

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



БГСХА-
ИТФ

КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ МАШИН

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

БРЯНСК 2013

УДК 631.145.372.621.3
ББК 40.72
К 64

Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: Сборник научных работ. – Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2013. – 224 с.

Сборник содержит результаты научных исследований ученых Брянской ГСХА, ВУЗов РФ и Республики Беларусь. В представленных работах рассматриваются вопросы: создания и рационального использования с.-х. техники; по разработке технологий восстановления деталей, повышающих долговечность с.-х. техники и безопасности в технике.

Редакционный совет:

к.т.н. ТЮРЕВА А.А. (гл. научный редактор),

к.т.н. КОЗАРЕЗ И.В. (отв. за выпуск)

ISBN 5-88517-082-7

© Коллектив авторов, 2013

© Брянская ГСХА, 2013

ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА

УДК 633.1:631.562:664

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ЕГО ДОРАБОТКЕ

К.т.н. Варывдин В.В., к.т.н. Романеев Н.А., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Воздействие рабочих органов при очистке зерна приводит к потере всхожести, снижению качества, травмированию зерна при транспортировании норией с металлическими ковшами. Самым приемлемым предложением может стать переход на применение полимерных материалов нового поколения с высокими физико-механическими свойствами для деталей норий.

Важнейшим критерием эффективной работы технологических линий по обработке, хранению и переработке зерна является улучшение его качества до уровня показателей, нормируемых государственными стандартами на партии различного целевого назначения, а также стабильность качества при транспортировке и хранении зерновых масс, подготовленных для переработки или продажи. Государственными стандартами на зерно продовольственного назначения содержание сорной и зерновой примесей (битые, давленные, и др.), а для отдельных культур (например, риса) и трещиноватых зерен, строго нормируется на определенном уровне. Увеличение этих фракций свидетельствует о травмировании зерна, что не обеспечивает надежной сохранности зерновых масс; снижает выход и ухудшает качество выпускаемой продукции.

В литературных источниках достаточно часто встречаются сведения [1, 2, 3, 4] о снижении качества послеуборочной доработки сырья. Технология обеспечения сохранности зерна включает очистку, сушку, размещение в емкостях временного хранения (для формирования партий определенного качества и состояний по влажности, засоренности), а также закладку подготовленных к реализации партий на хранение в емкости на более длительный срок. Причем при интенсивном воздействии рабочих органов при очистке зерна от сорных примесей, сортировке, сушке теряется не только

всхожесть семенного материала (наиболее ранимая компонента), но ухудшается стойкость от различных заболеваний, снижается его качество [1, 5].

Рассмотрение простейшей схемы движения зерна при его обработке и хранении, свидетельствует о том, что такое многократное воздействие имеет место в башмаке и головке каждой норией при загрузке и разгрузке зерна ковшами (скорость зернового потока 2,5 м/с, количество соударений 3-5 раз), при заполнении зерном накопительных емкостей и силосов (скорость потока 8...10 м/с, высота падения достигает 30 м), а также при загрузке зерна в вагоны (скорость потока около 10 м/с, количество соударений до 30 раз) [6].

Результаты исследований [5] выявили значительное травмирование зерна разных культур при транспортировании партий норией 100 т/ч с металлическими ковшами (таблица 1). Так содержание битых зерен (зерновая примесь) в % увеличивается в сравнении с исходным материалом после прохода норией для ржи и овса соответственно с 1,3...0,27 до 3,33...0,47, т.е. в 1,6...2,6 раза (для ячменя - некоторые средние значения).

Таблица 1 - Травмирование зерна при транспортировании норией производительностью 100 т/ч

Культура, влажность	Содержание травмированных зерен, %					
	Битые (зерновая примесь)			Проход сита 1 мм (сорная примесь)		
	в исх. зерне	после нории	увеличение, раз	в исх. зерне	после нории	увеличение, раз
Рожь, W = 13,6 %	1,30	3,33	2,6	0,01	0,43	43,0
Ячмень, W = 13,0 %	0,90	1,73	1,9	0,02	0,30	15,0
Овес, W = 13,0 %	0,27	0,43	1,6	0,01	0,25	25,0

Содержание зерен с поврежденной оболочкой зависит от числа пропусков зерна через технологическое и транспортное оборудование. При за-

кладке подготовленного зерна на хранение содержание зерен с поврежденной плодовой оболочкой в партиях пшеницы колебалось от 15 до 95 %, а у ржи – от 60 до 100 %. Особенно опасно повреждение тканей зародыша. Наличие в зародыше высокого содержания жира и белков определяет возможность быстрого развития плесеней хранения, а это в свою очередь может создать потенциальную угрозу приобретения зерном токсичности и снижения технологических и товарных свойств продукции.

Таким образом, на всех этапах движения груженого ковша от зачерпывания до разгрузки возникает возможность взаимодействия единичных зерен с деталями норрии. Суммарно таких воздействий происходит достаточно много, чтобы ухудшить качество транспортируемого зерна. Например, как было показано выше, когда в технологической цепочке имело место несколько перегрузок, больших (по длине или высоте) перемещений [1, 2]. В технологической цепи предусматривается многократный подъем зерна норриями, перемещение по самотекам и цепными конвейерами. Так, например, общая длина самотечных коммуникаций элеватора ЛС-4×175 составляет более 1000 м. Данный процесс неизбежно сопровождается многократно ударно-истирающими воздействиями на зерновой поток рабочих поверхностей транспортного и технологического оборудования, что приводит к травмированию зерна, делает его более доступным к воздействию микроорганизмов и вредителей хлебных запасов, способствуя развитию нежелательных процессов (самосогревание, плесневение и т.д.).

На зерноочистке и молотильно-сепарирующих устройствах обеспечение «мягких» режимов работы может быть достигнуто, например, разработкой соответствующих рабочих органов [4], а для деталей норрии, самым приемлемым предложением может стать переход на применение полимерных материалов.

За рубежом и отечественной промышленностью за последние десятилетия на смену металлу (или в комплексе с ним) созданы полимеры но-

вого поколения с высокими показателями износостойкости, долговечности и экономичности, требуемой упругости, эластичности и твердости по отношению к зерну. Применение полимеров в транспортном и технологическом оборудовании направлено на снижение травмирования зерна, улучшение экологических условий производства и окружающей среды и снижение взрывоопасности на предприятиях элеваторно - складского хозяйства [5]. Сила трения, возникающая при движении зерна относительно стальной поверхности, имеет большую величину по сравнению с силой трения при движении зерна относительно полимерной поверхности, т.к. коэффициент трения зерна по стали в 1,5-2,0 раза выше коэффициента трения по полимерным материалам. Соотношение коэффициентов трения пшеницы влажностью 11,6 % по различным поверхностям относительно стальной составляет для: фторопласта – 0,50; полиуретана – 0,72; капрона – 0,81; полиэтилена – 0,81; резины – 1,15.

Проведенные исследования и длительная эксплуатация в производственных условиях показали, что полимерные ковши обладают требуемой жесткостью (при ударе не теряют своей формы), коррозионной стойкостью, что увеличивает срок их службы в 2-3 раза. При транспортировке полимерными ковшами зерно и семена практически не травмируются, за счет чего возможно увеличение выхода высококлассных семян; снижается концентрация пыли в производственных помещениях.

Вследствие уменьшения массы полимерного ковша в 2-3 раза снижается механическая нагрузка на норийную ленту и привод нории, в результате чего экономия энергии составляет 15-20 % и увеличивается срок службы. Полимерные ковши электростатически, искробезопасны и бесшумны в работе.

В настоящее время изделия с использованием отечественных полимерных материалов «АГРОПОЛИМЕР» нового поколения применяются на элеваторах и хлебоприемных предприятиях, мукомольных, комбикормо-

вых заводах, хлебозаводах, птицефабриках, предприятиях пивоводства. К их числу относятся такие крупные предприятия, как: «Мелькомбинат №3», (г. Москва), «Новосибирский мелькомбинат №1», ОАО «Вязьмазернопродукт», ОАО «Хлебопродукт-2» (г. Оренбург), ОАО «Ярославский мукомольный завод №1», ОАО «Комбинат пивобезалкогольных напитков «Шихан» (г. Стерлитамак), ОАО «МЕЛЬКРУКК» (г. Брянск).

Использование современных полимерных материалов в транспортном и технологическом оборудовании может существенно повлиять на снижение травмирования зерна, улучшение экологических условий производства и окружающей среды, а также на снижение взрывоопасности на предприятиях по очистке и сортировке зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новая технологическая система послеуборочной обработки семян подсолнечника /В.Д. Шафоров, Е.А. Перетягин //Тракторы и с/х. 2008, № 7.
2. Снижение травмирования зерна при уборке и послеуборочной обработке – Воронеж: Воронежская ГСХА. 2003.
3. Новое в послеуборочной обработке зерна и подготовке семян /В.Н. Анискин //Техника и оборудование для села. 1999, № 6.
4. Обоснование рабочих органов молотильно - сепарирующего устройства комбайна для зернобобовых культур /С.А. Родимцев //Автореферат дисс. канд. тех. н. М. 2001.
5. Повышение качества и обеспечение сохранности зерна при обработке и хранении путем применения полимерных материалов в оборудовании, силосах и бункерах /М.М. Тухватуллин // Сайт 2012г., www.agropolimer.ru/
6. Инновационные методы в проектировании башни нории в целях повышения надёжности изделия /В.В. Варывдин, Н.А. Романев //Отчёт по НИР № 04. Брянская ГСХА. 2012.

УДК 631.363

ВЕНТИЛЯЦИОННО-ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПАНЕЛИ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аспирант Шкуратов Г.В., д.т.н. Купреенко А.И., ФГБОУ «Брянская ГСХА»

Рассмотрены недостатки существующих систем естественной вентиляции и предложена система естественной вентиляции животноводческих помещений на базе вентиляционно-отопительной панели.

Исследованиями установлено, что продуктивность молочных коров на 70 % определяется условиями окружающей среды и лишь на 30 % гене-

тическими признаками [1]. Следовательно, изменением состава и свойств окружающей среды можно определенным образом влиять на организм животного, направленно трансформировать его, добиваясь появления желательных условных рефлексов, способствующих как сохранению здоровья, устойчивости к заболеваниям, так и проявлению высокой продуктивности.

Проблема создания и поддержания параметров микроклимата далека от своего разрешения. Конечно, с помощью искусственного побуждения воздуха при использовании вентиляторов и теплообменников (кондиционирование), распределенной системы воздуховодов, многофункциональных автоматических устройств и т. п. можно достичь требуемых параметров микроклимата, но возникает закономерный вопрос экономической эффективности такой вентиляционной системы. Расчеты и практика эксплуатации коровников в условиях Сибири показывают, что в этом случае в зимний период до 30 процентов удоя (в денежном выражении) необходимо отдавать на поддержание микроклимата в помещении [2]. Это вряд ли приемлемо для производителей, и решение проблемы следует искать в первую очередь в эффективности использования вентиляции с естественным побуждением воздуха.

Проблема усугубляется в бетонных животноводческих помещениях большой вместимости, характерных для мегаферм. Например, в Алтайской крае построено и строится ряд коровников на 500, 600 и 800 голов с беспривязной технологией содержания и оборудованием фирмы DeLaval. Ширина таких коровников составляет 36 и 48 м. Предусмотренные в проектах системы вентиляции через пластиковые окна в продольных стенах и световые фонари, установленные по коньку крыши здания, обеспечивают требуемый температурно-влажностный и газовый режим только в узком диапазоне температур наружного воздуха. В зимний период при снижении температуры до $-6...8^{\circ}\text{C}$ они оказались практически неработоспособными. В проемах со стороны притока воздуха происходит обледенение вентиляционных элементов и устройств связного управления, что ведет не только

к отклонению параметров микроклимата, но и к поломке вентиляционных и регулирующих устройств. При нарушении заданного режима работы систему вентиляции полностью закрывают, при этом плиты перекрытий и стены помещения насыщаются влагой и теряют термическое сопротивление, что ведет к их обледенению в период очень низких температур наружного воздуха (-30°C и ниже). Микроклимат в помещении далек от оптимального, т. е. содержание аммиака в 4 раза превышает предельно допустимые нормы, относительная влажность составляет 100 % при температуре воздуха в помещении $0...3^{\circ}\text{C}$ [2].

При этом не только страдают животные, но и быстро разрушаются строительные конструкции. Все эти проблемы усугубляются большой шириной коровника, который в центральной части не проветривается. В сильные морозы в коровнике стоит туман, который конденсируется на потолке, стенах, стойловом оборудовании.

Высокая температура и влажность тоже оказывают негативное воздействие на состояние животного, а также способствуют распространению болезнетворных бактерий, что достаточно часто приводит к повышению заболеваемости у животных и снижению качества молока. В летнее время при повышении температуры воздуха в коровнике свыше плюс 22°C коровы начинают проявлять признаки теплового стресса, а продуктивность может падать и при повышении температуры до 20°C .

В связи с этим представляют интерес данные о пределах номинальных температур воздушной среды по стандартам США (ASHRAE, ASAE), которые для различных групп животных различной продуктивности дают значения:

– нижней критической температуры (нижний предел термонеutralной зоны), более низкая температура окружающей среды приводит к гипотермии, увеличиваются влаговыделения, уменьшается потребление корма (для дойных коров -27°C , для откормочного молодняка КРС -35°C);

– диапазона температур оптимальной технологии, соответствует максимуму привесов, эффективности, репродукции и др. (для дойных коров 5...15° С, для откормочного молодняка КРС 8...15° С).

В связи с энергосбережением большой интерес представляет холодное содержание коров, хотя оно и противоречит нормам технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота (НТП 1-99), в соответствии с которыми расчётная температура воздуха в помещении должна быть в зимний период 10⁰ С, относительная влажность 40...75 %. В летний период температура воздуха в помещении должна быть не более чем на 5° С выше расчётной температуры наружного воздуха, принятой для расчёта.

Основу коровника холодного содержания составляет хорошая вентиляция. В современном коровнике беспривязного содержания объем воздуха зимой должен меняться до 4...6 раз в час. Летом необходимо дополнительно обеспечить отдачу тепла животных, поэтому объем воздуха должен меняться до 60...100 раз в час [2]. В холодный период года подача наружного приточного воздуха должна быть не менее 17 м³/ч на 1 ц массы животных взрослого скота и молодняка, 20 м³/ч – для телят. Она крайне необходима, так как многие заболевания коров связаны с поражением дыхательных путей. Свежий воздух плодотворно влияет на здоровье животных - увеличиваются удои, улучшается качество мяса. Но при этом, важно не допустить сквозняков (0,5...1 м/с) [1].

Эти требования обуславливают конструкцию коровника. Он представляет собой здание с системой проветривания, которая может состоять из белых прозрачных тканевых штор, пропускающих до 80...90 % дневного света, сплошных подъёмных панелей, вытяжных шахт или световентиляционного конька. Световентиляционный конек на данный момент наиболее распространенный способ улучшить систему вентиляции коровника.

Выбор системы вентиляции в коровнике и ее расчет задача не простая, она зависит от ряда факторов: размеров коровника, высоты потолка,

средних температур лета и зимы, преобладающих направлений и силы ветра. Если не учесть один из факторов, то система вентиляции коровника либо не будет обеспечивать требуемый микроклимат, либо будет обеспечивать его нерационально (путем больших издержек).

Одним из вариантов обеспечения естественной вентиляции в животноводческом помещении являются шторы: скручивающиеся и складывающиеся. Последние технически просты, однако применяются значительно реже, так как тент при складывании переносит большие нагрузки и образующиеся складки являются привлекательным местом для грызунов. Для зимних условий лучше подходят двойные (двухслойные) или надувные шторы. При использовании штор обязательно наличие цоколя у помещения. Цоколь стены в летнее время не должен служить барьером для вентиляции. Высота основной стены должна при этом составлять половину высоты бокса, чтобы лежащая корова могла получать свежий воздух. Цоколь высотой 40...60 см защищает подстилку на ферме и сдерживает зимой натиск снега. Летний вариант шторы, как правило, представляет собой сетку, которая препятствует залету птиц. Второй слой это плотная штора в различных вариантах исполнения и с разными коэффициентами проникновения света и ветра.

Недостатками рассмотренных выше систем естественной вентиляции является невозможность защиты помещений от проникновения насекомых, попадания пыли при открытых шторах, в зимнее время отсутствие подогрева приточного воздуха. Отсутствие обогрева приводит к тому, что животные затрачивают больше энергии на собственный обогрев, соответственно снижается их продуктивность и биоконверсия корма. Кроме того, из-за низких температур и высокой влажности воздуха образуется конденсат на ограждениях здания, оборудовании, что сокращает срок их службы. В сильные морозы возможно замерзание системы поения животных, а так же примерзание новоуборочных транспортёров в навозных каналах, а это чревато накоплением вредных газов неблагоприятно влияющих на состояние животных и людей.

В это же время существует внешний, возобновляемый источник энергии солнце. Эту энергию можно эффективно использовать посредством устройства гелиоактивных стен помещений [3], основным элементом которых является вентиляционно-отопительная панель (рисунок 1).

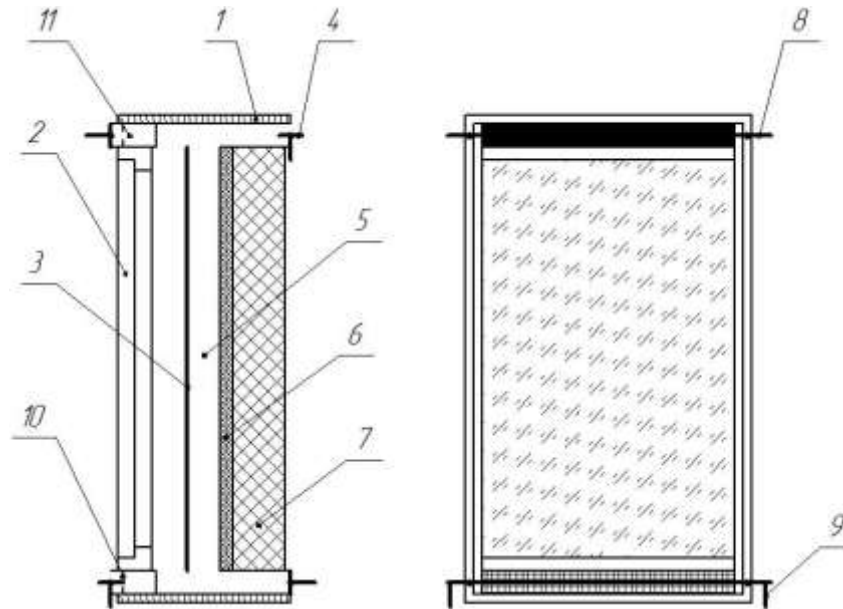


Рисунок 1 – Вентиляционно-отопительная панель

Вентиляционно-отопительная панель представляет собой воздушный гелиоколлектор, который может иметь различные конструкционные особенности и работать в замкнутом и открытом режимах. Панель состоит из рамы 1, выполненной из материала с низкой теплопроводностью, например - дерева, двойного остекления или стеклопакета 2, экрана 3 - листа железа или плоского шифера черной, желательной, матовой окраски, внизу и вверху экран установлен с зазором 50 мм между ним и рамой для прохода воздуха. В верхней и нижней части панели смонтированы щели 11. Так же щели имеются в стене здания. Щели обеспечивают сообщение полости 5 внутри панели либо с наружным пространством, либо с помещением. В щели имеется поворотная заслонка 4, приводимая в движение рычагом 9. Заслонка позволяет регулировать расход воздуха через панель. Положение заслонок обеспечивает 3 режима работы: 1 – вентиляция с отоплением; 2 - вентиляция с удалением избыточного тепла и влаги; 3 – замкнутый режим.

Задняя теплоизолирующая стенка 6 панели примыкает к стене здания 7. Сетка 10 защищает от попадания насекомых и вредителей.

