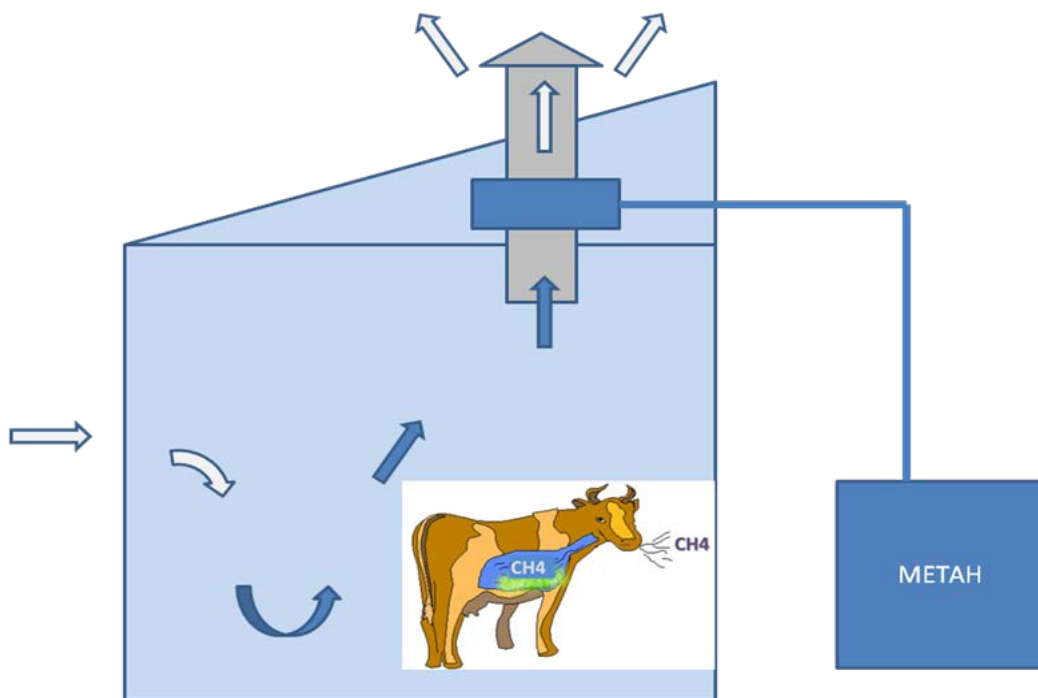


Рис. 1. Схема отделения метана от воздуха

На рисунке 2 представлена схема, поясняющая принцип работы второго варианта утилизации метана с животноводческих комплексов – смешивание воздуха выходящего из фермы с чистым метаном, для образования горючей смеси, которую можно использовать в качестве источника энергии. Свежий воздух, с улицы, проходя животноводческое помещение, насыщается газами, выделяемыми животными, далее воздух поступает в вертикальный вентиляционный канал, откуда он поступает в герметичную ёмкость. Для образования горючей смеси воздух дополнительно насыщается метаном.

Полученный метан в обоих случаях можно использовать в качестве топлива для газогенераторных установок.

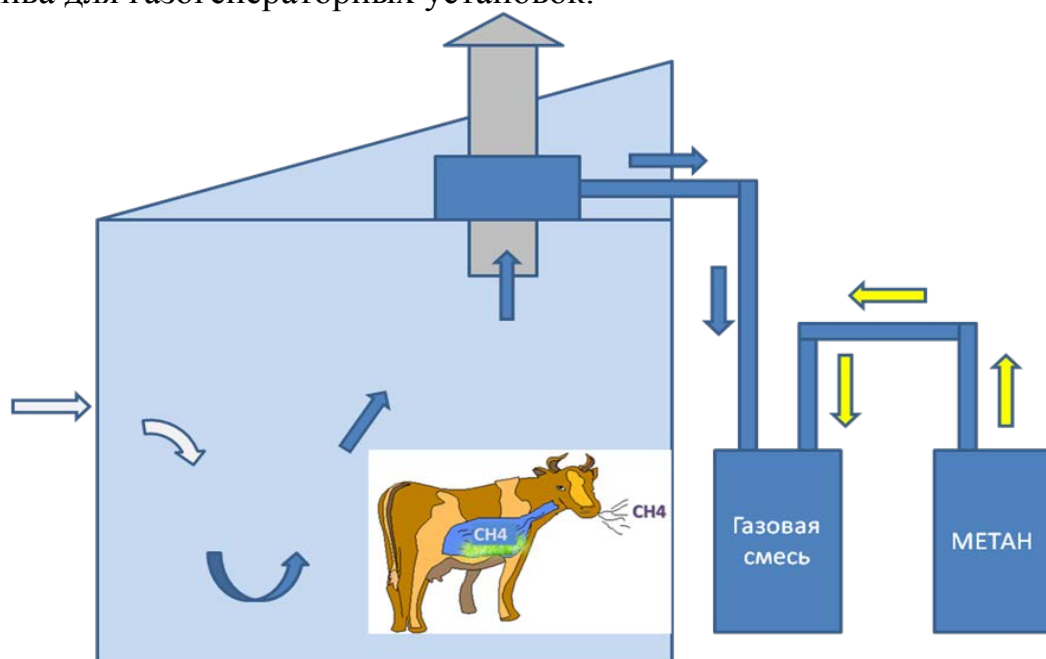


Рис. 2. Схема смешивания воздуха с метаном

Выше предложенные решения помогут снизить нагрузку на окружающую среду, с возможностью использовать в качестве альтернативного источника энергии метана с животноводческих комплексов. Оба варианта находятся на стадии разработки, об их перспективности будет сообщено после проведения исследований.