При работе панели в режиме отопления и вентиляции дополнительное количество теплоты позволит обеспечить более высокую температуру в помещении, что в конечном итоге обеспечит лучшее использование энергии кормов животными, снижение влажности воздуха помещения и т.д. При этом за счёт смены направления движения воздуха в полости панели и силы земного притяжения часть пыли, попадающей из наружного пространства, оседает в панели. При работе панели в режиме вентиляции помещения улучшится тяга за счет увеличения скорости движения воздуха в ней, удаляемого наружу в атмосферу.

Таким образом, использование вентиляционно-отопительных панелей позволит улучшить характеристики системы естественной вентиляции животноводческих помещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Установки для создания микроклимата на животноводческих фермах/ Д. Н. Мурусидзе, А.М. Зайцев, Н. А. Степанова и др. Изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: Колос, 1979. – 327 с., ил.
2. Федоренко И. Я., Садов В.В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 304с: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Турулов В.А. Теплоэнергетические основы проектирования гелиоактивных стен./Энергосбережение, № 1, 2007. – с. 82-87.

УДК 633.1:631.563.2

БАРАБАННАЯ ГЕЛИОСУШИЛКА С РЕЗЕРВНЫМИ СИСТЕМАМИ ПОДОГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ

*Аспирант Ченин А.Н., д.т.н. Купреенко А.И.,
ФГБОУ ВПО»Брянская ГСХА»*

Предложена конструкция барабанной гелиосушилки с резервными системами подогрева и вентиляции, обеспечивающих ее работу в неблагоприятных погодных условиях.

Для снижения энергозатрат при сушке зерна предложена барабанная гелиосушилка, хорошо зарекомендовавшая себя при работе в благоприят-

ных погодных условиях [1]. Для обеспечения надежной работы гелиосушилки в условиях переменной облачности, пасмурной погоды и других неблагоприятных факторов предлагается оборудовать барабанную гелиосушилку системами дополнительного подогрева сушильного агента и активной вентиляции (рисунок 1).

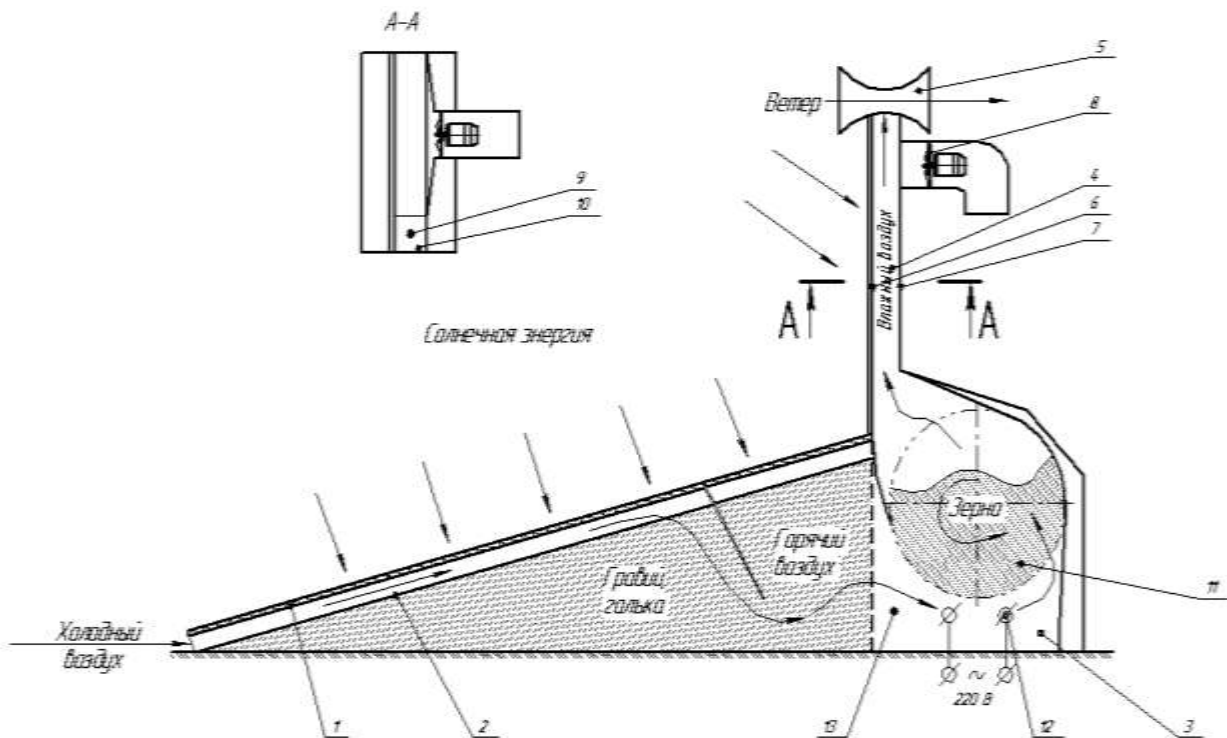


Рисунок 1 – Схема гелиосушилки (вид сбоку)

Резервная система подогрева устанавливается в сушильной камере в подбарабанной области, что обеспечивает дополнительный подогрев сушильного агента, и представляет собой трубчатый электронагреватель установленной мощности. Сигналом для включения системы является понижение температуры сушильного агента на выходе из горизонтального коллектора до заданной.

Резервная система вентиляции установлена на выходе из вытяжной трубы и позволяет увеличить расход сушильного агента и, тем самым, повысить производительность за счет удаления избытка влажного воздуха из сушильной камеры.

Для повышения производительности гелиосушилки при неблагоприятных погодных условиях на основе анализа конструкций и характеристик различных вентиляторов, был выбран осевой вентилятор, как наиболее удовлетворяющий требованиям. Осевой вентилятор 8 (рисунок 1) установлен на входе из вытяжной трубы и предназначен для принудительного удаления влажного воздуха из сушильной камеры и приводится в действие электродвигателем автоматически при срабатывании датчика скорости воздуха 9, размещенного в канале контроля скорости движения воздуха 10. Под барабаном установлен трубчатый электрический нагреватель 14 который включается автоматически датчиком температуры 15 и предназначен для дополнительного подогрева сушильного агента при неблагоприятных погодных условиях.

Таким образом, при неблагоприятных погодных условиях скорость воздушного потока в вытяжной трубе уменьшается, и, когда она становится ниже установленной, в канале контроля скорости вытяжной трубы срабатывает датчик скорости потока воздуха, и включается резервная система вентиляции, которая увеличивает расход сушильного агента, что способствует удалению увлажненного воздуха из сушильной камеры.

Когда температура сушильного агента на выходе из горизонтального коллектора опускается ниже установленной, срабатывает датчик температуры и включается система резервного подогрева сушильного агента.

Гелиосушилка проста в обслуживании и эксплуатации, ее использование и изготовление не требует больших капитальных вложений и может быть применена в с.-х. предприятиях различных форм собственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2105942, кл. F26B3/28. Гелиосушилка / Адамович А.Б.; Байдаков С.Г.; Косов А.В.; Костылев А.М.; опубл. 27.02.1998

ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ШТАНГИ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

*К.т.н. Подшиваленко И.Л. УО «Белорусская ГСХА», к.т.н. Кузюр В.М.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Приведена методика определения сменной производительности и прямых удельных издержек штанговых машин для внесения жидких органических удобрений. Обоснована рабочая ширина захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений.

Перспективным направлением усовершенствования машин для поверхностного внесения ЖОУ – являются машины со штанговыми распределяющими системами [1; 2; 3], которые имеют постоянную ширину захвата и вносят удобрения без разбрызгивания непосредственно на поверхность поля. Такие машины представляют интерес для отечественного машиностроения и в данный момент разрабатываются.

С целью унификации за базу взята серийная машина МЖТ-6 производства ОАО «Бобруйскагромаш». Машина состоит из цистерны 1 (рисунок 1), центробежного насоса 2, всасывающего 3 и нагнетательного 4 трубопроводов, регулируемой задвижки 5, делительной головки 6 с распределительным ротором, складной штанги 9, выливных шлангов-понижителей длинных 7 и коротких 10.

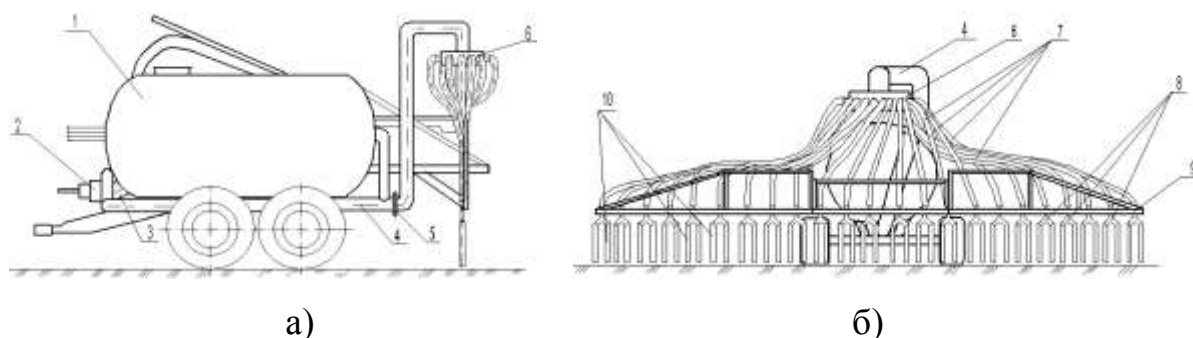


Рисунок 1 - Схема штанговой машины для внесения жидких органических удобрений: а) вид сбоку; б) вид сзади в рабочем положении

Важным параметром, от которого зависят технико-эксплуатационные параметры штанговой машины – является рабочая ширина захвата штанги.

В настоящее время методики для определения рациональной ширины захвата штанговых машин для внесения удобрений не существует. В тоже время решить задачу по определению ширины захвата штанги машины для внесения удобрений можно, зная класс трактора с известными энергетическими и другими характеристиками, и, кроме того, известным размером емкости сельскохозяйственной машины, используя в качестве критерия производительность [4].

Сменная производительность (га/смену) определяется по формуле:

$$W_{см} = 0,36N_e \eta_T T \tau / K, \quad (1)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; K – удельное сопротивление агрегата, кН/м; η_T – тяговый к.п.д. трактора; T – продолжительность смены, ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Если подставить в формулу (1) соответствующие параметры, учитывая, что агрегат для внесения удобрений двигается челночным способом с петлевым грушевидным разворотом, то после сокращений получим:

$$W_{см} = \left[\frac{0,36BT[N_e \eta_{мг} (1 - \delta_b) - \frac{N_{вoм}}{\eta_{вoм}} - \frac{M_{тр} g f_1 Q_n \rho_n}{0,36B\theta}]}{(M_u g + M_z g + m_{1b} g B)((1 - \lambda_\theta) f_1 + \lambda_\theta f_2) + \frac{0,377B\theta N_{вoм} \eta_{мг} (1 - \delta_b)}{Q_n \rho_n \eta_{вoм}}} \right] \times \left[\frac{T - T_n - T_\phi - T_{неp}}{T} \right] \times \left[1 + \frac{10Q_n \rho_n (12B + 2e)}{B\theta v_x (L - 9,4B + 2e)} + \frac{Q_n \rho_n}{M_z} \left(\frac{S}{v_z} + \frac{S}{v_{\delta z}} + \frac{M_z}{W_{нозр}} \right) \right], \quad (2)$$

где B – рабочая ширина захвата машины, м; $\eta_{мг}$ – к.п.д. трансмиссии; δ_b – буксование движителей с включенным ВОМ, $\delta_b = 0,8\delta$; δ – буксование движителей без ВОМ, в долях; $N_{вoм}$ – мощность, затрачиваемая на привод ВОМ, кВт; $\eta_{вoм}$ – к.п.д. ВОМ тракто-

ра; $M_{\text{тр}}$ – масса трактора, т; f_1 – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора; f_2 – коэффициент сопротивления перекачиванию машины; θ – доза внесения удобрений, т/га; Q_n – подача насоса, м³/ч; ρ_n – плотность удобрения, т/м³; M_r – грузоподъемность машины, т; m_{1m} – масса 1 погонного метра ширины захвата штанги, т; $M_{\text{ц}}$ – масса цистерны, т; λ_d – коэффициент догрузки ведущих колес, в долях; e – длина выезда агрегата, м; L – длина гона, м; v_x – скорость при холостом ходе, км/ч; S – расстояние транспортирования удобрений, км; v_r , $v_{\text{бг}}$ – скорость движения агрегата с грузом и без груза на транспортных работах, км/ч; $W_{\text{погр.}}$ – производительность погрузчика, т/ч; $T_{\text{п}}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на приемку-сдачу агрегата, комплектование, переезды к месту работы и обратно; $T_{\text{пер}}$ – время на внутрисменные переезды с участка на участок, $T_{\text{пер}} = 0$; $T_{\text{ф}}$ – время на физиологические нужды, $T_{\text{ф}} = (0,03 \dots 0,05)T$.

Для расчета принимаем следующие значения параметров: средняя длина гона $L = 570$ м [Государственный земельный кадастр 1997]; $N_e = 58,9$ кВт для трактора МТЗ-82; $N_{\text{вом}} = 17$ кВт; масса трактора МТЗ-82 $M_{\text{тр}} = 3,4$ т; масса цистерны с шасси машины МЖТ-6 – $M_{\text{ц}} = 3,56$ т; коэффициент догрузки – $\lambda_d = 0,15$; $f_1 = 0,09$, $f_2 = 0,08$ для стерни; $e = 0,5$ лк; $l_k = 8$ м; коэффициент буксования – $\delta_b = 0,08$; $v_x = 5$ км/ч; $v_r = 18$ км/ч; $v_{\text{бг}} = 20$ км/ч; $W_{\text{погр}} = 61$ т/ч; грузоподъемность машины МЖТ-6 – $M_r = 6$ т; $m_{1m} = 0,015$ т; $\eta_{\text{мг}} = 0,91$; $\eta_{\text{вом}} = 0,95$; $T = 7$ ч; $T_{\text{п}} = 0,84$ ч; $T_{\text{ф}} = 0,05T = 0,35$ ч; $T_{\text{пер}} = 0$; $Q_n = 300$ м³/ч; $\rho_n = 1,02$ т/м³.

Наряду с производительностью агрегата, как правило, в качестве критерия оптимизации принимают прямые затраты денежных средств на единицу обработанной площади (прямые удельные издержки). Последние учитывают как производительность агрегата, так и расход топлива и затраты на оплату труда механизаторов. В общем виде прямые удельные издержки могут быть выражены

$$C = \frac{1}{100W_{\text{см}}} \left[\frac{B_m(a_m + r_m)}{T_m} + \frac{B_m(a_m + r_m)}{T_m} + 100(3_m + 3\Pi_m) \right], \quad (3)$$

где B_T и B_M – балансовая стоимость соответственно трактора и сельхозмашины, у.е.; a_T и a_M – амортизационные отчисления на трактор и машину, %; r_T и r_M – отчисления на ремонт, %; T_T и T_M – годовая загрузка трактора и сельхозмашины, ч; Z_T – затраты на топливо за час работы, у.е.; $Z_{ПМ}$ – часовая оплата труда механизаторов, у.е.

Затраты денежных средств на топливо

$$Z_T = \frac{g_e N_e C_{3T}}{10^3}, \quad (4)$$

где g_e – удельный расход топлива, г/кВт·ч; C_{3T} – стоимость 1 кг топлива, у.е.

Для расчета принимаем следующие значения параметров: балансовая стоимость трактора МТЗ-82 – $B_T = 12267$ у.е., машины МЖТ-6 $B_M = 6667$ у.е.; $a_T = 9\%$; $a_M = 16\%$; $r_T = 9,9\%$; $r_M = 11\%$; $T_T = 1300$ ч; $T_M = 500$ ч; $g_e = 258$ г/кВт·ч для трактора МТЗ-82; $C_{3T} = 0,52$ у.е.

В результате расчета были получены зависимости прямых удельных издержек от ширины захвата при различных расстояниях перевозки и дозах удобрений.

Для определения рациональной ширины захвата машины полученные зависимости сменной производительности и прямых удельных издержек от ширины захвата совместим на одной диаграмме. Для этого приведем их к удельным величинам, например к процентам. Совмещенные графики зависимостей сменной производительности и прямых удельных издержек от ширины захвата при различных расстояниях перевозки и различных дозах внесения приведены на рисунке 2. Анализ полученных зависимостей показывает, что при расстоянии перевозки 2...10 км значение ширины захвата машины находится в пределах 11,2...11,8 м. При дозах внесения жидкого навоза 30...60 т/га оптимальное значение ширины захвата машины находится в пределах 11,5...12,7 м. Исходя из этого можно сделать вывод, что ширина захвата штанговой машины для внесения жидких органических удобрений должна находиться в пределах 11,2...12,7 м.

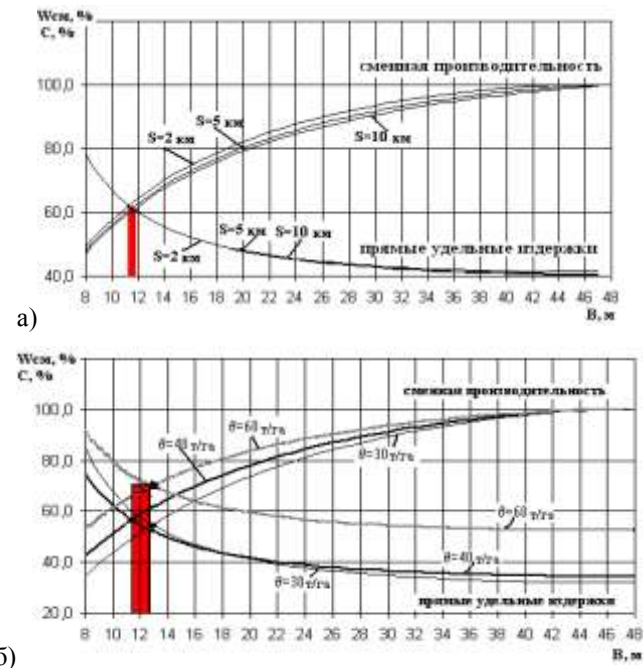


Рисунок 2 - Зависимость сменной производительности и прямых удельных затрат от ширины захвата машины: а) для диапазона расстояний перевозки 2...10 км (доза внесения 40 т/га); б) для диапазона доз внесения 30...60 т/га (расстояние перевозки 3 км)

Полученные результаты расчетов были использованы при создании штанговой машины для поверхностного внесения жидких органических удобрений под маркой МЖТ-6Ш с шириной захвата штанги 12 м, опытный образец которой изготовил ОАО «Бобруйскагромаш» [5]. Эта машина успешно прошла государственные приемочные испытания в ГУ «Белорусская МИС» и рекомендована к выпуску опытной партией [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степук Л.Я., Петровец В.Р., Подшиваленко И.Л. Механизация внесения жидких органических удобрений – перспектива и реальность / Механизация и электрификация сельского хозяйства. Межведомственный сборник. Выпуск 37, т. 1. Механизация земледелия. Минск, 2003.
2. Подшиваленко И.Л. Обзор и анализ штанговых распределяющих систем для внесения жидких органических удобрений / И.Л. Подшиваленко // Наука – образованию, производству, экономике: тез докл. 56-й междунар науч.-практ. конф. БНТУ, Минск, 4-7 фев. 2003г. / Белорус. нац. техн. университет; под ред. Б.М. Хрусталева. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – Т. 2. – С. 88.
3. Степук Л.Я. Средства механизации внесения жидких органических удобрений / Л.Я. Степук, В.Р. Петровец, И.Л. Подшиваленко // Трактора и сельскохозяйственные машины. – 2004. – № 9. – С. 9-10.
4. Завалишин, Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф.С. Завалишин. – М.: Колос, 1973. – 391с.
5. Степук Л.Я. Машина для внесения жидких органических удобрений МЖТ-6Ш / Л.Я. Степук, В.В. Барабанов, И.Л. Подшиваленко // Агропанорама. – 2006. – № 4. – С. 2-4.
6. Протокол приемочных испытаний опытного образца машины полуприцепной штанговой МЖТ-6Ш: № 47–2003/ ГУ «Белорусская МИС». Привольный, 2003. 33 с.