Список литературы

1. ГАЗ из коровы – как топливо для автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pressa.tv/kreativ/35818-gaz-iz-korovy-kak-toplivodlya-avtomobilya-7-foto.html>.
2. Шушков, Р.А. Проблемы надежности оборудования животноводческих комплексов / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов // Сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции посвященной 95-летию академии. Том 2. Инженерные науки. Вологда-Молочное, 2006. – С. 41-42.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА УБОРКЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Карелин Николай Владимирович, магистрант
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
 ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: использование зерноуборочного комбайна в качестве комплекса для уборки и послеуборочной обработки семян льна и льнотресты, экономически выгодно, так как позволяет сократить количество технологических операций при возделывании льна-долгунца. В статье предложены варианты использования зерноуборочных комбайнов и параметры настройки их рабочих органов для уборки льна-долгунца одновременно и на семена и на волокно.

Ключевые слова: лен-долгунец, семена, льнотреста, уборка, зерноуборочный комбайн, способ уборки, технология, обмолот

Лен-долгунец – основная прядильная культура на Северо-западе России. При его возделывании получают одновременно два ценных вида продукции – волокно и семена.

Главной особенностью уборки льна-долгунца, является разные сроки уборки льна на волокно и семена. Наибольший урожай и лучшее качество волокна получают в том случае, когда уборку льна начинают в фазе ранней желтой спелости. Семеноводческие посевы льна убирают позднее – в период желтой спелости, когда большинство семян приобретает коричневую окраску.

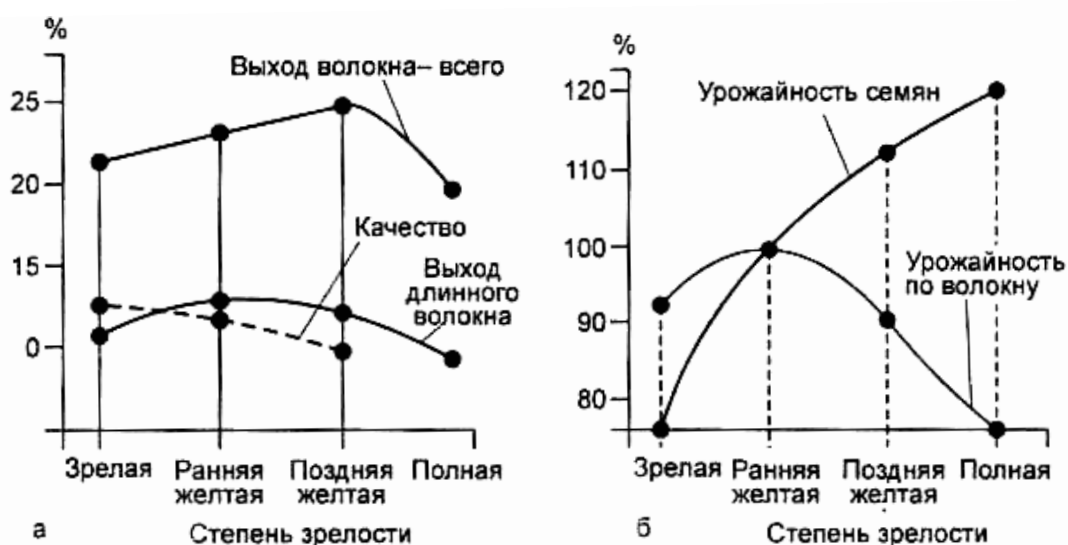


Рис. 1. Влияние сроков уборки: а) на выход и качество волокна, б) на урожайность волокна и семян

Перед хозяйствами, возделывающими лен-долгунец в Вологодской области, всегда стоит выбор: семена или волокно? Если начинать уборку в начале ранней желтой спелости качество волокна будет выше, однако 50% семян еще не созрели и есть риск потери их всхожести и массы, отодвигая срок теребления, дожидаясь, когда основное количество семян (70%) наберет соответствующую массу и приобретет желтую окраску, можно потерять качество льноволокна.

Уборка и послеуборочная обработка семян льна и льнотресты включает в себя большое количество операций, что существенно влияет на себестоимость конечной продукции.