МАШИНЫ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПРЕССОВАННОГО СЕНА

*Аспирант Греков Д.В., д. т. н., профессор Петровец В.Р.,
УО «Белорусская ГСХА»*

Рассмотрены закономерности изменения технико-технологических параметров пресс-подборщиков: массы, потребной мощности для выполнения процесса и производительности за час основного времени работы – от изменения объема формируемого тюка или рулона, которые приняты за основу при классификации типажа машин. Получены аналитические зависимости и определены объемы работ, выполняемых пресс-подборщиками за агротехнический срок уборки кормовых культур, с учетом природных и хозяйственных условий.

Технология заготовки грубых кормов с прессованием в тюки и рулоны позволяет снизить потери, уменьшить затраты на погрузку, перевозку и хранение, что требует от машиностроителей развивать производство таких машин и всемерно совершенствовать их конструкцию, повышая надежность, производительность, снижая энергетические и материальные ресурсы на единицу производимой продукции [1, 2, 3, 4, 5].

Промышленностью освоены два типа пресс-подборщиков: для прессования кормовых материалов в тюки прямоугольной формы и формирования рулонов в камерах постоянного и переменного объемов. Причем тюки формируют в малогабаритные упаковки массой 36 кг и укороченные, имеющие форму квадрата. Крупногабаритные тюки формируют массой по селу 500 кг. Рулоны формируют в камере постоянного объема массой 500 кг и переменного – массой 750 кг сена.

Основным технико-технологическим параметром различных пресс-подборщиков является размер камеры прессования, позволяющий формировать тюки и рулоны различного объема, который влияет на изменение массы машины, потребной мощности на выполнение прессования и производительности.

Исследованию подвергаются пресс-подборщики разработанные в СССР и освоенные промышленностью Республики Беларусь, а также изготавливаемые ведущими фирмами дальнего зарубежья [6, 7, 8]. Для анализа

используются технические характеристики основных параметров машин (таблицы 1 и 2); объем рулона или тюка, потребляемая мощность, масса машины и производительность за час основного времени работы.

Таблица 1 – Техническая характеристика пресс-подборщиков с формированием прямоугольных тюков

Наименование	Объем тюка, м ³ , max	Масса машины, кг	Потребная мощность, кВт, $\frac{\min}{\max}$	Производительность за час основного времени, т, max
ППЛ-Ф-1,6	0,09/0,18	2340	25	16,0/19,0
ПКТ-Ф-2	2,9/3,2	6500	50	32,0/36,0
CLAAS QUADRANT 1200	0,6/2,4	6200	74	21,0/32,0
BIG PACK	0,64/1,6	5980	65/88	21,5/31,0
530	0,56/1,4	5980	62	19,0/25,0
550	1,02/2,55	7410	73	22,3/32,5
AP 630	0,09/0,21	1690	25	16,0/18,5
D6000	0,79/2,1	6800	85	22,0/30,0

Таблица 2 – Техническая характеристика рулонных пресс-подборщиков

Наименование	Объем рулона, м ³		Масса машины, кг	Потребляемая мощность, кВт	Производительность за час основного времени, т
	мин	макс			
ПР-Ф-110	1,07	–	1700	34	10,8
ПРИ-145	1,87	–	3150	42	23,1
Rollant 46	1,35	–	2382	47	14,9
Rollant 60	2,1	–	2095	45	14,1
КР 100	0,94	–	1380	22	10,8
Vario Pack 1500	0,96	3,0	3135	34–40	14,1–17,0
335	0,74	1,0	1445	34	10,0
535	3,5	4,1	2145	54–56	18,2–20,2

Графо-аналитическим методом определялись эмпирические зависимости от объема тюка или рулона, масса машины, потребляемая мощность, производительность за час основного времени работы [8]. С интервалом

0,6 м³ для тюков и 0,8 м³ для рулонов установлены пять классов типажа пресс-подборщиков тюков и рулонов. По технико-технологическим параметрам пресс-подборщиков определены объемы работ, которые выполняют машины за агротехнический срок уборки с учетом природных и организационных условий хозяйств.

Для определения закономерности изменения технико-технологических параметров пресс-подборщиков тюков сена, построены графические зависимости от объема тюка (рисунок 1), и получены эмпирические формулы.

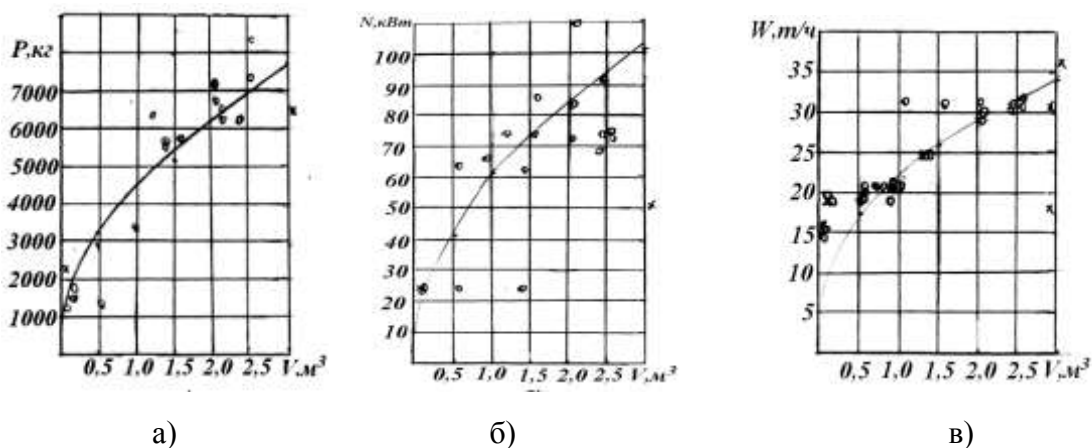


Рисунок 1 - Зависимости от объема тюка: массы машины (а), потребной мощности (б) и производительности за час основного времени (в): —х— машины поставки СССР; —о— машины фирм дальнего зарубежья

Эмпирическая формула зависимости массы пресс-подборщика от объема тюков

$$P_T = a_T V_T^{B_T}, \quad (1)$$

где P_T – масса пресс-подборщика, формирующего прямоугольные тюки, кг; V_T – объем тюка, м³; a_T – эмпирический показатель, имеющий размерность кг/м³ и равный 4645; B_T – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,36.

Эмпирическая зависимость потребной мощности от объема тюка

$$N_T = m_T V_T^{n_T}, \quad (2)$$

где N_T – потребная мощность, кВт; m_T – эмпирический показатель, имеющий размерность кВт/м³ и равный 60; n_T – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,5.

Эмпирическая формула зависимости производительности за час основного времени работы

$$W_T = C_T V_T^{K_T}, \quad (3)$$

где W_T – производительность за час основной работы, т; C_T – эмпирический показатель, имеющий размерность т/м³ и равный 22,5; K_T – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,38.

Для определения закономерностей изменения технико-технологических параметров пресс-подборщиков, формирующих в камере прессованные рулоны, от объема рулона получены зависимости (рисунок 2).

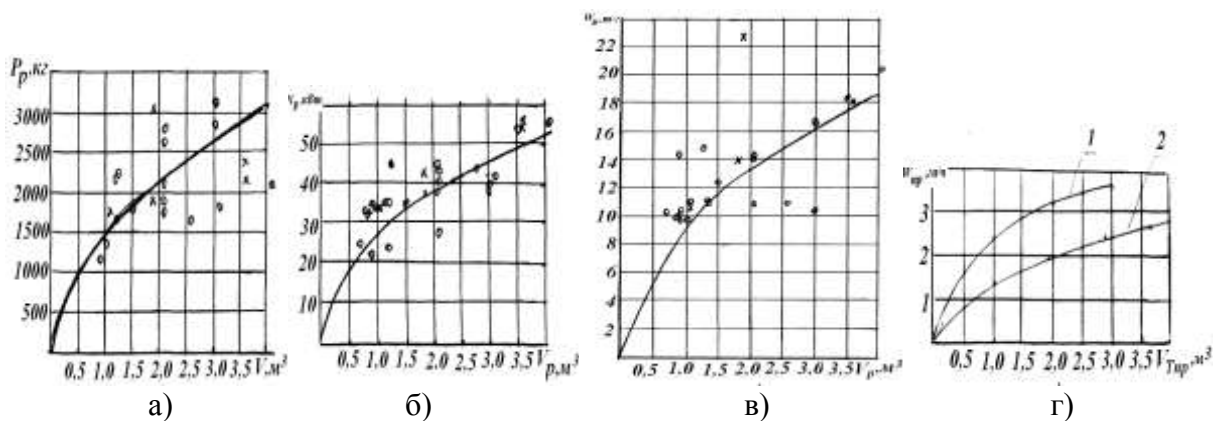


Рисунок 2 - Зависимость от объема рулона: массы машины (а); потребной мощности (б), производительности (в) и (г) производительность пресс-подборщиков тюков(1) и рулонов (2) в га за час эксплуатационного времени: -x- – машины выпускаемые в РБ; -o- – машины фирм дальнего зарубежья

Эмпирические зависимости массы пресс-подборщика (P_p), потребной мощности (N_p) и производительности (W_p) от объема рулона:

$$P_p = a_p V_p^{B_p}, \quad (4)$$

$$N_p = m_p V_p^{n_p}, \quad (5)$$

$$W_p = c_p V_p^{k_p}, \quad (6)$$

где V_p – объем рулона, m^3 ; a_p – эмпирический показатель, имеющий размерность $кг/м^3$ и равный 1490; v_p – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,46; m_p – эмпирический показатель, имеющий размерности $кВт/м^3$ и равный 28; n_p – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,39; c_p – эмпирический показатель, имеющий размерность $т/м^3$ и равный 10; k_p – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,45.

Для определения уборочной площади расчет проводим при биологической урожайности, равной 200 ц с гектара. С учетом 10 % механических потерь и снижения влажности с 80 % до влажности сена при уборке пресс-подборщиками 20 % масса сена определяется

$$P_k = P_n \frac{100 - W_n}{100 - W_k}, \quad (7)$$

где P_n – начальный вес скошенной травы с учетом 10% потерь, ц; P_k – конечный вес сена затюкованного, ц; W_n и W_k – относительная влажность, начальная и конечная, %.

Тогда урожайность убираемого сена составит 45 ц/га. С учетом приведенных выше допущений и предположений выполнен перерасчет производительности пресс-подборщика, выраженной в га за час эксплуатационного времени работы. Графическая зависимость приведена на рисунке 2, г.

$$F_T = d_T V_T^{f_T}, \quad (8)$$

где F_T – производительность за час эксплуатационного времени работы, га; V_T – объем тюка, m^3 ; d_T – эмпирический показатель, имеющий размерность $га/м^3$ и равный 2,4; f_T – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,43.

Графо-аналитическим методом определена эмпирическая зависимость производительности за час эксплуатационного времени рулонного пресс-подборщика от объема рулона:

$$F_p = d_p V_p^{f_p}, \quad (8)$$

где F_p – производительность рулонного пресс-подборщика за час

эксплуатационного времени, га; d_p – эмпирический показатель, имеющий размерность га/м³ и равный 1,7; f_p – эмпирический коэффициент, безразмерный и равный 0,41.

Для определения площади уборки рулонными пресс-подборщиками за период агротехнического срока при расчетах используются допущения, принятые при расчетах уборочной площади пресс-подборщиков тюков: неблагоприятные погодные условия, что обеспечивает работу машин в загоне не более 5 часов за 15 дней агросрока уборки. Производительность за час эксплуатационного времени определяется в гектарах, используется урожайность сена 45 ц/га. В таблице 3 и на рисунке 2,г приведены результаты расчета размеров уборочной площади пресс-подборщиком в зависимости от объема тюка и класса машины.

Таблица 3 - Зависимость уборочной площади от объема тюка и классификации пресс-подборщиков

Наименование	Показатели				
	I	II	III	IV	V
Класс					
Объем формируемого тюка, м ³	0,1-0,7	0,8-1,4	1,5-2,1	2,2-2,8	2,9-3,5
Уборочная площадь, га	37,5-142,5	150-217,5	225-247,7	255-277,5	285-307,5

Расчеты размеров площади, убираемой рулонным пресс-подборщиком по технологическому параметру объема рулона с интервалом 0,8 м³ приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Зависимость уборочной площади от объема рулона и классификации пресс-подборщиков

Наименование	Показатели				
	I	II	III	IV	V
Класс					
Объем формируемого рулона, м ³	0,2–1,0	1,1–1,9	2,0–2,8	2,9–3,7	3,8–4,6
Уборочная площадь, га	37,5–112,5	120–150	157–187,5	195–210	217–232,5

В результате анализа технических характеристик пресс-подборщиков установлено, что технико-технологические параметры, такие как масса машины, потребная мощность и производительность за час основного времени, зависят от объема упаковки и являются основными показателями для технико-экономического расчета эффективности машин, проектирования новых машин и определения потребности в машинах для условий конкретных хозяйств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зафрен, С. Я. Технология приготовления кормов / С. Я. Зафрен. – М. Колос, 1977. – 240 с.
2. Заготовка прессованного сена по усовершенствованной технологии: рекомендации / А. А. Гнояник [и др.]. – Минск. Ураджай, 1975. – 32 с.
3. Шпилько, А. В. Техника для заготовки грубых кормов в крупногабаритных тюках / А. В. Шпилько // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1997. – № 8. – С. 14–16.
4. Шпилько, А. В. Производительность крупногабаритных пресс-подборщиков / А. В. Шпилько // Тракторы и сель-хозмашины. – 1997. – № 8.– С. 29–30.
5. Короткевич, А. В. технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур / А. В. Короткевич.– Минск, Ураджай. 1990. – 383с.
6. Клочков, А. В. Заготовка кормов зарубежными машинами / А.В. Клочков и др. – Горки, 2001. – 201 с.
7. Сельскохозяйственные машины, выпускаемые в Республики Беларусь. Каталог. – Минск, 2002. – 88 с.
8. Бронштейн, Н. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗОВ / Н. Н. Бронштейн, К. А. Се-мендяев; под ред. Г. Гроща и В. Циглера. – Лейаич – М., 1981. – 718 с.

УДК631.354.2.026+631.354.2.027

МОЛОТИЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ И СЕПАРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Магистрант Барыгин Н.А., УО «Белорусская ГСХА»

Проводиться обзор и исследование молотильных барабанов, сепарирующих устройств современных зарубежных и отечественных комбайнов.

Зерноуборочный комбайн является универсальной уборочной машиной, однако далеко не во всех условиях работы отвечает агротехническим требованиям. Средние потери зерна по Республике Беларусь только при уборке и транспортировке превышают 10 %, дробление комбайнами зерна колосовых культур в 4 раза превышает допустимые значения [1]. Кроме того, к указанным недостаткам прибавляются и погодные условия.

Выбор типа молотильного барабана зависит от климатических условий, в которых расположено хозяйство. В большинстве заводских руководств и инструкций при увеличении влажности растительной массы рекомендуется ужесточать режим работы молотильных аппаратов путем уменьшения молотильных зазоров и увеличения частоты вращения барабанов [1]. Однако эти «жесткие» режимы работы вызывают травмирование зерна, и приводят к снижению пропускной способности молотилки. Чтобы повысить пропускную способность молотилки, увеличивают габаритные размеры основных рабочих органов и используют новые принципы обмолота и сепарации хлебной массы.

На комбайнах последних выпусков основой молотильного устройства остался молотильный барабан с рифлеными бичами. В зависимости от диаметра на барабане устанавливают шесть, восемь или десять бичей.

Комбайн «ПАЛЕССЕ GS12» сертифицирован в соответствии требованиями директив Евросоюза с правом нанесения CE - маркировки. На комбайне применена двухбарабанная схема обмолота. Барабан-ускоритель улучшает равномерность подачи хлебной массы в зону обмолота, повышая пропускную способность до 20 %. Угол обхвата молотильного барабана и барабана ускорителя составляет соответственно 83° и 130° (в сумме 213°), что является гарантией высокой производительности, за счет более длинного прохождения хлебной массы в МСУ. Отличительной особенностью «ПАЛЕССЕ GS12» являются увеличенные диаметры барабана-ускорителя и молотильного барабана (соответственно 600 и 800 мм [2]).

Зерноуборочные комбайны «John Deere» серии W имеют барабан, диаметром 660 мм, создает инерционный момент, потому зерноуборочный комбайн с системой сепарации W вымолачивает больше зерна уже на первом этапе обмолота-сепарации, таким образом минимизирует его повреждения. Битер большого диаметра обеспечивает вспомогательную сепарацию, а второй подбарабанник увеличивает площадь сепарации [2].

Комбайны «John Deere» серии Т оснащены инновационной многобаранной, системой обмолота и сепарации и не имеет равных в данном классе машин. Система обеспечивает равномерный поток хлебной массы, тем самым уменьшается повреждение зерна, и потери мощности для проведения обмолота и сепарации. На последней стадии системы обмолота и сепарации клавиши соломотряса отделяют зерно, которое задерживается в массе соломы.

В комбайнах «John Deere» серии S/STS функцию обмолота и сепарации выполняет один элемент – шаровидный ротор. Новый шаровидный ротор позволяет улучшить качество уборки.

Комбайны «John Deere» серии С (барабан и пальцевой сепаратор) имеют смешанную систему обмолота и сепарации, состоящую из молотильного барабана и двух пальцевых роторных сепараторов. Молотильный барабан на комбайнах серии С аналогичен барабану комбайнов серии W, Т, S, но вместо клавиш функцию сепарации выполняют два аксиальных, продольных ротора, которые вращаются навстречу друг другу.

Зерноуборочный комбайн фирмы «Fendt» – это самая современная технология обмолота. В центре производительности стоит высокопроизводительное, надежное и прочное молотильное устройство из молотильного барабана, оборотного барабана, роторного сепаратора и отдельной молотилки схода. Широкий молотильный барабан с высокой инерционной массой гарантирует высочайшую пропускную способность при щадящем обмолоте.

Основой новой серии комбайнов СХ фирмы «New Holland» является молотильный аппарат с барабаном диаметром 750 мм, ротационным сепаратором и двумя битерами, которые обеспечивают сепарацию 95 % зерна при обмолоте. Барабан имеет повышенный момент инерции и обеспечивает стабильную работу молотилки в неблагоприятных условиях уборки (повышенная влажность и засоренность). Благодаря верхней подаче массы пе-

рекидным битером угол обхвата соломосепаратора составляет 165° , за счет чего площадь дополнительной сепарации увеличивается до $1,56 \text{ м}^2$, а общая площадь сепарации – до $3,3 \text{ м}^2$. Такая конструкция системы обмолота позволила увеличить производительность комбайна на 15...20 % по сравнению с однобарабанным комбайном «John Deere» серии W [3].

В комбинированных роторных комбайнах для обмолота и сепарации зерна используются молотильные устройства клавишных комбайнов, а сепарация соломистого вороха осуществляется роторными соломосепараторами с аксиальной подачей. В новом аксиальнороторном комбайне фирмы «Challenger,» CH 680 (по другой классификации – Massey Ferguson MF 9895 Fortia) используется самый большой (длина 3560 мм, диаметр 800 мм) горизонтально расположенный ротор с гидростатическим приводом. Система подачи хлебной массы обеспечивает равномерную загрузку ротора и уменьшает затраты энергии на обмолот, а автоматическая система контроля скорости вращения ротора – постоянную скорость вращения независимо от подачи хлебной массы, что способствует повышению производительности комбайна и снижению потерь зерна.[3]

С инженерной точки зрения, предпочтение надо отдать сепарирующему устройству с универсальным барабаном с регулируемыми бичами. Попытки заменить рифленые бичи, например обрезиненными и вращающимися стальными, пока находятся на стадии экспериментальных исследований. Поэтому в настоящее время актуально и рационально использовать рифленые бичи, выполненные из углового профиля.