Большой практический интерес представляют те способы уборки лент сухой льнотресты, которые не усложняют технологический процесс и сокращают количество операций, с сохранением льносемян и качества льноволокна в стеблях. К их числу относится уборка льнотресты отдельным способом при помощи зерноуборочного комбайна.

Уборку осуществляют обычными зерноуборочными комбайнами, которые применяются на зерновых культурах. При прохождении льнотресты с коробочками через молотилку комбайна, будет выделяться льноворох (льняное семя, костра, крупные и мелкие примеси). На очистке комбайна частично от примесей будет отделяться льносемя.

Применение зерноуборочного комбайна в качестве комплекса для уборки и послеуборочной доработки семян льна и льнотресты, может оказаться крайне актуально и экономически выгодно, так как позволяет решить две задачи льноводства – сократить количество технологических операций и сохранить качество льносемян и льноволокна. Однако в настоящее время использование зерноуборочного комбайна в режиме обмолота семенных коробочек и льнотресты мало исследовано.

Технология уборки льна-долгунца на семена зерноуборочными комбайнами используется в сельхозпредприятиях Вологодской области при уборке короткостебельного льна-долгунца. Однако данный способ не дает возможности полностью убрать выращенный урожай, стебли растений остаются на поле, а известно, что даже короткостебельную солому льна-долгунца можно использовать как сырье для производства волокна, пакли, ниток, шпагата и тонкой бумаги высокого качества.

Нами рассматривается возможность уборки льна-долгунца зерноуборочным комбайном, как на семена, так и на волокно. Молотильно-сепарирующее устройство комбайна, будет использоваться не только по прямому назначению для выделения семенных коробочек и семян льна, но и для отделения из льнотресты части костры. По нашей гипотезе МСУ комбайна может частично выполнять одну из операций (мятье) послеуборочной обработки льнотресты.

Для условий Вологодской области мы предлагаем следующие способы обмолота льна-долгунца зерноуборочными комбайнами: отдельным

способом в фазе желтой спелости или прямым комбайнированием в фазе полной спелости.

Лён скашивается труднее, чем колосовые, поэтому к режущему аппарату жаток предъявляются повышенные требования: он не должен иметь выщербленных и изношенных сегментов ножа и вкладышей пальцев; тщательно должны быть отрегулированы ход ножа и зазоры. Необходимо применять усиленные гладкие сегменты.

Для обеспечения нормальной работы режущего аппарата жатки при уборке льна прямым комбайнированием, в передней части ножи сегментов должны прилегать к вкладышам (зазор не более 0,1 мм), а в задней части – иметь зазор не более 0,5 мм.

При уборке льна прямым комбайнированием зерноуборочными комбайнами нижняя часть стеблей, в которой находится значительное количество волокна, остается на поле в виде стерни (рис. 2), так как при использовании комбайновых жаток минимальная высота среза составляет 10 см. При этом средняя высота стерни составляет 15 см.



Рис. 2. Стерня льна-долгунца после скашивания

Это приводит к потерям продукции соломы, содержащей 13,6 – 16,2% волокна. Установлено, что при урожайности соломы 40 ц/га потери в остатках стерни составляют для соломы – 11,2 ц/га, тресты – 9,0 ц/га, волокна – 1,1 ц/га.

Массовую уборку льна комбайнами надо проводить в фазе желтой спелости в сжатые сроки (не более 6-8 дней). В фазе желтой спелости у льна-долгунца созревают около 75 % коробочек. Влажность семян в этот период составляет 10-12 %, коробочек – 15-20%, стеблей – более 50 %. Стебли с такой влажностью при прямом комбайнировании плохо срезаются и наматываются на вращающиеся части комбайна. Также при прямом комбайнировании возможны потери урожая вследствие плохого вымолота незрелых коробочек и возможного сгорания вороха на токах, поэтому лучше убирать лен раздельным способом.

При раздельном способе уборки лен в валки скашивают за 8-10 дней до наступления полной зрелости. Низкорослые и изреженные посевы следует скашивать в сдвоенные валки (с укладкой валок на валок). Это позволяет сократить потери семян и увеличить производительность комбайна при подборе и обмолоте валков.

Подбирают и обмолачивают валки не ранее чем через 6-8 дней после скашивания, когда влажность семян снизится до 12 % и когда просохнут валки. При обмолоте непросохших валков будут возникать большие потери семян от недомолота и наматывания стеблей на вращающиеся части комбайна. Снижение влажности семян ниже 8-10 % приведёт к увеличению их травмирования.

Перед работой тщательно проверяют герметизацию комбайнов и устраняют источники утечки семян, так как они теряются даже через незначительные не плотности. Лен-долгунец это культура с малыми плоскими семенами, которые легко поддаются обмолоту. Режим обмолота должен быть мягким для предотвращения чрезмерного измельчения семян и бие-ния соломы. Чрезмерно битая солома приводит к потерям семян на соломотрясе вследствие сложности сепарации через волокнистые битые стебли, потери могут достигать 10% и более. Показателем легкости режима обмо-лота является появление первых признаков недомолота, когда на 20-25 стеблях можно найти 1-2 не обмолоченные коробочки.

Возможные неисправности в работе молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна при уборке льна представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Возможные неисправности в работе молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна при уборке льна

Неисправность	Причина возникновения	Способ устранения
Неполное выделение семян из коробочек (недомолот)	Недостаточное воздействие молотильного аппарата на льняной ворох.	Увеличить частоту вращения молотильного барабана. Уменьшить зазоры между барабаном и подбарабаньем.
Повышенное механическое повреждение семян (дробление).	Повышенное воздействие молотильного аппарата на льняной ворох.	Уменьшить частоту вращения молотильного барабана. Увеличить зазоры между барабаном и подбарабаньем.
Увеличенные потери семян за соломотрясом.	Сильное измельчение льно-соломистой массы.	Уменьшить частоту вращения молотильного барабана. Увеличить зазоры между барабаном и подбарабаньем.
Повышенные потери полновесных семян с половой.	Чрезмерно большая толщина льновороха. Недостаточное сепарирующее действие очистки.	Снизить скорость движения комбайна. Увеличить скорость вращения вентилятора. Увеличить степень открытия жалюзи верхнего решета.

Для повышения качества очистки целесообразно нижнее жалюзийное решето в комбайне заменить решетом с продолговатыми отверстиями шириной 4 мм. При таком переоборудовании повышается чистота, снижается травмирование и сводятся до минимума недомолоты семян.

Ветрорешетная очистка комбайна настраивается с целью уменьшения выноса семян. Для этого необходимо уменьшить зазоры в верхнем и нижнем решетках, а также частоты вращения лопастей вентилятора.

При раздельном способе уборки частоту вращения молотильного барабана снижают до 700-800 мин⁻¹. Сухая масса льна хорошо обмолачивается, а комбайн работает в 3-4 раза производительнее, чем при применении однофазного способа уборки.

Список литературы

1. Кузнецов, Н.Н. Параметры и настройки рабочих органов зерноуборочных комбайнов на уборке льна-долгунца в условиях Вологодской области / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин, Ф.А. Киприянов, А.Н. Самсонов // Инновационные технологии и современные материалы: сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции. – Чебоксары: ЧГПУ, 2016. – С. 74-79.
2. Колчина, Л.М. Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца. Науч. аналит. обзор / Л.М. Колчина, М.М. Ковалев. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 152 с.

УДК 631.153

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА УСЛОВНЫХ ЭТАЛОННЫХ ТРАКТОРОВ

*Полетаев Анатолий Васильевич, магистрант
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** внедрение предлагаемого технологического решения позволит определить нормативную потребность хозяйства в условных эталонных тракторах. За нормативную потребность в тракторах принималось рассчитанное число тракторов, приходящихся на 1000 га площади пашни, обеспечивающих выполнение технологических операций и соблюдение сроков выполнения работ. В статье представлена программа математической модели и дано её описание.*

Ключевые слова: моделирование, транзакт, агросрок, технологическая операция, условный эталонный трактор, программа модели, прогон модели, пахотный агрегат

Методика любого исследования требует определения цели, объекта и предмета исследования, формулировки рабочей гипотезы, составления программы исследований [1].

К объекту исследования относится машинно-тракторный агрегат при выполнении технологической операции. Предметом исследования являются показатели, характеризующие необходимую потребность хозяйства в машинно-тракторных агрегатах.

Цель исследований включает в себя следующие пункты:

1) установить зависимость изменения необходимого количества машинно-тракторных агрегатов от их производительности и времени выполнения работы;

2) выявить изменения потребности в машинно-тракторных агрегатах в зависимости от агротехнических сроков выполнения работы;

3) определить необходимое количество машинно-тракторных агрегатов, а, соответственно, и количество условных эталонных тракторов, необходимых хозяйству.

Согласно рабочей гипотезе, предполагается, что внедрение предлагаемого технологического решения позволит определить количество условных эталонных тракторов, необходимых хозяйству в расчёте на 1000 гектаров пашни.

С этой целью в постановке задач моделирования, как правило, предусматривается необходимость оптимизации некоторых параметров моделируемой системы на основе результатов имитационных экспериментов, поэтому необходимо также определиться с факторами, определяющими развитие явления:

- средний интервал времени обработки одного гектара при вспашке основной площади поля;

- средний интервал времени вспашки одного гектара при вспашке поворотных полос и других не удобных участков площади поля;

- средний интервал времени обработки одного гектара в зависимости от агротехнических сроков выполнения работы.

Методика исследования включает определение необходимого количества машинно-тракторных агрегатов в зависимости от их производительности и времени выполнения работы.

Использование системы GPSS World (GPSS/PC) позволяет легко анализировать результаты моделирования, так как система выдает подробную статистику по всем устройствам и очередям, используемым в имитационной модели.