На некоторых комбайнах («John Deere 8820») установлены бичи, которые выполнены из углового профиля, что исключает применение подбичников. Диаметр большинства молотильных барабанов 550 и 600 мм и только фирма Claas продолжает выпускать комбайны диаметром 450 мм.

Исследования бильного молотильно-сепарирующего устройства показали, что при увеличении диаметра барабана и длины подбарабанья сход

зерна уменьшается. Так, при изменении диаметра барабана от 550 до 825 мм и увеличении длины подбарабанья от 684 до 1064 мм пропускная способность молотильно-сепарирующего устройства возрастает в 1,5 раза. При этом недомолот оказывается меньше в молотильно-сепарирующем устройстве с большим диаметром барабана, хотя зазоры на входе и выходе и окружные скорости были одинаковые. Объясняется это тем, что с увеличением диаметра барабана возрастает путь прохождения обмолачиваемой массы в молотильном зазоре, повышается выделение зерна из колоса и его сепарация.

При подачах, соответствующих пропускной способности молотильно-сепарирующего устройства, зерно дробится больше при меньшем диаметре барабана. При этом двухбарабанные устройства (диаметр барабана 550 мм) меньше повреждают его при подаче до 5 кг/с, чем однобарабанные (диаметр барабана 830 мм).

Установлено, что при увеличении угловой скорости барабана и постоянной мощности двигателя снижается пропускная способность молотильного аппарата, однако эта скорость должна обеспечивать требуемую чистоту обмолота.

Частоту вращения барабана устанавливают в зависимости от убираемой культуры, сорта, степени зрелости, влажности и других факторов. Регулируют частоту вращения барабана осторожно, так как при недостаточной частоте возрастает недомолот, а при повышенной – дробление и микроповреждение зерна, а также чрезмерное измельчение соломы. Для каждой культуры регулировка частоты вращения барабана дополняет регулировку зазоров, которая является основной для молотильного аппарата. Изменение этих двух параметров достигается линейной скоростью бичей и величиной молотильных зазоров. Оптимальное соотношение значений данных параметров обеспечивает высокое качество обмолота зерна.

Анализ существующих конструкций молотильных барабанов зерноуборочных комбайнов показал, что может быть создана конструкция универсального молотильного барабана, способного обмолачивать различную растительную массу и сепарировать из нее зерно [4].

Создание молотильных барабанов, способных обмолачивать различные виды культур, открывает возможность универсальной работы зерноуборочных комбайнов, что позволит повысить суточную производительность зерноуборочных машин почти в два раза и дает возможность применять данные устройства для работы на разных режимах обмолота – от «мягких» до «жестких», что обеспечивает полный вымолот без травмирования зерна и его потерь при сепарации [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочков А.В. и др. Комбайны зерноуборочные зарубежные. А.В. Клочков и др. - Мн.: УП «Новик», 2000. - 192 с.
2. Дюжев А.А. Зерноуборочные комбайны «Палессе GS12» и «Палессе GS10». Дюжев А.А и др. - Мн.: 2011 г. - 152 с.
3. Сельскохозяйственная техника: Каталог: В 3 т. / Под ред. В.И. Черноиванова. — М.: Информагротех, 2005.
4. Устинов А.Н. Зерноуборочные машины: Учеб. для нач. проф. образования / А. Н. Устинов. — М.: Образовательно-издательский центр «Академия», 2003. — 128 с.
5. Зерноуборочные комбайны / Г. Ф. Серый, Н. И. Косилов, Ю. Н. Ярмашев, А. И. Русанов. — М.: Агропромиздат, 2002. — 248 с.: ил.

УДК 631.358:633.52

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*К.т.н. Кругленя В.Е., аспиранты: Цайц М.В., Сентюров П.Д.,
УО «Белорусская ГСХА»*

Описаны механизированные технологии уборки льна долгунца и переработки льновороха применяемые в условиях Республики Беларусь, а также проанализированы их преимущества и недостатки.

Различают три механизированные технологии уборки льна-долгунца (рисунок 1): комбайновая, отдельная и «заводская».

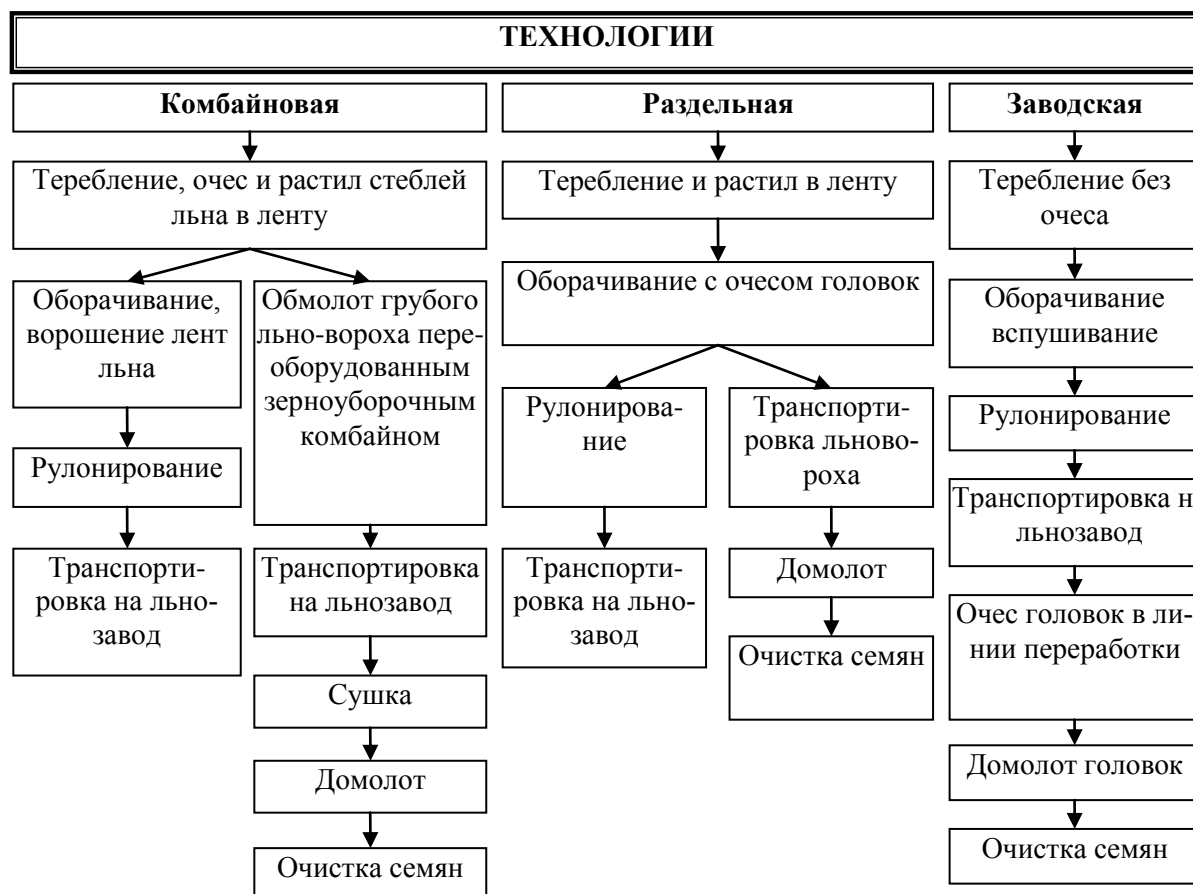


Рисунок 1. - Механизированные технологии уборки льна-долгунца и переработки льновороха

Уборку по комбайновой технологии производят прицепными льнокомбайнами ЛК-4А и ГЛК-1,5 или самоходными льнокомбайнами КЛС-3,5 «Полесье-1700» и КЛС-1,7 «Полесье-1650», стебли льна теребят, формируют в ленту и одновременно очесывают или обмолачивают семенные коробочки со сбором вороха. Полученный от комбайна ворох сгружается на специально оборудованные в поле площадки, где его обмолачивают переоборудованными зерноуборочными комбайнами, с целью отбора путанины. В некоторых хозяйствах отбор из вороха путанины перед сушкой осуществляется вручную или на молотилках МВ-2,5А, сепараторах. При этом теряется до 30 % семян с коробочками, не оторванными от стеблей, а также со свободными коробочками с плодоножками, которые плохо вытряхиваются из путанины [9].

В путанине, отделенной от основной массы вороха, содержится от 6 до 22 % семян в коробочках (в среднем 12 %) от общего количества семян. С другой стороны, отбор путанины увеличивает пропускную способность сушильного пункта в 1,2-2,2 раза в расчете на убираемую площадь, примерно во столько же раз сокращает расход топлива, так как влажность стеблей в 1,5-2 раза выше, чем семенных коробочек [7,8]. Сформированная льнокомбайном лента, расстилается на поле для получения стланцевой тресты. Технологические параметры комбайновой уборки: чистота тербления 99 %, очеса – 98 %, общие потери семян не более 2 %, растянутость стеблей в ленте не более 1,05 раза. Лента должна быть прямолинейной и оптимальной толщины (>5...7см) [9].

Во время вылежки соломы оборачивают ленту подборщиком-оборачивателем (ОЛ-140 «Долгунец», ОПК-1,5К), и проводят ворошение (ВЛН-4,5). Чистота подбора должна быть не менее 99 %, увеличение растянутости за одно оборачивание не более чем на 5 %, увеличение угла отклонения стеблей не более чем на 5 градусов. Оборачивание ленты необходимо производить не менее одного раза в 5-10 суток [9]. При выполнении этой операции должна сохраняться прямолинейность лент без перепутывания и скручивания стеблей.

Ворошение применяется перед оборачиванием или подъемом льнотресты в экстремальных погодных условиях. Полнота вспушивания должна быть не менее 95 %, увеличение угла отклонения стеблей в ленте не более 8 градусов, повреждение стеблей не более 1,5 % [9].

Полученную льнотресту формируют в рулоны с помощью пресс-подборщиков (ПРЛ-150) и транспортируют на льнозавод (ТПР-1, ЗППТ-8,9, 2ПТС-6, ТП-10,). Для погрузки рулонов на транспорт используют погрузчики (ТП-10, ПФ-0,5+ППЛ-0,5). При подъеме льнотресты рулонными пресс-подборщиками её влажность, даже отдельных порций, не должна превышать 23 %. Чистота подбора должна быть не менее 95 %, поврежде-

ние стеблей не более 5 %, увеличение засоренности сырья не более 3 %, увеличение растянутости ленты в рулонах не более 15 % к исходному уровню. При погрузке на транспортные средства и укладке на хранение, рулоны устанавливаются вертикально комлями вниз. При транспортировке рулоны скрепляются специальным приспособлением.

Комбайновая технология уборки льна-долгунца является основной в Республике Беларусь, недостаток которой состоит в противоречии между двумя целями: получением льноволокна и семян высокого качества. Это обусловлено неодновременным наступлением физиологической спелости волокна и семян. Это противоречие усиливается неправильной организацией уборочных работ и несовершенством уборочной техники. В результате качество льносемян и волокнистой продукции остаётся низким [6].

По причине низкой всхожести и урожайности льносемян практически все льносеющие хозяйства вынуждены производить пригодные для посева семена. Для этого уборку льна необходимо проводить в фазе желтой спелости, когда основная масса семян полностью созреет. Кроме того, влажность семенных коробочек в фазе желтой спелости примерно в два раза ниже, чем в ранней желтой, стремление уменьшить затраты топлива на сушку вороха также вынуждает сдвигать технологию комбайновой уборки льна на более поздние сроки.

Решение этой проблемы путем увеличения численности льнокомбайнов экономически нецелесообразно в связи с тем, что сокращение сроков технологии комбайновой уборки приведет к сокращению сроков подъема льнотресты и потребует увеличения численности пресс-подборщиков, погрузчиков и транспортных средств.

Таким образом, целесообразно удлинение сроков уборки путем более раннего ее начала, чтобы не допустить общего сокращения резерва времени для проведения уборочных работ, а также решить эту задачу возможно посевом сортов льна ранней средней и поздней спелости.

При уборке по отдельной технологии, стебли льна теребят при помощи самоходных льнотеребилок (ТСЛ-2,4, «Depoortere», ЛТС-2) и льноуборочных комбайнов с отключенным очесывающим устройством и получают ленту стеблей льна с коробочками. После чего производится подбор ленты и очес стеблей (ОСВ-100 или NECANY «Depoortere»). После получения ленты стеблей производят те же операции, что и при комбайновой технологии. Преимущества отдельной технологии: снижение затрат при доработке льновороха, возможность обеспечить уборку льна в более ранние, оптимальные сроки. Главный недостаток ее – зависимость от погодных условий.

Очевидно, что технологию отдельной уборки в условиях льноводческой зоны Беларуси невозможно использовать как альтернативу комбайновой. В связи с особенностью погодных условий. Даже при средних погодных условиях процесс созревания семян в ленте, который имеет место при отдельной уборке льна, и вылежка тресты не сопряжены во времени. Чем суше погода, тем быстрее созревают семена и медленнее идет процесс мацерации, и наоборот. Условия созревания семян в необмолоченной ленте далеки от идеальных поскольку, относительная влажность воздуха в надпочвенном горизонте 0...20 см всегда в 2-2,5 раза выше, чем на высоте 1 метр. А если учесть, что семена в этой фазе имеют достаточно высокий процент физиологической влаги, то процесс созревания растягивается на значительно более длительный период, чем хотелось бы. Кроме того, сам процесс созревания семян в ленте происходит неодинаково. Коробочки растений, находящихся сверху, высыхают быстрее, но при этом часто растрескиваются и теряют семена. Семена из коробочек нижнего слоя значительно дольше сохраняют высокую влажность, а в дождливую погоду, будучи прибитыми к земле, просто прорастают. Если учесть, что в Республике Беларусь из пяти лет в среднем три бывают дождливыми, то можно представить себе величину риска потерь семян от прорастания в ленте. Потери семян при отдельной уборке тоже выше из-за необходимо-

сти сделать дополнительный проход по ленте, что неизбежно повлечет за собой осыпание семян, причем, самых спелых [2]. Следует отметить, что даже в сухие годы влажность семян в неочесаной ленте не опускается ниже 15 %, а предельная влажность для семян I, II классов составляет 12%. Следовательно, ворох все равно придется досушивать.

С недавних пор в Республике Беларусь осваивается «заводская» технология уборки льна-долгунца, которая получила широкое распространение во Франции, Бельгии, Венгрии и ряде других стран, где практикуется специализация фермерских хозяйств по производству льна на семена и по производству льнотресты. Технологические операции и технические средства «заводской» технологии совпадают с отдельной, за исключением процесса очеса (обмолота) головок льна, который производят в стационарной линии переработки льна (Van Dommele). Это позволяет проводить теребление льна в более сжатые сроки (10...15 дней) в оптимальную фазу созревания (ранняя желтая спелость) и сокращать прямые эксплуатационные затраты на 10...15 %. Освоением этой технологии в нашей стране, занимается Дубровенский льнозавод [9].

Основной недостаток «заводской» технологии - большие потери семян (до 70 % как в поле во время вылежки и проведении технологических операций (ворошение, вспушивание и рулонирование), так и на льнозаводе из-за некачественной работы очесывающего устройства – намотка на рабочий орган, потери вместе с путаниной) и их низкое качество [12].

В последние годы разработана технология комбинированной уборки [3, 4, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**], когда при достижении посевами льна ранней желтой спелости при наличии благоприятных погодных условий сначала применяется технология отдельной уборки, где до 15 % урожая по «заводской» технологии, с переходом по мере достижения культурой желтой спелости на технологию комбайновой уборки. Технология дает рациональное соотношение применимости данных технологий для той или иной климатической зоны, при которых значительно снижается зависимость от погодных условий.

Таким образом, к числу первоочередных задач, позволяющих решить проблему получения высокосортного волокнистого и семенного материала является разработка экономически выгодной технологии и технических средств для ее реализации опираясь на достижения зарубежных фирм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поздняков Б.А. Организационно-технологические аспекты технологизации льняного комплекса [Текст]: Монография / Б.А. Поздняков, М.М. Ковалев. - ГУПТО Тверская областная типография, 2006. - 208 с. - ISBN 5-87049485-0.
2. Труш Д.М. К вопросу раздельной уборки льна [Электронный ресурс] / Д.М. Труш // Русский лен. - Фонд «Русская цивилизация», 2004. — Режим доступа: <http://www.rustrana.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
3. Ковалев М.М. Обоснование и разработка технологии комбинированной уборки льна-долгунца [Текст]: Межд. с.-х. журнал. - 2004. №6. С. 55-58.
4. Ковалев М.М., Лачуга Ю.Ф. Ресурсосберегающая технология комбинированной уборки льна-долгунца [Текст] / Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. - 2006. №1. С. 77-80.
5. Черников В.Г. Технологии и технические средства комбайнового и раздельного способов уборки льна: Дис. в виде науч. докл. на соиск. уч. степени докт. техн. наук. - Тверь. 1999. - 85 с.
6. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25 – 27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.
7. Зеленко В.И. Послеуборочная обработка льновороха (рекомендации) [Текст]. - Торжок, 1968. - 41 с.
8. Совершенствование процесса переработки льновороха на стационарном пункте модернизированными машинами и оборудованием / В.Е.Кругленя, А.Н.Кудрявцев, А.С.Алексеев, В.И.Коцуба // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–8 апр. 2004г.: в 3 ч. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т; редкол.: И.Н.Шило [и др.]. – Минск, 2006. – Ч.2. – С. 143–149.
9. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси: 2010.
10. Механико-технические основы совершенствования послеуборочной обработки льновороха на семена / В.А. Шаршунов [и др.] – Горки: БГСХА, 2012. – 332 с.:ил. ISBN 985-467-6.

УДК 345.67

БАРАБАННО-ЩЕЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГОЛОВОК ЛЬНА

*К.т.н. Кругленя В.Е., ассистент Радовский А.С.
УО «Белорусская ГСХА»,*

Приведены описания конструкций очесывающих аппаратов для качественного отделения головок льна существующих типов аппаратов, анализ их достоинств и недостатков. По результатам исследований предложен новый тип очесывающего аппарата.

Лен-долгунец известен человечеству еще с давних времен и является древнейшей прядильной культурой. Путем эволюции, в быту и промышленности сложилось два направления возделывания льна: на семена и во-

локно. В Беларуси, за всю ее многовековую историю, лен стал одной из национальных культур, более того он весьма востребован на международном рынке и в нынешних условиях служит источником валютных поступлений в страну [1]. Однако кризисное положение, сложившееся в отрасли (снижение производства, ухудшение качества волокна), препятствует масштабному выходу на мировой рынок. Для получения урожая, соответствующего высоким стандартам, необходимо пройти два этапа: вырастить лен, а затем качественно его убрать. Один из факторов качественной уборки - это отделение головок льна. Это важно при возделывании как на волокно, так и на семена.

В настоящее время известны следующие виды устройств для отделения головок льна:

– гребневые производят расчесывание ленты льна. Наиболее известная конструкция такого очесывающего аппарата включает в себя барабан, камеру очеса и устройства для очистки гребней барабана от намотанных стеблей. Очесывающий барабан во всех льнокомбайнах устроен примерно одинаково и имеет четыре гребня с различным шагом зубьев, изготовленных из стали Т-образного сечения. Шаг зубьев постепенно уменьшается по ходу движения льна, чтобы уменьшить усилия при очесе и снизить отход стеблей в путанину. Каждый гребень заканчивается кривошипом, цапфы которого установлены в направляющем диске, вращающемся на неподвижном эксцентрике, что обеспечивает постоянное направление зубьев при вращении барабана. Гребни все время остаются параллельными заданному им наклону. Они универсальны, т.е. работают при любой влажности и спелости льна. Недостатком данного типа является высокое повреждение стеблей и значительный их выход в путанину [2, 3];

– щелевые представляют собой устройство, в котором лента льна проходит через щель, образованную из двух неподвижных полос, установленных под углом к направлению движения зажимного транспортера. От-

рыв головок происходит за счет торможения коробочек поверхностями щели и растягивающих усилий, образующихся вдоль стебля. В аппаратах такого типа боковые поверхности щели воздействуют только по поверхности ленты льна, тем самым снижают повреждение стеблей и в последующем, при дальнейшей обработке, увеличивают выход длинного волокна [3, 4];

– роторно-бильные основаны на принципе протаскивания ленты льна через рабочий зазор, периодически образующийся между билами двух синхронно вращающихся роторов, и отделением головок за счет ударного воздействия планок битеров. Недостатком этих устройств являются высокие повреждения стеблей, возникающие при входе в рабочий зазор между бичами из-за сгуживания и излома, а также частые намотки на роторы [5].

– роторно-планчатые аппараты. Они являются разновидностью роторно-бильных аппаратов и выполнены в виде устройства состоящего из двух роторов, которые установлены друг над другом. Роторы состоят из двух дисков с прикрепленными к ним планками, которые установлены под углом к зажимному транспортеру. Лента льна проходит через зазор, образующийся между планками двух роторов, где происходит процесс отделения головок льна. Технологический процесс идентичен роторно-бильному аппарату, положительный эффект же достигается в снижении металлоемкости. Недостатки – повышенные потери семян связанные с увеличением подачи или влажностью льна [9].

На основании анализа достоинств и недостатков существующих типов аппаратов для отделения головок льна, была принята концепция разработки устройства для отделения головок льна на основе роторно-бильных аппаратов с элементами щелевого. Результатом разработки стало устройство для отделения головок льна (рисунок 1), состоящее из зажимного транспортера и двух, расположенных параллельно ему, роторов, которые выполнены в виде сетчатых барабанов с ромбовидными ячейками.

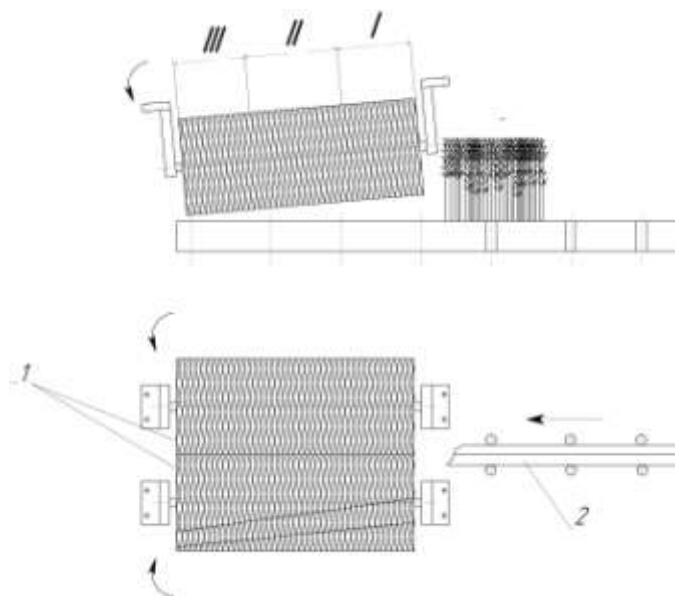


Рисунок 1- Устройство для отделения головок льна

Работает устройство следующим образом: зажимной транспортер 2 подает ленту льна к вращающимся навстречу друг другу роторам 1, которые установлены с регулируемым зазором между собой. Головки льна 4 (рисунок 2), имея больший размер в сравнении со стеблем, попадают в ячейку 3, где защемляются острым углом ромба и при дальнейшем вращении ротора отрываются от стебля.

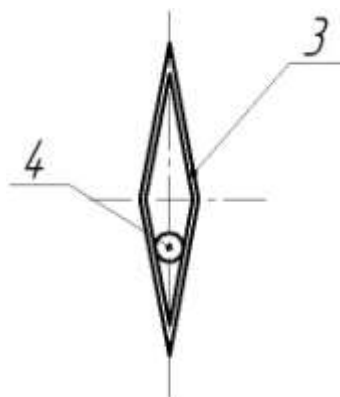


Рисунок 2 - Ромбовидная ячейка

Причем барабаны установлены под углом α относительно зажимного транспортера. Исходя из этого, всю зону очеса головок можно условно разделить на три (рисунок 1). За счет чего вначале, в зоне I, очёсываются головки в верхушечной части стебля, затем, в зоне II, в средней головчатой

части и в конце, зона III, в основании головчатой части. Это позволяет снизить нагрузку на оесывающие зоны ротора, что обеспечивает повышение степени отделения головок. При этом угол α регулируемый и зависит от густоты стеблей или урожайности льна, сорта, засоренности посевов, скорости движения зажимного транспортера.

Преимущество предлагаемого устройства состоит в отсутствии бичей или гребней, которые травмируют стебли льна или их обрывают, снижая тем самым его номерность, а также в снижении вероятности наматывания стеблей льна на ротор за счет их цилиндрической формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шило, И.Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И.Н. Шило, В.Н. Дашков. – Минск: БГАТУ, 2003. – 183 с.
2. Карпенко А.Н., Зеленев А.А. Сельскохозяйственные машины М. “Клос” 1965 с. 344.
3. Пытченко Р.В., Ханова С.Ю. Новые конструкции очесывающих аппаратов льноуборочных машин. – Исследование технологических процессов и рабочих органов машин для уборки лубяных и др. технических культур. Сборник научных трудов. – М.: ВИСХОМ, 1987. – С. 43-50.
4. Быков, Н.Н. Уборка льна. Борьба с потерями продукции / Н.Н. Быков, В.М. Луценко, В.И. Смирнов; под ред. Ю.М. Лейкина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 80 с.
5. Авторское свидетельство СССР №938821, кл. А 01 F 11/02 / Устройство для очесывания коробочек льна / В. Н. Бухаркин, Г. К. Васильев, И. М. Махов и Р. В. Пытченко – 1982, Б.И. №24.
6. Авторское свидетельство СССР №2090599, кл. А 01 D 45/06 / Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей / Л.В Родионов., С.И. Земскова – 1991, Б.И. №42.

УДК 631.352/353

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ТРАВ ПЛЮЩЕНИЕМ С ОБРАБОТКОЙ ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ

Аспирант Сидорчук С.С., УО «Белорусская ГСХА»

Описаны причины потерь питательных веществ в травах при их заготовке на сено и сенаж. Предложен способ комбинированной обработки трав при кошении.

Сено – важнейший компонент рациона для обеспечения полноценного кормления скота в зимний период. В одном килограмме сена I класса содержится 0,45...0,55 кормовых единиц, 65...80 г перевариваемого протеина, не менее 30 мг каротина. Такое сено богато витаминами групп В, D, Е, минеральными и другими важными элементами питания

Важный фактор получения сена высокого качества - уборка трав в ранние фазы вегетации. Высокое содержание питательных веществ и витаминов в молодых травах объясняется, прежде всего, их облиственностью. В листьях содержится в 2-2,5 раза больше перевариваемого протеина и в 10 раз больше витаминов, чем в стеблях. В молодых бобовых травах на долю листьев приходится 40...50 % массы. По мере старения растений соотношение листьев и стеблей меняется в сторону увеличения последних, резко снижаются содержание питательных веществ и их переваримость.

Высушивание травы до влажности 17 % представляет собой наиболее распространенный и простой метод консервирования зеленой массы. Высыхание травы сопровождается уменьшением содержания в ней воды и сухого вещества, образованием одних и распадом других веществ. Высушивание требует определенного времени, в течение которого происходят довольно сложные процессы, знание которых позволяет в максимальной степени сохранить питательные вещества в сене, предотвратить неоправданные потери каротина, белка, жира, углеводов, минеральных солей, витаминов. Процесс провяливания сена сопровождается не только потерей воды, но и сухого вещества, в частности наиболее ценных легкопереваримых углеводов и белков. Величина потерь питательных веществ находится в прямой зависимости от продолжительности сушки трав. Даже при быстрой подсушке растения на свету в результате только биохимических процессов теряется до 5 % сухого вещества. Если не применять специальных мер по ускорению сушки трав (ворошение, плющение стеблей и др.), период интенсивной ферментативной деятельности увеличивается, и это приводит к повышенным потерям питательных веществ [3].

Процесс физиологических и биохимических изменений в растительных тканях в период их высыхания подразделяется на два этапа: голодный обмен (провяливание) и автолиз (досушивание).

Голодный обмен – это физиологический процесс, проходящий в

скошенных, но еще живых тканях растения, при котором одновременно с потерей воды на дыхание расходуются содержащиеся в клетках сахара, частично разрушается каротин, а также распадается часть белков. Продолжается период голодного обмена приблизительно до полного испарения из растительной массы свободной воды, до достижения влажности травы 40 – 50 % при колебании этого показателя от 35 до 65 %. Длится он несколько часов в зависимости от состояния растительной массы и погоды.

На этапе голодного обмена потери каротина могут достигать 50 %, сахара – 20 %. Потери сухого вещества в благоприятную погоду составляют 2 – 8 %, в неблагоприятную – до 15 %. В сырую и дождливую погоду этот процесс может растянуться до нескольких суток и тогда потери питательных веществ могут составлять весьма значительных величин.

Автолиз – это биохимический процесс, происходящий в клетках тканей растения после их отмирания, при котором имеет место распад питательных веществ под влиянием ферментов и микроорганизмов. На этом этапе из массы в основном испаряется связанная вода, оставшаяся после испарения свободной воды. Поэтому период автолиза иначе еще называют периодом досушки [2]. Потери сухого вещества за сутки в благоприятных условиях сушки трав достигают 4 %, а в неблагоприятных - 20 %.

Количество потерь питательных веществ, зависит от скорости сушки, которая определяется не только внешними факторами (температурой, влажностью, скоростью движения окружающего воздуха). Вид, фаза вегетации, толщина стеблей и их плотность, облиственность растений, содержание гидрофильных коллоидов – все это определяет влагоудерживающую способность скошенной массы, и, соответственно, скорость сушки. 4

Чем выше содержание белка, пектина и сахаров, тем больше способность клеток удерживать влагу. Поэтому сушка бобовых происходит медленнее, чем злаковых[5].

Многовековой практикой установлена взаимосвязь сушки травы,

скорости сушки и потерь питательных веществ, что наглядно демонстрируют следующие данные: при скармливании 1 тонны хорошей пастбищной травы дойным коровам можно получить 333 кг (100 %) молока, а при скармливании той же травы в виде силоса – 242 кг (72,7 %) молока; в виде сенажа – 262 кг (78,7 %); в виде сена искусственной сушки – 190 кг (57,1 %) молока; в виде сена полевой сушки – 80 кг (24,0 %) молока. Это свидетельствует о том, что при сушке травы до влажности примерно 50 % происходит до 20 % потери питательных веществ, а при сушке травы до 17 % потери составляют 43 % либо 76 % в зависимости от скорости сушки [6,7].

Заготовка сенажа попадает на период голодного обмена, поэтому требуется, как правило, однократное ворошение. Сушка сена захватывает оба периода и поэтому необходимо, как минимум, двукратное ворошение. Однако во время ворошения происходят потери растительной массы за счет механического воздействия рабочих органов граблей на растение.

Для снижения потерь питательных веществ в растении, сокращения потерь зеленой массы во время сушки (потери связанные на ворошение и сгребание), а также сокращения времени пребывания скошенных трав в поле предлагается способ комбинированной обработки растительной массы. Этот способ подразумевает под собой технологический процесс кошения растительной массы с последующим ее плющением и одновременной обработкой электрическими разрядами.

По данным исследования А.А. Климова, проведенным в 60-х годах XX в., было установлено что, электроискровая обработка с последующим плющением сокращает продолжительность сушки в полевых условиях в 2,2 раза по сравнению с контролем (отсутствием какой либо обработки) и в 1,4 раза по сравнению с плющением. При этом потери питательных веществ в высушенной траве снижаются по сравнению с контролем на 12 %,

а потери протеина в 2,3 раза[1]. Данные показатели были достигнуты за счет нарушения целостности стеблей растений. По данным исследований А.М. Михина и Ф.А. Жухина (1940) было установлено, что у растений с раздавленными стеблями голодный обмен был завершен спустя 3 часа и они были готовы к уборки спустя сутки, в то время как растения с неповрежденными стеблями находились в состоянии голодного обмена сутки, а убирать их можно было только через 2 суток [4].

Таким образом, предлагаемый способ обработки растительной массы приводит к поверхностному равномерному разрушению стеблей растений, что способствует повышению влагоотдачи скошенной массы трав и сохранения питательных веществ за счет равномерной влагоотдачи растением. Обработка растений электрическими разрядами позволяет сократить период голодного обмена веществ в растении, что в свою очередь позволит сократить продолжительность сушки скошенных трав в полевых условиях. Для данной машины предлагается использовать электрифицированный трактор «Беларус» 3023 который вырабатывает электрическую энергию либо установить генератор на спице косилки и использовать электропривод на рабочие органы косилки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басов, А.М. Электротехнология/ А.М. Басов, В.Г.Быков.// – М: Агропромиздат 1985г. – 256 с.
2. Производство грубых кормов (в 2-х книгах)/ Под общей редакцией доктора с.-х. наук, профессора, иностранного члена РАСХН Д. Шпара// Торжок: ООО «Вариант», 2002 Книга 1 – 360с.
3. Понамарев, А.Ф. Производство кормов и рациональные способы их использования/ Белгород Издательство «Крестьянское дело» БГСХА 1999. – 363с.
4. Зафрен, С. Я. Технология приготовления кормов/ М., Колос - 1977. – 240 с
5. Крылов С.В. Современная сельскохозяйственная техника для ворошения трав и ее оценка/ С.В. Крылов, А.Д. Макуть, О.В. Сержанин, И.М. Ковалева// РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»// Межведомственный тематический сборник по «Механизации и электрификации сельского хозяйства», Том 2, Минск 2009 – 173с.
6. Хохрин, С.Н. Корма и кормление животных / С.Н. Хохрин. – СПб.: Лам, 2002. – 512 с.
7. Кузьмин, Н.А. Кормопроизводство / Н.А. Кузьмин [и др.]. – М.: Колос, 2004. – 280 с.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

к.т.н. Лабух В.М., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Проведен математический анализ изменения скорости резания ножа фрезы от угла поворота ротора и предложен способ снижения энергоемкости процесса фрезерования почвы.

Известно, что фрезерная обработка почвы под картофель эффективна. Ее эффективность может возрасти, если операция выполняется совместно с глубоким рыхлением и одновременным формированием гребней. Но т.к. фрезерование достаточно энергоемкая операция и если ее совместить с глубоким рыхлением, то для агрегатирования культиватора нужно будет применять энергонасыщенные трактора, имеющие большую массу, что приведет к повышенному уплотнению почвы в весенний период. В связи с этим необходимо найти способы снижения энергоемкости фрезы при использовании ее для подготовки почвы под картофель.

Было выявлено [1, 2, 3], что для снижения энергоемкости существуют несколько способов: оптимизация параметров рабочих органов, оптимизация режимов работы, изменение состояния почвы. Кроме того, применение фрезерных орудий с вертикальной осью вращения предпочтительнее, чем с горизонтальной. Исследования ранее проводились применительно к фрезам, используемым для сплошной обработки почвы под зерновые, либо для междурядной обработки в виноградниках и ягодниках.

Известно, что ножи фрезы движутся в почве с большой скоростью, а сила сопротивления резанию пропорциональна квадрату скорости. Рассмотрим, как распределяются скорости точек ножа за один оборот ротора.

Ротационные рабочие органы одновременно участвуют в двух движениях: переносном - вместе с машиной имеющей поступательную скорость V_{Π} и относительном - вращении вокруг оси ротора с окружной ско-

ростью V_O . Т.к. любая точка рабочего органа движется в одной плоскости достаточно составить два уравнения ее движения. Отнесем движение ножей фрезы к неподвижной системе координат xOy с началом в точке O (рисунок 1, а). Начало координат совместим с осью ротора. Когда центр ротора переместится из точки O в точку O_1 , точка A лежащая на ноже в результате поворота на угол $\varphi = \omega t$ и перемещения фрезы на $S = V_{\Pi} t$, попадает в точку A_1 .

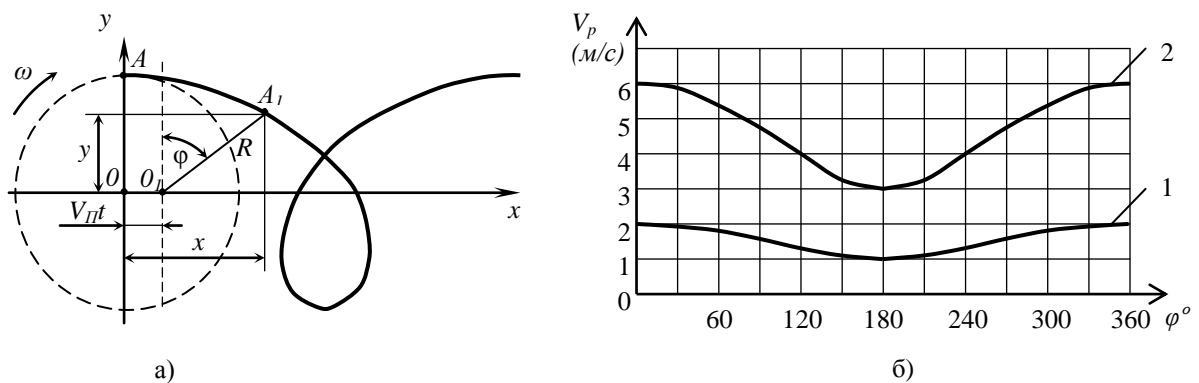


Рисунок 1 - а) Схема к определению закона движения и траектории рабочих органов фрезы. б) Зависимость скорости резания V_p ножа фрезы от угла поворота ротора φ

При этом уравнения ее движения будут иметь вид

$$x = V_{\Pi} t + R \sin \omega t; \tag{1}$$

$$y = R \cos \omega t; \tag{2}$$

где R - радиус ротора.

Важным показателем, характеризующим режим работы фрезерных машин, является кинематический параметр λ , который можно определить:

$$\lambda = V_O / V_{\Pi}. \tag{3}$$

Если $\lambda > 1$ - траектория движения ножа представляет собой плоскую кривую - удлиненную циклоиду (трохоиду).

Для определения абсолютной скорости движения ножа или скорости резания V_p уравнения движения продифференцируем по времени:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = V_{II} + R\omega \cos \omega t ;$$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = -R\omega \sin \omega t ;$$

но так как $R\omega = V_O$, получим

$$V_p = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_{II}^2 + 2V_{II}V_O \cos \omega t + V_O^2} ; \quad (4)$$

или с учетом выражения (3)

$$V_p = V_{II} \sqrt{1 + 2\lambda \cos \omega t + \lambda^2} . \quad (5)$$

На рисунке 1, б представлена зависимость скорости резания от угла поворота ротора при $\lambda = 3$. Причем на кривой 1 $V_O/V_{II} = 1,5/0,5$, а на кривой 2 $V_O/V_{II} = 4,5/1,5$. Таким образом установлено, что скорость резания является величиной переменной, зависящей от угла поворота ротора и более интенсивно изменяется при изменении V_O , чем V_{II} . Данный фактор нужно учитывать и при фрезеровании почвы, в том месте, где скорость резания максимальна, применять либо предварительное рыхление, либо выглубление ножей.

Необходимо отметить, что в процессе работы вертикальной фрезы вследствие движения ножей по трохоиде происходит частичное наложение следов рабочих органов друг на друга. В результате образуются зоны многократной обработки почвы, а это ведет к увеличению затрат энергии на выполнение технологического процесса. По данным [2] площадь зон лишнего резания почвы может составлять 15 %. Снижение этого негативного явления можно добиться выглублением ножей в задней половине окружности, описываемой ими в относительном движении [3]. Однако в этом случае за счет большой разности сопротивления почвы в передней и задней половинах обрабатываемой окружности, появляется сила реакции всех ножей, направленная в одну какую-то сторону, что вызывает колебания агрегата.