Исходный текст программы модели представлены на рис. 1.

```

10 * AGREGAT
20 OSNOVN FVARIABLE - $T_3$  # LOG((1+RN1)/1000)
30 DOPOLN FVARIABLE - $T_3$  # LOG((1+RN1)/1000)
40 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1, .104/.2, .222/.3, .355/.4, .509/.5, .69/.6, .915/.7, 1.2/.75, 1.38
.8, 1.6/.84, 1.83/.88, 2.12/.9, 2.3/.92, 2.52/.94, 2.81/.95, 2.99/.96, 3.2
.97, 3.5/.98, 3.9/.99, 4.6/.995, 5.3/.998, 6.2/.999, 7/.9998, 8
50 * 1 segment - vspashka
60 AGROSN STORAGE  $N_1$ 
70 AGRDOP STORAGE  $N_2$ 
80 GENERATE  $T_1$ , FN$XPDIS
90 TRANSFER 0.01, OSN, DOP
100 OSN QUEUE BBB
110 ENTER AGROSN
120 DEPART BBB
130 ADVANCE V$OSNOVN
140 LEAVE AGROSN
150 TRANSFER SUM
160 DOP QUEUE MMM
170 ENTER AGRDOP
180 DEPART MMM
190 ADVANCE V$DOPOLN
200 LEAVE AGRDOP
210 SUM TERMINATE 1
220 START 1000
230 END

```

Рис. 1. Исходный текст программы модели

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от производительности машинно-тракторных агрегатов (T_2 , T_3), от количества рабочих дней выполнения работы (T_1), может быть изменено количество занятых на выполнении работы условных эталонных тракторов (N_1 , N_2). Также применены следующие условные обозначения одноканальных устройств: AGROSN, AGRDOP, OSNOVN, DOPOLN – условные обозначения эталонных тракторов.

В данной модели в качестве транзакта принят один гектар площади пашни, а за единицу модельного времени принят интервал времени 1 секунда.

Для получения случайных величин интервалов поступления транзактов использованы непрерывная числовая функция XPDIS, заданная табличной зависимостью, содержащей 24 точки (C24). Интервал поступления транзактов определяется произведением среднего значения времени T_1 и вычисленного значения функции, полученный результат усекается отбрасыванием дробной части и используется в качестве случайного времени интервала поступления транзактов. При этом среднее значение T_1 должно быть достаточно большим (не менее 50).

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов использованы непрерывные числовые функции с показательным законом распределения.

Для получения случайных величин интервалов обслуживания транзактов действительные переменные определяются с помощью оператора определения FVARIABLE. Переменные имеют единственный СЧА (стандартный числовой атрибут) с названием V, значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего случайный интервал времени. Вычисление времени задержки транзакта на обслуживании определяется путем умножения значений T_2 и T_3 на соответствующее вычисленное значение функции.

Переменная с именем OSNOVN задает выражение для вычисления интервала времени со средним значением T_2 , вторая переменная с именем DOPOLN - для вычисления времени задержки со средним значением T_3 . Блоки ADVANCE содержат ссылки на соответствующие переменные.

Во всех случаях для генерирования случайных чисел использован встроенный генератор случайных чисел RN1.

За нормативную потребность в тракторах принималось рассчитанное число тракторов, приходящихся на 1000 га площади пашни, обеспечивающих выполнение технологических операций и снижение материальных и трудовых затрат при рациональной организации использования машин, соблюдение агротехнических требований и рациональных сроков выполнения работ.

Выполнить несколько прогонов модели, изменяя количество задействованных на пахоте агрегатов (значения (N_1, N_2)). Выходные параметры определяются после получения итогового отчета по каждому прогону модели.

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить модельное время начала и конца прогона, разность этих значений и будет временем вспашки 1000 гектаров. Найденные значения модельного времени перевести в часы и смены работы агрегата (определится агросрок выполнения технологической операции).

По данным полученных вариантов стандартных отчетов определить коэффициенты занятости тракторов. При выполнении работы рациональная загрузка трактора должна быть в пределах 95%. Одновременно с этим проверить, чтобы в очереди на обработку не накапливались транзакты-гектары.

Если число тракторов оптимально, то тогда транзакты-гектары не накапливаются в очереди на обработку и при этом загрузка тракторов будет близка к 95%. Это свидетельствует о том, что такого количества тракторов будет достаточно и все работы будут выполнены за количество дней в соответствии с продолжительностью запланированного периода работы (агросрока).

В случае если число тракторов меньше требуемого, то тогда транзакты-гектары будут накапливаться в очереди на обработку и при этом загрузка тракторов будет в пределах 99-100%. Это свидетельствует о том, что такого количества тракторов будет недостаточно для выполнения работы в агротехнически допустимые сроки.

Если число тракторов больше требуемого, то тогда транзакты-гектары не накапливаются в очереди на обработку, но при этом загрузка тракторов будет не полной (75 - 85%). Это свидетельствует о том, что такое количество тракторов с работой справится, но их загрузка будет не полной (лишние тракторы).

Из полученных вариантов стандартных отчётов выбрать наиболее приемлемый вариант и по нему определить необходимое количество тракторов.

Список литературы

1. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – Изд. 3-е, доп. М., «Колос», 1973. – 199 с.
2. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности: инструктивно-методическое издание. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 56 с.
3. Вершинин, В.Н. Совершенствование систем технической и производственной эксплуатации машин : учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное : Вологодская ГМХА, 2016. – 59 с.
4. Вершинин, В.Н. Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 56 с.
5. Вершинин, В.Н. Моделирование в технических системах: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2017. – 91 с.
6. Шушков, Р.А. Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин// Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4. – С. 29-30.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660010. Имитационная модель досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин; № 2014617810, заявлено 04.08.2014; бюл. № 10 (96) 2014, 20.10.2014.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014611542. Имитационная модель технологической линии пункта досушивания рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин; № 2013661489; заявл. 10.12.2013, бюл. № 2 (88) 2014, 20.02.2014.

9. Вершинин, В.Н. Разработка операционной технологии выполнения механизированных работ: учебно-методическое пособие / В.Н. Вершинин. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – 104 с.
10. Вершинин, В.Н. Эксплуатация МТП. Практикум / В.Н.Вершинин, В.Д. Лалуев – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 108 с.
11. Вершинин, В.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебно-методическое пособие / Вершинин, А.С. Михайлов. – Вологда-Молочное: ВГМХА, 2015. – 59 с.

УДК 631.2

МОДУЛЬ ДЛЯ АНАЭРОБНОГО ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

*Угрюмов Григорий Васильевич, магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в настоящее время, при существующих технологиях, объемы потерь овощей и фруктов в сфере хранения составляют до 40%. Основными причинами являются, во-первых, убыль массы в процессе дыхания, испарения и прорастания, с потерями воды и сухих веществ (10 до 35% общей убыли массы). Во-вторых, потери, связанные с болезнями; их объем трудно поддается прогнозам, но в случае массового распространения может достигать 100%. Серьезные последствия могут вызвать и механические повреждения (третья группа потерь), особенно на заключительном этапе хранения, когда в результате созревания происходит размягчение мякоти плодов и овощей и снижается их прочность.

Ключевые слова: хранение, регулируемая газовая среда, анаэробное хранение

Современные технологии хранения овощей можно разделить на две группы. К первой относятся достаточно изученные и апробированные на практике методы: хранение овощей с активным вентилированием и с обменной вентиляцией в специальной таре, а также использование регулируемой и модифицированной газовой среды, обработка химическими веществами (мета-бисульфит калия), многие из них требуют значительных материальных затрат и предназначены для крупных предприятий плодоовощной отрасли. Ко второй следует отнести менее распространенные методы – обработку бактериальными и биологически активными препаратами, ингибиторами этилена, озоном, использование специальных упаковок и сорбентов. При всем перечисленном разнообразии основными при этом остаются 2 типа хранилищ: бестарное (насыпное) хранение и тарное хранение.

Для снижения потерь была разработана технология анаэробного хранения.

Ранее технология включала в себя трехконтурный полипропиленовый рукав с возможностью создания регулируемой газовой среды внутри герметичного контура и системой охлаждения внешнего контура. Но в процессе постановки опытов и оптимизации процесса загрузки-выгрузки и монтажа хранилищ на основе технологии была разработана новая принципиальная схема модуля хранения.

Модуль состоит из ячеек, количество которых может вирироваться в зависимости от количества продукции.

Ячейка состоит из трех контуров, расположенных снаружи и внутри стального-деревянного каркаса. Первый представляет собой полиэтиленовый вкладыш высокой плотности толщиной 200-300 мкм, обеспечивающий сохранение нагнетаемой газовой среды для загружаемых овощей, второй контур – полипропиленовый вкладыш плотностью ткани 180-200 гр/м², обеспечивающий подвешенное состояние первого слоя, за счет полипропиленовых строп, третий контур состоит из термоизоляционного материала, полистирольный пенопласт или экструдированный пенополистирол, обеспечивает удержание температуры подаваемого хладагента, при этом корпус оснащен температурными датчиками и гофрированными перфорированными трубами ПВХ для доставки хладагента в пространство между вторым и третьим контуром.

Хладагент (воздух) подается от холодильного оборудования в блоки модуля по средствам гофрированных полипропиленовых труб, имеющих частичную перфорацию при пропускании внутри блока модуля между вторым и третьим слоем.

Благодаря обеспечению необходимой температуры хранения и пониженному содержанию кислорода в атмосфере блока модуля получается избежать активного дыхания корнеплодов и овощей и существенно снизить потерю массы, риск развития процессов гниения и появления заболеваний.

Это было доказано в процессе проведения опытов на 4 видах овощей и корнеплодов. В процессе опыта.

Внутренняя газовая среда состояла из 70% азота и 30% углекислого газа.