Анализ проведенных исследований показал, что при использовании вертикально- фрезерного культиватора для подготовки почвы под карто-

фель можно значительно снизить его энергоемкость, если применять в технологии с осенним нарезанием гребней.

Весной, когда почва в гребнях, нарезанных с осени прогреется выполняют обработку фрезерным культиватором (рисунок 2) причем два соседних ротора 1 проходя симметрично относительно гребней 2 проводят их рыхление. В данном случае рабочие органы 3 с максимальной скоростью будут двигаться между гребнями, не находясь в контакте с почвой.

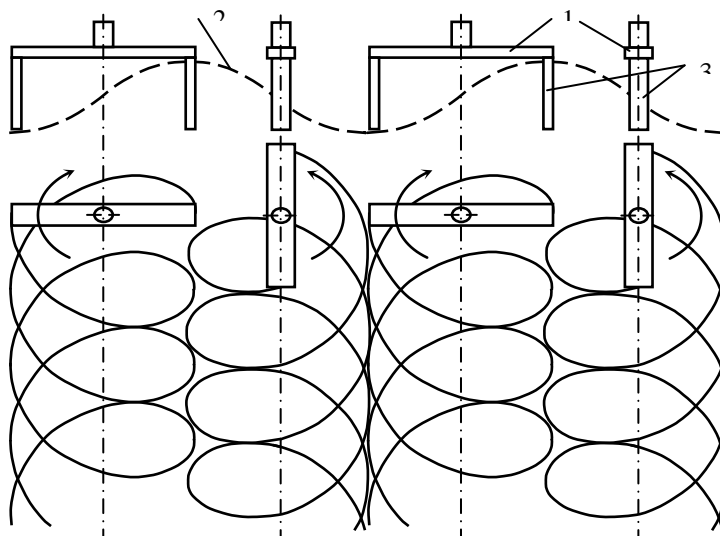


Рисунок 2 - Схема рабочего процесса

При взаимодействии рыхлителей с почвой возникает подталкивающая сила, направленная по ходу движения агрегата, что исключает буксование трактора. Таким образом, снижая энергоемкость обработки почвы, появляется реальная возможность устанавливать перед фрезой глубокорыхлители для разрушения плужной подошвы в зоне распространения корневой системы растений и подготавливать почву к посадке за один проход агрегата по полю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панов И.М. Механико-технологические основы расчета и проектирования почвообрабатывающих машин с ротационными рабочими органами. Дисс. на соиск. учен. степени докт. техн. наук. М.: Типография ВИСХОМ, 1983.- 432 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия том IV-16 - М.: Машиностроение, 1998.- 720с.
3. Мостовский В. Б. Исследование процесса обработки приствольных полос вертикальными фрезами и обоснование типов и параметров их рабочих органов. Дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Киев. УНИИМЭСХ, 1980.- 198с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТЕНИЙ МАЛИНЫ, КАК ОБЪЕКТОВ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ХИМЗАЩИТЫ

К.т.н. Кузнецов В.В, ФГБОУ ВПО «Брянская БГСХА»

Представлены методика проведенных экспериментальных исследований, компьютерная обработка и анализ результатов эксперимента по определению характеристик растений малины как объектов механизированной химзащиты

Обязательным элементом современных технологий возделывания малины является механизированная химическая защита от вредителей, болезней и сорной растительности. При этом конструктивные особенности и режимы работы опрыскивателей зависят от характеристик растений малины как объектов механизированной химзащиты. Основными влияющими параметрами являются высота растений и закономерность распределения листьев по высоте.

Целью исследований явилось экспериментальное определение длины растений малины сорта «Гусар» различного возраста и характеристик высоты расположения листьев.

Измерения проведены на товарной плантации КФХ «Ягодное» Выгоничского района Брянской области. Для измерений использовались деревянные рейки с прикреплённой измерительной лентой с ценой деления 0,001 м. Всего измерены параметры 1200 растений малины сорта «Гусар» на делянках, выбранных путём рандомизации. Обследовались делянки сроков использования 3, 5 и 7 лет. Результаты измерений подверглись статистической обработке.

Результаты замеров показали, что в рядах товарной плантации в весенний период обработки рядов гербицидами произрастают растения малины различной длины. Ранжированная кривая распределения 1187 растений малины сорта «Гусар» по длине приведена на рисунке 1.

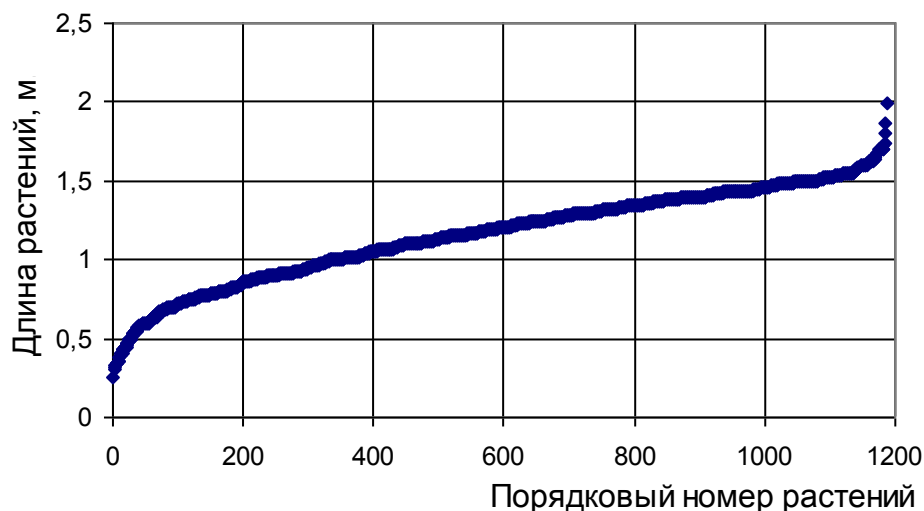


Рисунок 1 – Кривая ранжирования длины растений малины сорта «Гусар» срока использования 3, 5 и 7 лет

Основное количество растений (75 %) имеет длину от 0,75 до 1,5 м. Длину до 0,75 м имеют 17 %, а свыше 1,5 м – 7 % растений. Таким образом, 83 % растений малины в период внесения гербицидов имеют высоту свыше 0,75м.

Проанализируем расположение числа растений по ярусам плодовой стенки с шагом 0,1 м. Вариационная кривая длины растений малины сорта «Гусар» срока эксплуатации 3...7 лет представлена на рисунке 2.

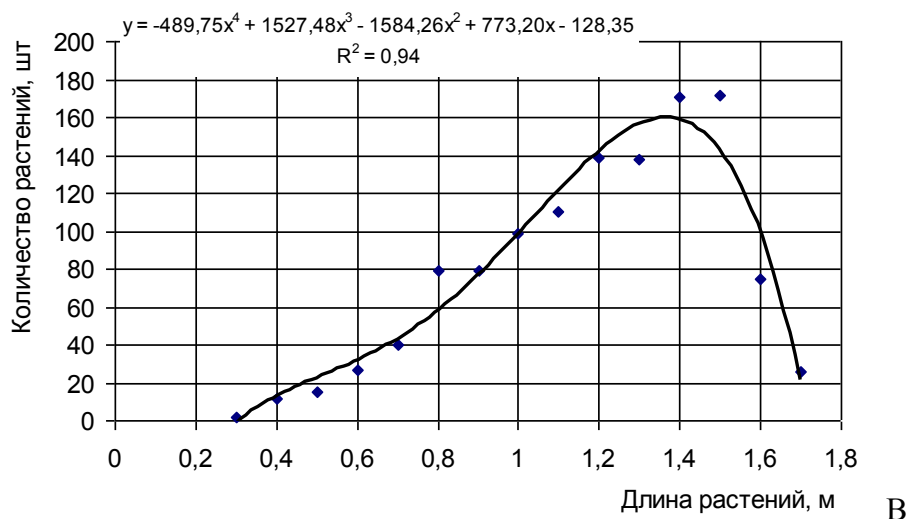


Рисунок 2 – Вариационная кривая длины растений малины сорта Гусар срока эксплуатации 3...7 лет

Очевидно, что в агротехнический период внесения гербицидов в диапазоне высоты 0...0,3 м находится всего лишь 1,2 %растений. Имеется риск попадания всей вегетативной части этих растений в зону факела и последующая гибель их без гибели всего куста. Однако, такую высоту в период весенней обработки гербицидами имеют лишь молодые не плодоносящие побеги. Их гибель не принесёт ущерб урожайности, а может служить полезным дополнением к операции механического прореживания.

Рассмотрим полученное распределение длины растений в зависимости от возраста плантации (рисунок 3).

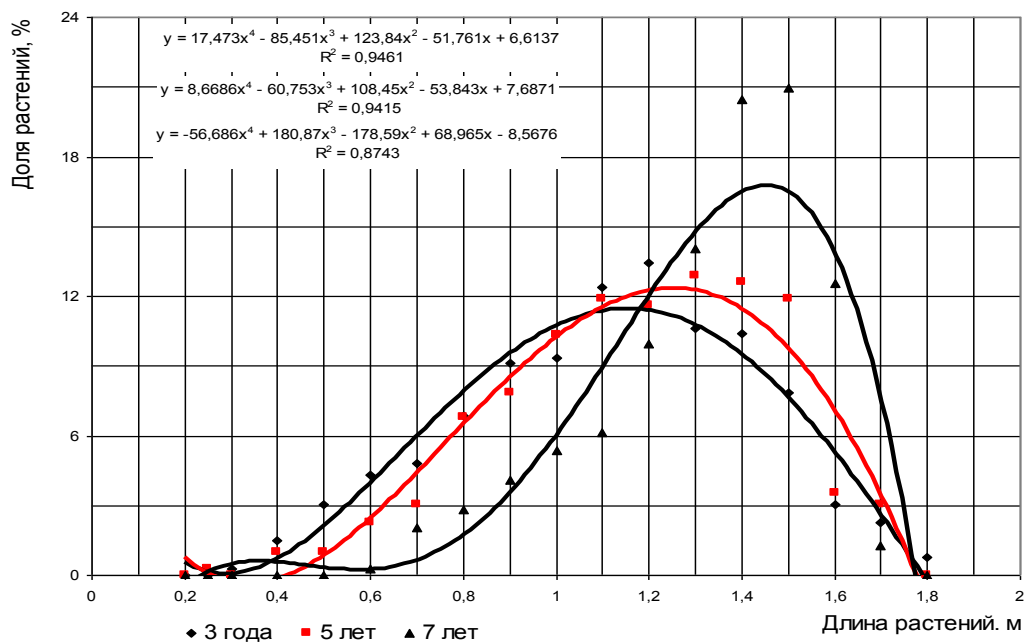


Рисунок 3 - Вариационная кривая длины растений малины сорта «Гусар» срока эксплуатации 3, 5 и 7 лет

С увеличением возраста плантации, возрастает доля длинных растений малины в плодовой стенке (рисунок 3). Одновременно снижается доля растений имеющих длину до 1 м. Особенно интенсивно такое снижение происходит после пятилетнего возраста. Доля растений малины длиной до 0,4 м у всех исследованных возрастов одинаковая, а различие начинается в диапазоне свыше 0,4 м.

Из суммарной вариационной кривой высоты расположения листьев малины сорта «Гусар» срока эксплуатации 3...7 лет (рисунок 4), следует, что в диапазоне высоты 0...4 м находится не более 1 % растений.

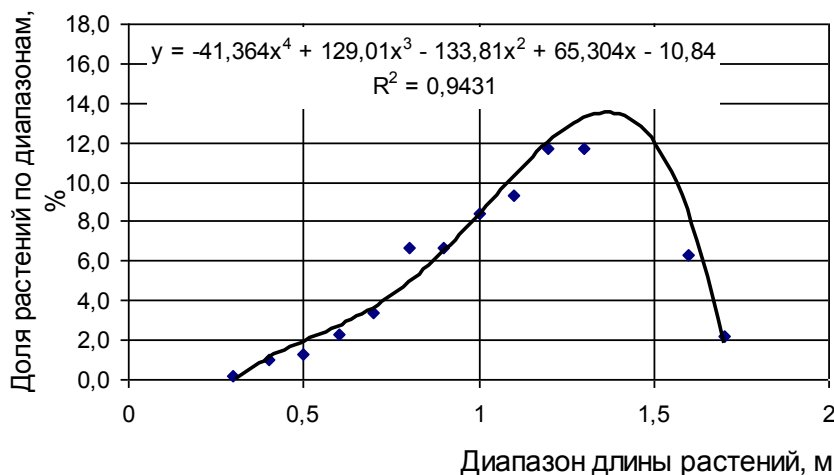


Рисунок 4 – Суммарная вариационная кривая высоты расположения листьев малины сорта Гусар срока эксплуатации 3...7 лет

Рассмотрим закономерность высоты расположения листьев на растениях малины различных сроков эксплуатации по выборкам. (Вариационные кривые по годам представлены на рисунке 5.)

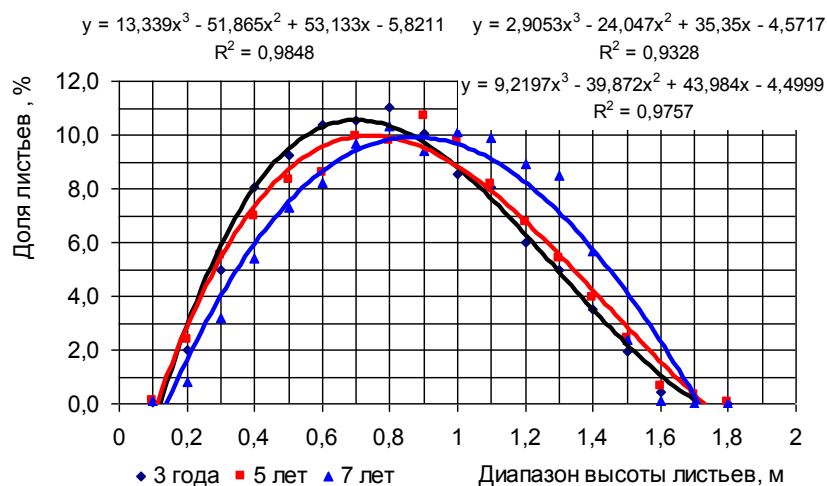


Рисунок 5 - Вариационная кривая высоты расположения листьев малины сорта «Гусар» срока использования 3, 5 и 7 лет

Средняя высота расположения листьев на растениях малины увеличивается с увеличением возраста плантации (рисунок 5). В интересующем

диапазоне высоты 0...0,3 м у растений плантации малины возраста 3 и 5 лет доля листьев практически одинаковая и составляет 5,3 %.

Полученные результаты необходимо учитывать при определении числа, высоты установки и углов наклона распылителей во время подготовки опрыскивателей к работе на плантациях малины.

УДК – 631.3:629.3.014.2.033:636.085

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ МТА НА ПОЧВЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

К.т.н. Лапик В.П., аспирант Адылин И.П., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Описаны метод и результаты определения воздействия на почву различных современных МТА в полевых условиях.

Современное сельское хозяйство России – это инновационный путь развития с применением технологий и широкозахватных, высокопроизводительных МТА. Применение такой техники обусловлено наименьшими затратами денежных средств и высокой производительностью. Это принцип современного агробизнеса.

Однако, наряду с получением прибыли, которая в первую очередь предусматривается в такой системе, есть и негативные моменты применения широкозахватной, а значит и тяжелой техники. Поэтому вопрос о применении и выборе широкозахватных агрегатов на полях Брянской области является актуальным.

Во-первых, как известно, широкозахватные агрегаты целесообразно применять на хорошо выровненных полях с большой площадью. В Брянской области до идеального варианта выравненности полей еще далеко. Применение широкозахватных агрегатов в определенной степени позволяет производить выравнивание, но не в полной степени. При использовании практически каждого такого агрегата на невыровненных полях возникают

проблемы с различного рода выходом их из строя. Как правило, не выдерживают больших нагрузок рама и рабочие органы из-за контакта с неровностями на полях.

Во-вторых, тяжелые тракторы и агрегируемая с ними тяжелая сельскохозяйственная техника при контакте с почвой переуплотняет ее, способствует снижению уровня воздуха и воды. Так же происходит разрушение частиц почвы механическим путем. Таким образом, плодородный слой почвы превращается в пыль, которая сильно подвержена выветриванию и вымыванию.

Для сравнительной характеристики на дерново-подзолистых почвах Брянской области были проведены исследования по воздействию на почву различных современных МТА.

Для измерения нормальных давлений исследуемых рабочих процессов применялся датчик давления производства фирмы CAS, созданный на основе тензодатчиков (рисунок 1).



Рисунок 1 – Датчик давления высокой точности

Для обработки полученного сигнала применялись портативный кейт LTR-U-1-4 и модуль LTR-212 [1]. В сборе данный портативный кейт и многоканальный тензометрический 24-битный АЦП представляют собой гальваноизолированное функционально завершённое устройство, что в свою очередь обеспечивает высокую точность получаемых данных.

Программа для замера уровня давления машинно-тракторных агрегатов на почву была написана на графическом языке программирования «G» в среде разработки «LabView» 8.5. Эта среда разработки так же использовалась в качестве платформы для выполнения написанной программы. Данные получаемые в результате каждого опыта сохранялись в файл и в дальнейшем были обработаны в программе «Microsoft Office Excel 2007».

Датчик давления устанавливался в слоях почвы 0,3, 0,4 и 0,5 м. Траектория движения тракторов проходила по центральной оси датчика и со смещением в сторону на 0,3 метра (рисунок 2).

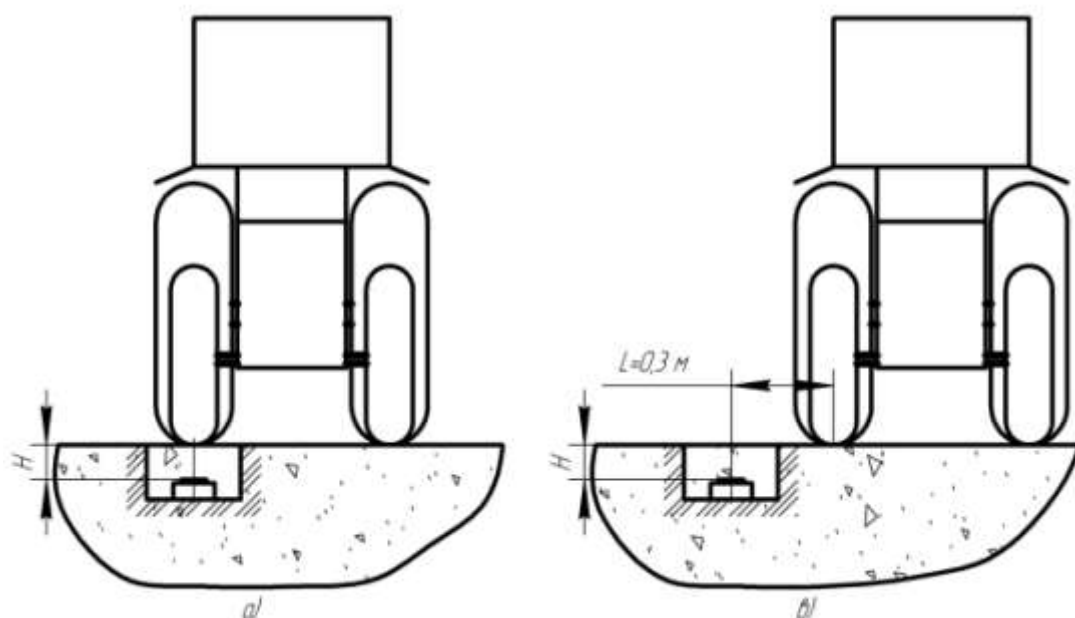


Рисунок 2 – Варианты воздействия на датчик тракторами: а) воздействие по оси датчика; в) воздействие на расстоянии 0,3 м от оси датчика

В полевых испытаниях были задействованы тракторы следующих марок: «John Deere», «Challenger», «Agrotron», «Terrion», МТЗ. Полевые испытания проводились по рекомендациям, описанным в государственном стандарте ГОСТ 26953-86 [2]. «Agrotron», в частности, был агрегатирован с «Fliegl Gigant» – выдвигающий прицеп. Обработка результатов полевых испытаний представлена на рисунках 1-3.