Экспериментальные исследования проводились в три этапа(10 октября по 9 января).

На первом этапе проводился замер массы закладываемых овощей. Овощи закладывались в полиэтиленовый пакет, изготовленный путем спайки. Насосом из пакетов был выкачен воздух и закачен продуктовый газ из баллона. После взвешивания пакеты закладывались в холодильник. На каждый интервал варьирования закладывалось 2 пакета. Один из которых содержал вспученный перлит для поддержания влажности воздуха и

исключения образования конденсата. В процессе охлаждения с равномерным снижением температуры на 1 °С в сутки для постепенного охлаждения овощей. Замер температуры проводился каждый день.

На втором этапе проводились замеры массы заложенного продукта для контроля естественной потери массы с потерей влаги в процессе дыхания овощей. Замеры проводились раз в 30 дней.

Третий этап проводился для определения итогов опыта. Производился контрольный замер массы хранимой продукции. Вскрывались пакеты для извлечения хранимого материала. По окончании выгрузки проводился визуальный осмотр на предмет гниения и заболеваний и контроль среза.

Для измерения параметров использовался электронный пирометр и безмен.

Потери массы в процессе хранения вследствие дыхания овощей и потери влаги составила 60-70% от потерь при традиционных видах хранения. Потерь по причине гниения плодов и поражения болезнями в процессе проведения опытов визуальным осмотром выявлено не было. Исследование среза овощей патологий так же не выявило, за исключением одного случая. Было отмечено, что при хранении капусты при температуре ниже -0,5 С⁰ происходит кристаллизация жидкости в наружном слое кочана.

Вследствие чего снижается потеря массы за счет испарения жидкости в процессе дыхания, однако при восстановлении нормальной температуры теряются вкусовые качества и товарный вид продукта. По итогу проведенных опытов была доказана эффективность технологии хранения в РГС при оптимальной температуре для овощей.

Для дальнейшего испытания был собрана опытная установка, имитирующая одну ячейку модуля.

Разработанная конструкция позволяет организовать долгосрочное хранение плодово-овощной продукции без затрат на дополнительное строительство и лишних энергозатрат и станет эффективным решением для логистических центров и небольших сельхозпредприятий.

Список литературы

1. Современные технологии хранения и переработки плодовоовощной продукции: науч. аналит. обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 172 с.
2. Магомедов, Р.К. Агробиологическое обоснование транспортирования и хранения овощей в газовой среде: дисс... докт. с.-х. наук / Р.К. Магомедов, 2005.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Скубак Антон Алексеевич. Устройство для разбрасывания соломы к зерноуборочному комбайну	3
Голубов Владислав Александрович. К решению задачи подготовки почвы рисовых полей к посеву в условиях Ростовской области.....	5
Турченик Екатерина Андреевна. Способы точного автоматического поддержания технологических параметров в универсальном инкубаторе.....	10
Рыдлева Ольга Юрьевна. Энергоэффективные здания и сооружения с использованием тепла земли.....	13
Рыхлик Антон Николаевич. Очистка моторного масла при обкатке двигателя.....	15
Вишникина Мария Алексеевна. Лабораторно-полевые исследования сеялки для посева мелкосеменных масличных культур.....	19
Карпуничев Алексей Владимирович, Абрамов Алексей Сергеевич. Методика получения удобрений для сельскохозяйственных культур путем переработки пищевых отходов.....	25
Акуличев Михаил Сергеевич. Способы и устройства подачи смесевых топлив в двигатель внутреннего сгорания	29
Бежаниян Николай Темурович. Установка для охлаждения молока при дойке	33
Шаблыкин Илья Николаевич. Разработка двигателя двойного действия	35
Медведева Светлана Владимировна. Устройства для запресовки гильз в блок цилиндров двигателя.....	37
Мартынов Павел Сергеевич, Коряковский Илья Андреевич. Исследования работы тракторного дизеля на смесевых топливах	41
Шайтанов Павел Сергеевич. Напольный козловой кран. Основные параметры и методика расчета основных элементов оснастки.....	45
Каратаев Георгий Сергеевич. Технологии возделывания картофеля в Московской области	50
Прискоков Дмитрий Владимирович. Потери урожая при уборке ячменя.....	55
Абрамов Алексей Сергеевич. Влияние сельскохозяйственной отрасли на загрязнения природных вод	59
Мелькумова Татьяна Владимировна. Влияние озона на сохранность резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники	62
Киселев Виталий Александрович. Проблемные вопросы защиты сельскохозяйственной техники от коррозии.....	67
Себко Анастасия Александровна. Искрогаситель с сетчатым искрогасящим элементом	71