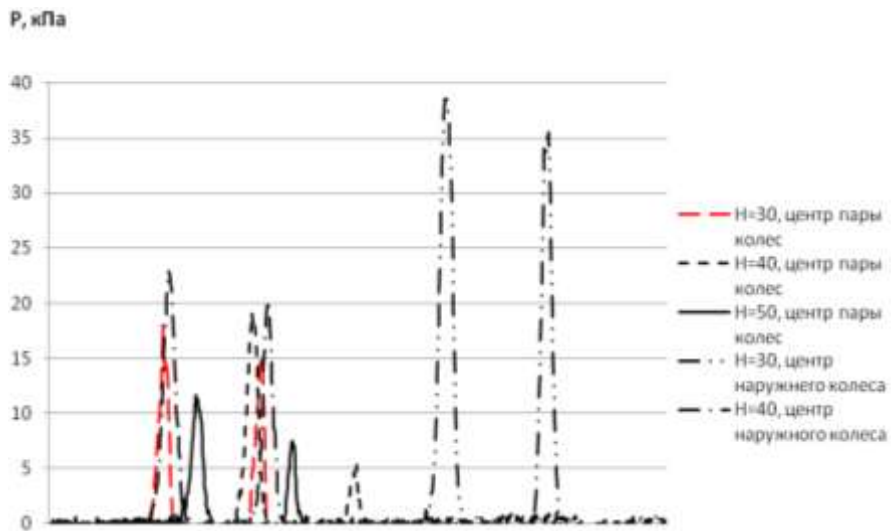


Рисунок 1 - John Deere 9430 + отвал Degelman 6600 16-1

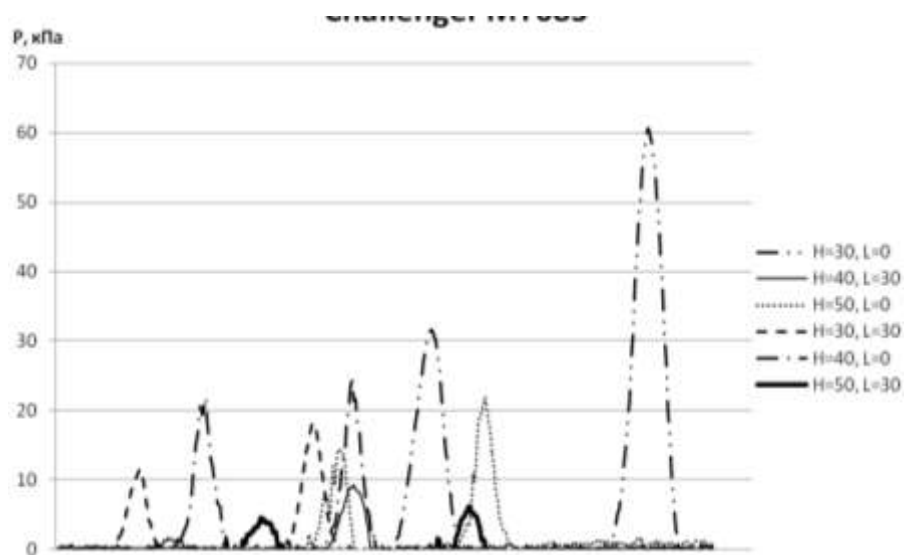


Рисунок 2 - Challenger MT685

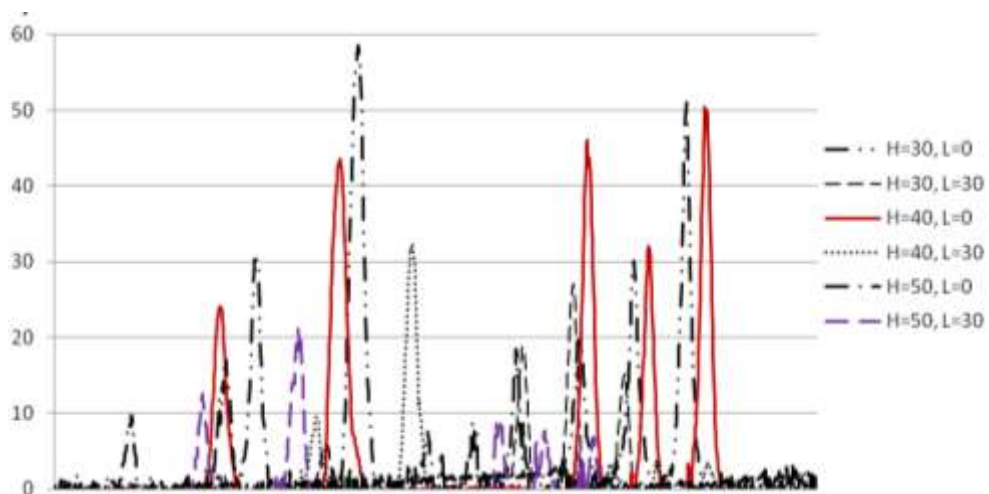


Рисунок 3 - Deutz Agrottron 265 + Fliegl Gigant ASW 270

По результатам полевых испытаний получена сравнительную характеристику (таблица 1). Данные исследования показали, что наиболее негативное воздействие на почву оказывает трактор «Terrion» АТМ 4200, который в 1,7 раза больше воздействует на почву, чем МТЗ-82 и в 1,3 раза больше, чем МТЗ-1221. Наименьшее же воздействие оказывает трактор МТЗ-82, который в 1,7 и 1,3 раза меньше уплотняет почву, чем трактора «Terrion» АТМ 4200 и МТЗ-1221 соответственно.

Таблица 1 – Характеристика воздействия тракторов на почву

Марка трактора	Эксплуатационная масса, кг	Максимальное давление на почву, кПа
«John Deere» 9430 + отвал «Degelman» 6600 16-1	16116 + 2600	39,1
«Challenger» МТ685	10300	60,8
«Deutz Agrotрон» 265 + «Fliegl Gigant» ASW 270	9050 + 870 (вес на дышло) 7980 (вес пустого прицепа по осям)	58,7 42,2

Очевидно (таблица 1), что максимальное воздействие на почву оказывает «Challenger» МТ685 – 60,8 кПа, что в 1,04 раза больше чем «Deutz Agrotрон» 265 (58,7 кПа) и в 1,6 раза больше «John Deere» 9430 (39,1 кПа). «Deutz Agrotрон» 265, в свою очередь, в 1,5 раза больше воздействует на почву, чем «John Deere» 9430.

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее щадящее воздействие на почву оказывают трактора со сдвоенными колесами. Но наиболее приемлемым вариантом является применение в конструкциях тракторов гусеничных систем, которые оказывают минимальное давление на почвы. Также необходимо применять гусеничные системы для перегружателей груза, чтобы полностью исключить использование автомобильного транспорта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.lcard.ru/> – ООО «Л КАРД». Индустриальные системы управления и сбора данных.
2. ГОСТ 26953-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия двигателей на почву.

УДК 631.2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТА

Аспирант Рыченкова Ю.А., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Предложена конструкция установки для приготовления компоста, позволяющая получать готовый компост при помощи наиболее эффективного способа аэрации за короткий промежуток времени с наименьшими затратами.

В настоящее время существует множество технологий и технических средств, реализующих переработку органического сырья. Все большее предпочтение отдается аэробным способам компостирования.

Существует несколько способов аэробного компостирования (рисунок 1). Одним из самых распространенных способов является компостирование в буртах на открытых площадках [1]. Аэрация осуществляется подачей воздуха через перфорированную трубу или трубы, располагаемые в основании бурта. Труба присоединяется к вентилятору, а режим его работы определяется готовностью компоста. Существенными недостатками данного способа являются потребность в больших площадях, зависимость от погодных условий и низкое качество продукта.

При компостировании в траншеях аэрацию проводят при помощи специальных агрегатов, которые движутся над траншеей по специальным направляющим, вороша материал таким образом, что он постепенно передвигается от одного края траншеи, где производится загрузка свежего сырья, к другому, где отбирается готовый продукт [4]. Способ имеет ряд недостатков: высокая энергоемкость процесса, обусловленная частым ворошением, необходимым для обеспечения аэрации в траншеях.



Рисунок 1 – Способы и устройства для аэробного компостирования

Наибольшее предпочтение в настоящее время отдается компостированию в камерных установках [1, 3]. При этом компостирование происходит в закрытом помещении, аэрация осуществляется с помощью системы, выполненной в виде перфорированных труб или решет. Заполнение данной установки осуществляется при помощи фронтального погрузчика, прицепа навозоразбрасывателя или транспортера, после чего материал компостируется в течение 8-12 суток, после чего свежий компост полностью выгружают из помещения и закладывают новую партию. Обладая рядом преимуществ: значительное сокращение времени приготовления компоста, обеспечение полного обеззараживания компостируемой смеси и, как следствие, получение конечного продукта высокого качества. Данная установка имеет систему аэрации в виде перфорированных труб, расположенных в нижней части установки, что приводит к забиванию их водой и мелкими включениями компоста и является их недостатком.

Более прогрессивные технологии осуществляются в установках модульного, барабанного и вертикального типа [2]. Отличительные особенности установок, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика установок компостирования методом аэрации

Характеристики	Установки		
	Модульного типа	Барабанного типа	Вертикального типа
Конструктивная особенность	бункеры ангарного типа больших размеров	вращающийся барабан	вертикальные этажи
Способ загрузки/выгрузки	верхняя загрузка; полная выгрузка, отгрузка трактором	загрузка с одного конца барабана, полная выгрузка с другого	верхняя загрузка, полная нижняя выгрузка
Система аэрации	нижняя с принудительной подачи через перфорированные трубы	принудительная по всей цилиндрической поверхности при вращении барабана	принудительная от нижнего этажа к верхнему
Время приготовления компоста, сут.	до 7	до 12	до 4-5
Характер работы	Поточно-непрерывного действия		
Недостатки	Слеживание компостируемого материала	Низкая производительность; высокая металлоемкость конструкции; большие энергозатраты	Высокие удельные энергозатраты

Обзор технологий и установок, реализующих способ ускоренного аэробного компостирования органических отходов, выявляет высокую энергоемкость процесса, металлоемкость конструкций. Общей особенностью установок является применение поточно-непрерывной технологии, которая значительно снижает трудоемкость процесса. Применение таких технологий компостирования применимы для изготовления промышлен-

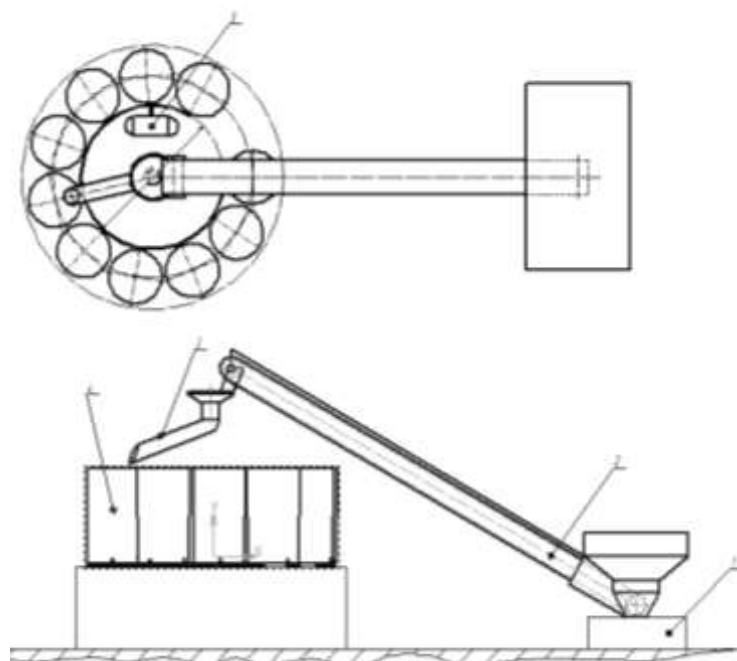
ных объемов компоста. Для небольших, мелких и средних предприятий и хозяйств использование таких видов установок будет нецелесообразно.

Для нужд мелкого и среднесерийного производства в настоящее время известны способы компостирования в открытых буртах, перфорированных емкостях небольших габаритов, требующие применение в основном ручного труда. Известна следующая установка контейнер с ворошителем для приготовления компоста, выполненный из перфорированных металлических листов с двухстворчатым днищем [5]. Для аэрации и (или) увлажнения растительного материала в нем предусмотрены перфорированные пластиковые трубки, закрепленные в боковых стенках и проходящие через контейнер в верхней и нижней его части. Основным недостатком данной установки является наличие перфорированных металлических листов, что приводит к свободному доступу для личинок гельминтов, семян сорных растений и потерей питательных веществ, что приводит к нулю положительный эффект их использования.

Следовательно, возникает задача приготовления качественного компоста для нужд мелкого и среднего производства, которая требует сочетания эффективности методов промышленного производства поточно-непрерывного действия, компактность и универсальность установки.

Предлагаемое устройство для компостирования направлено на решение поставленной задачи. Устройство состоит из измельчителя, загрузчика сырья, распределителя загрузки, биоферментаторов (количество определяется в зависимости от требуемого выхода продукта в кг), распределителя выгрузки и упаковочного устройства. Таким образом, разработанная установка содержит в себе все положительные стороны вышеперечисленных моделей за исключением их недостатков. Это позволяет минимизировать участие в процессе компостирования. Технологический процесс от загрузки сырья до получения на выходе готового продукта становится высокомеханизированным.

Техническим результатом предлагаемой установки для приготовления компоста, является получение готового высококачественного продукта при наиболее оптимальном способе аэрации (нижнем). При этом обеспечивается простота конструкции и монтажа, безопасность и легкость загрузки сырья и выгрузки продукта. Установка (рисунок 2) состоит из биоферментатора закрытого типа с нижней аэрацией, выполненного из продуктов вторсырья (использованных металлических емкостей). Полный цикл приготовления компоста обеспечивается наличием в системе загрузки измельчителя, конвейера и верхнего распределителя, биоферментатора закрытого типа, системы выгрузки с нижним распределителем и упаковкой.



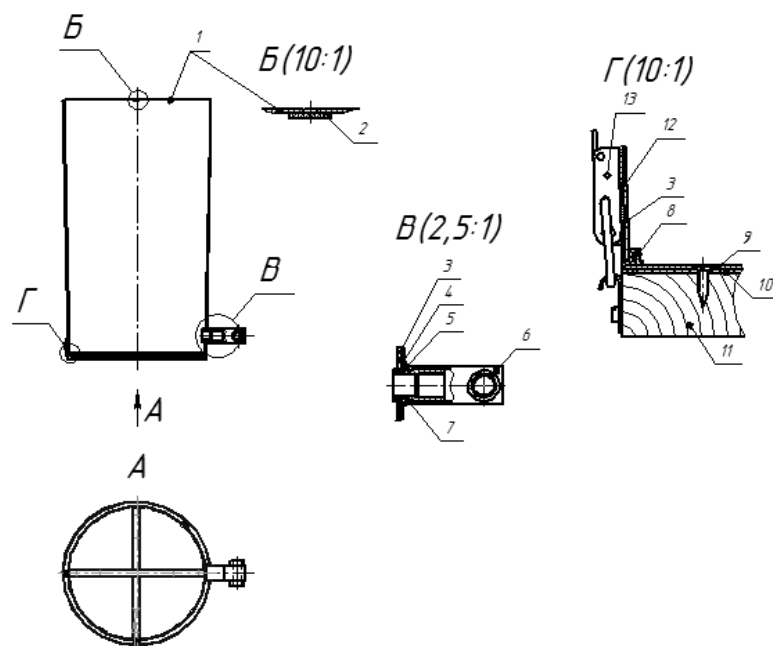
1 –измельчитель; 2 – конвейерная лента; 3 – верхний распределитель; 4 – биореактор; 5 - компрессор

Рисунок 2 – Устройство для компостирования

Измельчитель представляет собой компактор с дисковыми ножами. Конвейер ленточного типа с с-образными зубьями и ограничительными буртами. Верхний распределитель представляет собой направляющий контур с поворотным механизмом. Биоферментатор с нижней аэрацией выше уровня стока. Нижний распределитель представляет собой направляющий контур с системой упаковки.

Применение биоферментатора с нижней аэрацией позволит получать за короткий срок компост по технологии высокого уровня за счет регулярной подачи кислорода воздуха в растительную массу для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих её термофильному разложению, и защите от личинок гельминтов, сорных семян и насекомых, ухудшающих качество компоста.

Конструктивно биоферментатор выполнен в виде емкости цилиндрической формы из металлического листа с отверстием для подачи воздуха, расположенного выше уровня стока, крышки с отверстием для выхода воздуха, герметичного днища, состоящего из металлического листа с уплотнителем, системой аэрации, выполненной в виде полипропиленовых труб и соединителей (рисунок 3).



1 – крышка; 2 – сетка; 3, 12 – стенка; 4, 10 – утеплитель; 5,8 – уплотнитель штуцера; 6 – штуцер; 7- ограничитель; 9 –дно; 11 – брус; 13 – замок-защелка

Рисунок 3 – Биоферментатор

Сырье загружается в измельчитель, измельчается и конвейерной лентой подается в верхний распределитель, а далее в биоферментатор, который закрывается до момента созревания компоста. Через систему аэра-

ции под напором подается воздух с определенной периодичностью и продолжительностью. После созревания компоста днище открывается и готовый компост под действие силы тяжести через нижний распределитель высыпается в пакет, который запаивается и обрезается.

Таким образом, происходит получение готового компоста при помощи наиболее эффективного способа аэрации (нижнего) за короткий промежуток времени с наименьшими затратами как материальными, так и ручного труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконсервация органического сырья) [Текст]: Монография/ Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. – Тверь, ЧуДо, 2006. – 304 с.
2. Мирный, А.Н. Исследование физико-механических процессов аэробного компостирования в многоэтажных ферментаторах [Текст]: дис...канд.тех.наук: 05.20.01. – М., 1966. – 185 с.
3. Миронов, В.В. Совершенствование технологии приготовления компоста с обоснованием параметров аэратора [Текст]: дис. ... канд.тех.наук 05.20.01. – Мичуринск, 2003 – 171 с.
4. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 180 с.
5. Патент на изобретение РФ № 111966, опубл. 10.01.2012, бюл. №1

УДК 633.1

СОБЛЮДЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРИ ЗАГОТОВКЕ И ХРАНЕНИИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

к.т.н. Панова Т.В., к.т.н. Панов М.В., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Зерно - это живой организм, в котором происходит непрерывный обмен веществ. Сохранение и рациональное использование зерна является одной из основных государственных задач.

Для удачного хранения зерна в складах и элеваторах, а также при временном хранении на токах и площадках с наименьшими потерями в массе и качестве и затратами средств не достаточно знать в отдельности каждое свойство зерновой массы.

Исследование параметров зерновой массы и влияние на нее условий окружающей среды показывает, что интенсивность всех протекающих в ней физиологических действий зависит от одних и тех же факторов, важнейшими из которых являются: влажность зерновой массы, температура зерновой массы, доступ воздуха к зерновой массе.

В практике хранения зерна используют три режима:

- хранение зерновых масс в сухом состоянии, т.е. масс, имеющих пониженную влажность;
- хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, т.е. масс, температура которых понижена до пределов, оказывающих существенное тормозящее влияние на все жизненные функции зерновой массы;
- хранение зерновой массы в герметических условиях (без доступа воздуха) [3, 5].