Богуславский Алексей Казимирович. Изучение структуры и свойств алюминиевого вторичного сплава для производства дизельных поршней 75	
Абдуманнонов Бобомурод Абдусаломович, Гулямов Азизбек Маннобжон угли. Результаты исследования рабочих органов глубокорыхлящих машин при безотвальной обработке почвы	80
Менглибоев Ориф Тошмуродович. Обзор существующих альтернативных источников энергии возможных для применения в условиях Республики Таджикистан	83
Руденко Алексей Дмитриевич, Послед Ян Валерьевич. Особенности расчета шпренгельных балок и ферм	90
Ханков Александр Сергеевич. Индивидуальное дозирование кормов	95
Судакова Мария Сергеевна. Классификация операций по восстановлению залежных земель	99
Панкратова Ирина Сергеевна. Обзор конструктивных схем высевających аппаратов для посева семян мелкосеменных масличных культур	102
Чежин Иван Сергеевич, Сесин Павел Валентинович. Экспериментальная установка для проведения исследований экологических и эксплуатационных характеристик двигателя с искровым зажиганием при работе с подачей смеси воды и этанола	108
Хахлин Ярослав Александрович. Стабилизация нагрузочного режима трактора путем использования комбинированной энергоустановки	114
Чернов Виталий Владимирович. Определение необходимой мощности двигателя трактора по заданным условиям движения	119
Рыжков Сергей Александрович, Рыжков Дмитрий Александрович. Оценка надежности сельхозмашин с электромеханической силовой установкой в условиях эксплуатации	123
Гольбрайх Дмитрий Михайлович. Проблемы охраны труда при использовании перспективных электрифицированных сельхозмашин	128
Антонов Юрий Андреевич. Результаты моделирования работы молотковой дробилки на измельчении грубых кормов	131
Глуцевский Михаил Анатольевич. Исследование влияния параметров работы вентилятора на рабочий процесс молотковой дробилки	136
Новокишанов Федор Алексеевич. Проектирование универсального съемника форсунок common rail с гидроприводом	139
Тимофеев Александр Павлович. Исследование расхода топлива грузовых автомобилей автотранспортного предприятия	141
Алилуев Сергей Александрович. Повышение эффективности работы тракторов в СХПК Колхоз «Новленский»	147
Кондрашов Александр Сергеевич. Разработка биотехнической системы выращивания телят молочного периода под коровами-кормилицами	152
Шайтанов Павел Сергеевич. Обоснование выбора диаметра напорного трубопровода системы промывки автоматизированной доильной	

установки, при использовании модернизированного распылителя площадки промывки	158
Солдатов Евгений Николаевич. Обеспечение более равномерной загрузки доильной станции роботизированной фермы путём совершенствования схемы движения коров на дойку	166
Виноградова Юлия Николаевна. Исследование форм связи влаги в растительных материалах в процессе сушки	171
Шарыпов Андрей Николаевич. Исследование отдачи влаги в процессе сушки растительного сырья	174
Васильев Евгений Анатольевич, Пахолков Сергей Васильевич. Система питания дизеля для работы на растительном масле с подачей воды на впуске	177
Шарыпов Андрей Николаевич, Каменев Александр Алексеевич. Исследование качества бензинов реализуемых в г. Вологда по некоторым показателям.....	183
Каменев Александр Алексеевич, Шарыпов Андрей Николаевич. Исследование простейшими методами качества бензинов реализуемых в г. Вологда.....	187
Ерофеева Камилла Андреевна. Совершенствование конструкции универсального фланцевого центросместителя.....	192
Лисина Екатерина Сергеевна. Использование теплоты двигателя зерноуборочного комбайна для предварительной сушки зерна	195
Пахолков Сергей Васильевич, Васильев Евгений Анатольевич. Перспективы использования растительных масел в качестве топлива для ДВС с подачей воды на впуске	199
Осьминин Евгений Дмитриевич. К вопросу расчета гранулятора для субстрата	206
Барабанов Алексей Владимирович. Ножевые роторы, работающие по принципу диаметральных вентиляторов	209
Барабанов Алексей Владимирович. Проектирование ножевых роторов	214
Бушманов Александр Петрович. Роль погодно-климатического фактора в производстве льна-долгунца (на примере Вологодской области	218
Романов Александр Сергеевич. Обзор способов восстановления ресурса сопряжений деталей.....	221
Тоджидинов Бахриддин Шаймардонкулович. Утилизация метана на животноводческих комплексах.....	225
Карелин Николай Владимирович. Применение зерноуборочных комбайнов на уборке льна-долгунца в условиях Вологодской области ...	228
Полетаев Анатолий Васильевич. Применение имитационного моделирования для определения необходимого количества условных эталонных тракторов.....	232
Угрюмов Григорий Васильевич. Модуль для анаэробного хранения картофеля	237

Научное издание

**Молодые исследователи
агропромышленного и лесного
комплексов – регионам**

Том 2. Часть 1. Технические науки

*Сборник научных трудов по результатам работы
III международной молодежной научно-практической конференции*

Ответственный за выпуск В.В. Суров

Подписано в печать 06.06.2018 г.

Объем 15,2 усл. печ. л.

Заказ № 140 -Р

Формат 60/90 1/16

Тираж 50 экз.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-265-0