Режим хранения зерновых масс в сухом состоянии основан на пониженной физиологической активности многих компонентов зерновой массы при недостатке в них воды. Так, в зернах и семенах влажностью в пределах до критической - физиологические процессы появляются только в форме замедленного дыхания и фактически не имеют значения. Разъясняется это отсутствием свободной воды, которая могла бы воспринимать не посредственную роль в процессе обмена веществ в клетках семян. Отсутствие свободной воды не дает способности развиваться микроорганизмам. Понятно также, что при хранении зерновой массы в сухом состоянии прекращается развитие клещей и в значимой степени уменьшает жизнедеятельность неких насекомых [1, 5]. Хранение в сухом состоянии - необходимое условие для поддержания высокой жизнеспособности семян в партиях посевного материала. Режим хранения в сухом состоянии является более приемлемым для долгосрочного хранения зерновых масс. Систематическое наблюдение за состоянием партий сухого зерна, их своевременное остывание и достаточная изоляция от окружающих внешних действий разрешают

хранить такое зерно с минимальными потерями в течение 2-3 лет на элеваторах и 4-5 лет в складах.

Традиционно воду убирают или с применением в качестве агента сушки нагретого воздуха - тепловой метод, или употребляют сухой воздух атмосферы - способ солнечной сушки. Нужно при этом держать в голове, что семечки зерновых культур владеют различной термоустойчивостью, поэтому при сушке зерна ржи продовольственного назначения допустима температура нагрева 60°C , а при сушке зерна пшеницы наибольшая температура 50°C . Также необходимо учесть, что, проводя тепловую сушку зерна в зерносушилках, не следует его пересушивать, то есть удалять воды больше, чем это рекомендуется для хранения, так как лишнее удаление воды не оправдывает себя и удорожает процесс сушки. Режим хранения в охлажденном состоянии основан на чувствительности всех живых компонентов зерновой массы к пониженным температурам [2,4].

Для исследования процесса изменения влагосодержания необходимо знать начальное влагосодержание зерна (%),

$$\beta = \frac{m_{\text{вл}}}{m_{\text{сз}}}, \quad (1)$$

где $m_{\text{вл}}$ – масса влаги, кг; $m_{\text{сз}}$ – масса сухой фазы зерна, кг.

Тогда скорость изменения влаги в зерне описывается зависимостью

$$\frac{d\beta}{dt} = \alpha\beta, \quad (2)$$

где t – время высушивания, ч; α – усредненное значение постоянной высушивания, $1/\text{ч}$.

Решая полученное дифференциальное уравнение, получаем

$$\ln \beta = -\alpha t + \ln C_0, \quad (3)$$

Потенцируя обе части полученного выражения и учитывая начальные условия, $t = 0$, $\beta(t = 0) = \beta_0$ получаем зависимость

$$\beta = \beta_0 \cdot e^{-\alpha t}, \quad (4)$$

Преобразуя выражение 1 и подставляя в выражение 4, получим выражение для определения убыли влаги

$$m_{\text{вл}} = m_{\text{вло}} \cdot e^{-\alpha t}, \quad (5)$$

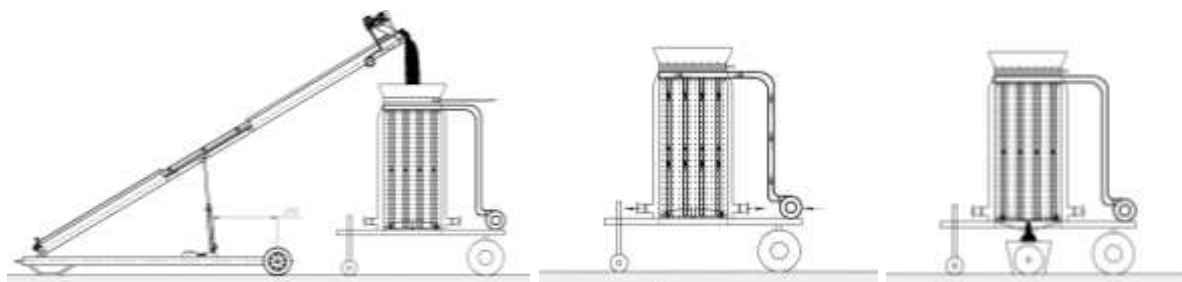
Учитывая, что влажность зерна равна $H = \frac{m_{\text{вл}}}{m_{\text{вз}}}$, определяем массу влаги, с учетом массы зерна с влагой $m_{\text{вз}}$, по формуле

$$m_{\text{вл}} = H \cdot m_{\text{вз}}, \quad (6)$$

Таким образом зная следующие параметры: время высушивания (t), начальное влагосодержание (β_0), массу влаги ($m_{\text{вл}}$), массу зерна с влагой ($m_{\text{вз}}$), мы можем теоретически обосновать конструктивно-режимные параметры зерносушилки.

Так как на территории г. Брянска и Брянской области имеется свыше 1600 сельхозформирований различных форм собственности, из них 962 крестьянских (фермерских) хозяйства для которых зерносушения является необходимостью, то была предложена малогабаритная мобильная зерносушилка (рисунок 1, б) конструктивно состоящая из корпуса, внутри которого располагается контейнер, с перфорацией, имеющей форму ромба, системы воздухоподачи, состоящей из горизонтальных и вертикальных перфорированных труб с расположенными на них датчиками влажности и теплогенератора для подачи воздуха, горизонтальных труб, снабженных обратными клапанами, двустворчатого днища с боковыми ограничителями для выгрузки высушенного или обезвоженного сырья и ограничителей, позволяющих ограничивать угол раскрытия стенок двустворчатого днища. Также имеется конусообразный приемный канал для загрузки исходного сырья, который снабжен задвижкой и отверстиями, позволяющими производить отвод внешней влаги с поверхности задвижки и предотвращать её попадание в корпус зерносушилки. Для транспортировки малогабаритная зерносушилка монтируется на платформе, снабженной механизмом сцепления с автомобилем.

Процесс высушивания зерна с использованием малогабаритной зерносушилки осуществляется по следующей технологической схеме. Контейнер через конусообразный канал посредством норрии заполняют сырьём (рисунок 1, а), нуждающимся в высушивании или обезвоживании, затем закрывают задвижку, и включают теплогенератор (рисунок 1, б).



а) б) в)
Рисунок 1 – Технологическая схема процесса высушивания зерна в малогабаритной зерносушилке

Теплый воздух, проходя по системе воздухоподачи, поступает к сырью, затем, проникая сквозь него теплый воздух, поступает в корпус из которого посредством горизонтальных воздухоотводов удаляется в атмосферу или направляется на обогрев или повторное использование. При достижении необходимого значения влажности тепловентилятор автоматически выключается, открываются створки днища (рисунок 1, в) и происходит выгрузка высушенного или обезвоженного сырья.

Таким образом осуществляется подготовка зерна к хранению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баум, А.Е. Сушка зерна / А.Е. Баум, А.А. Резчиков. – М.: Колос, 1983. – 223 с.
2. Горелова, Е.И. Основы хранения зерна / Е.И. Горелова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 136 с.
3. Жидко В.И. Зерносушение и зерносушилки: учеб. пособие для ВУЗов / В.И. Жидко. - М.: Колос, 1982. - 239 с.
4. Пунков, С.П. Хранение зерна, элеваторно-складское, хозяйство и зерносушение. – М.; Агропромиздат, 1990. - 367 с. - ISBN 5-10-000546
5. Трисвятский Л.А., Мельник Б.Е. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки / Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 1983. - 351 с.

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО ОЧЕСЫВАЮЩЕГО АППАРАТА

*Аспиранты: Сентюров П.Д., Цайц М.В.; к. т. н. Кругленя В.Е.
УО «Белорусская ГСХА»*

Рассмотрено повышение эффективности раздельной технологии уборки льна-долгунца. Отмечается, что наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна применять роторное очесывающее устройство, кинематические параметры которого обоснованы.

Раздельная уборка льна позволяет сместить ее начало в период ранней желтой спелости. За счет более ранних сроков теребления на 5...10 суток сокращается период вылежки тресты. При этом треста получается более высокого качества (выше на 0,3 номера) и с повышенным выходом длинного волокна [1].

При реализации второй фазы раздельной уборки – подборе и отделении коробочек льна от стеблей – необходимо обеспечить минимальный отход стеблей в пуганину и потери семян от недоочеса. Последние, в свою очередь, зависят от типа очесывающего аппарата и условий его работы.

Под технологическим процессом очеса льна понимается отделение семенных коробочек от стеблей. Очес имеет важное значение в комплексе уборочных работ, т.к. обеспечивает льносеющие организации посевным материалом. Несвоевременное проведение его приводит к потерям семян до 30 % и снижению выхода длинного волокна на 8...12 %.

Широко используемыми в серийной льноуборочной технике являются очесывающие устройства, включающие гребневый очесывающий барабан, зажимной транспортер и лопатки для выбрасывания вороха на выгрузной транспортер [2]. Основными недостатками этих устройств являются: низкое качество полученного вороха, так как очесывающий аппарат вычесывает стебли льна до 5...7 % и сорные растения из очесываемой ленты. Металлические гребенки травмируют семена до 10...15 % и частично обрывают верхушечную часть стеблей, что снижает номерность тресты на

0,25...0,5 номера. Наблюдается значительное снижение степени очеса при увеличении толщины обрабатываемой ленты льна. Устройства такого типа имеют относительно большую металлоемкость и энергоемкость [3].

Наиболее рационально для отделения семенных коробочек от стеблей льна применять роторное очесывающее устройство (рисунок 1).

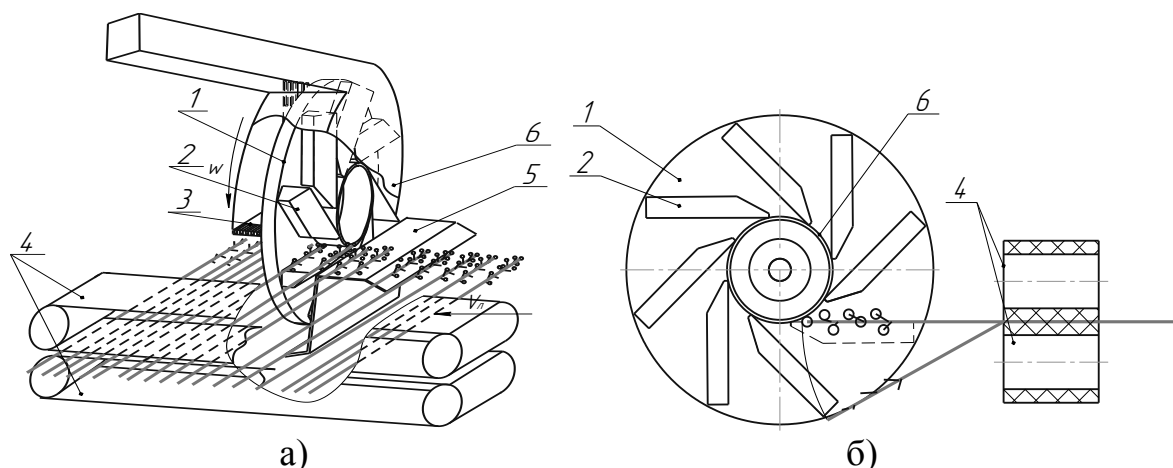


Рисунок 1 – Роторное устройство для отделения семенных коробочек от стеблей: а) - общий вид, б) – вид с боку

Устройство выполнено в виде ротора 1 с косыми рифлеными бичами 2, вычесывающе-транспортирующими лопастями со щетками 3, деки 5. Ротор устанавливается перпендикулярно движению ленты льна, а бичи устанавливаются на роторе так, что в момент касания ленты образуют с ней острый угол, тем самым, устраняя возможность излома стеблей. Стебли льна подаются зажимным транспортером к ротору установленному перпендикулярно движению ленты. Кроме того, зазор между декой и бичами уменьшается при движении стеблей вниз и в нижней части меньше диаметра семенных коробочек, благодаря чему происходит их отделение от стеблей и полное вытирание. При вращении, ротор увлекает бичем порцию стеблей вниз в пространство между ротором и декой. После вытирания бичами стебли попадают под воздействие щеток, которые сбивают оставшиеся в ленте семена. Кроме того лопасти выполняют роль швырялки для транспортирования вороха.

Большое значение при отделении головок льна обмолачивающим аппаратом имеет скорость подачи стеблей и степень травмирования семян и стеблей при обмолоте, интенсивность обмолота и ширина зоны обмолота барабана. Степень травмирования в основном зависит от частоты вращения ротора и типа рабочего органа. Из условия нетравмирования семян

$$V_p < V_{кр}, \quad (1)$$

где V_p – скорость удара бича по ленте, м/с; $V_{кр}$ – критическая скорость удара, при которой начинается разрушение семян (находится в пределах 17...28 м/с), м/с.

Скорость удара бича (рисунок 2) по ленте льна:

$$V_p = \frac{D_p \omega}{2} = \frac{D_p \pi n}{60}, \quad (2)$$

где D_p – диаметр ротора, м; ω – угловая скорость вращения ротора, с⁻¹; n – частота вращения ротора, мин⁻¹.

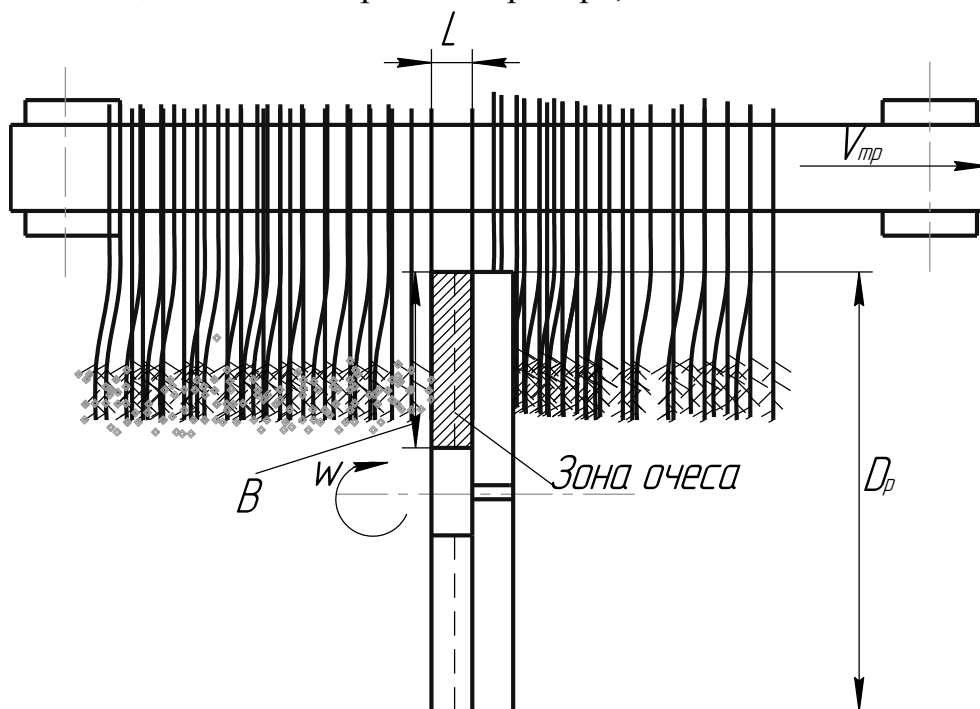


Рисунок 2 – Схема работы роторного очесывающего аппарата

Для предотвращения повреждения стеблей и полноты выделения семян, должно быть выдержано соотношение скорости подачи и частоты вращения ротора

$$V_{mp} = N \cdot L \cdot n, \quad (3)$$

где V_{mp} – скорость подачи стеблей, принимаем равной скорости зажимного транспортера, м/с; N – количество бичей на роторе; L – ширина зоны очеса, принимаем равной ширине захвата бича (рисунок 2).

Из уравнения (3)

$$n = \frac{V_{mp}}{N \cdot L}$$

Подставив полученное выражение в равенство (2), получим:

$$V_p = \frac{D_p \cdot \pi \cdot V_{mp}}{60 \cdot N \cdot L}. \quad (4)$$

Учитывая выражение (1),

$$\frac{D_p \cdot \pi \cdot V_{mp}}{60 \cdot N \cdot L} < V_{кр}. \quad (5)$$

Следовательно, как видим из (5), качество работы обмолачивающего аппарата зависит от согласования частоты вращения ротора, числа бичей и скорости подачи ленты.

Поскольку бичи имеют косую форму, необходимо определить угол наклона рабочей кромки (рисунок 3).

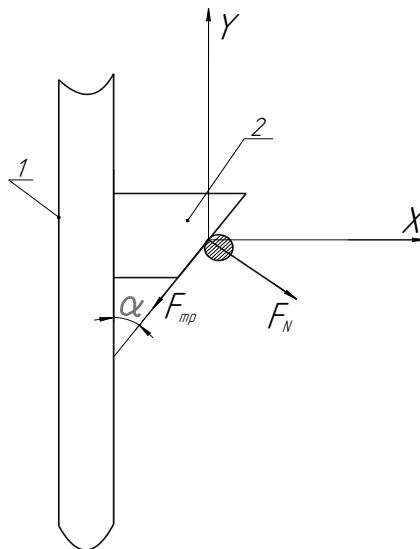


Рисунок 3 - Схема расстановки сил, действующих на бич: 1 – ротор, 2 – бич

Для того, чтобы бич захватывал стебли всей рабочей шириной захва-

та, необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$\Sigma F_x \leq 0. \quad (6)$$

Для этого необходимо определить проекции сил на ось OX:

$$-F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha + F_N \cdot \cos \alpha \leq 0 \quad . \quad (7)$$

Поскольку

$$F_{\text{тр}} = f \cdot F_N.$$

Получим

$$-f \cdot F_N \cdot \sin \alpha + F_N \cdot \cos \alpha \leq 0 \quad . \quad (8)$$

Из уравнения (8) получим:

$$\alpha \geq \arctg(1/f).$$

Следовательно, качество работы обмолачивающего аппарата зависит от согласования частоты вращения ротора, скорости подачи ленты, числа бичей и угла наклона их рабочей кромки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. Наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.
2. Ковалёв М.М., Галкин А.В. Анализ процесса очеса стеблей барабаном с поступательно-круговым движением гребней / Достижения науки и техники АПК. - 2006. №4. С. 25-27
3. Сентюров, П.Д. Совершенствование раздельной технологии уборки льна / П.Д. Сентюров, В.Е. Круглень // Молодежь и инновации – 2011 : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Горки, 25-27 мая 2011 г. / Белорус. гос. сельскохозяйственная академия ; редкол.: А.П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2011. – С. 95–98.

УДК 636. 086. 1. 085

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ УГЛУБЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

*К.т.н. Козлов С.И., инженеры Дубовик А.В., Мельник Д.Ю.
УО «Белорусская ГСХА»*

Качество производства комбикормов в современных условиях должно основываться на разработке и внедрении новых технологий углубленной обработки фуражного зерна.

Анализ априорной информации показывает, что технологии углубленной обработки зерна при производстве комбикормов достаточно широко используются в странах Западной Европы и Америки. В первую очередь

это связано с требованиями, предъявляемыми к качеству комбикормов и их экологической безопасности. Этому свидетельствуют широко используемые технологии и оборудование западных фирм.

Наибольшее применение получило оборудование, использующее при обработке зернофуража, эффект «декомпрессионного шока», «внутримолекулярного трения» под воздействием инфракрасных лучей и «теплого удара». По способу организации эффекта «декомпрессионного шока» выделяется оборудование периодического и непрерывного действия.

Технологическая схема оборудования периодического действия «Преско» представлена на рисунок 1, а. Зерновое сырье, предварительно очищенное, поступает из бункера 1 в дозатор объёмного действия 3 и затем в бункер 4. Здесь формируются порции материала, которые пройдя предварительную гидротермическую обработку в пропаривателе 8, направляются в резервуар для вспучивания 12. Здесь происходит процесс «взрыва» материала за счёт резкого снижения давления на внешние части зерна. Далее для удовлетворения требований заказчиков вспученные продукты измельчают и гранулируют [2].

Недостатком представленного оборудования является: 1) процесс является периодическим; 2) узкий диапазон влажности исходного зернового сырья 18 – 20 % (необходим отбор зерна по влажности или дополнительное увлажнение зерна); 3) необходимость сушки получаемого продукта после обработки; 4) повышенные требования к безопасности при работе персонала с сосудами, работающими под давлением свыше 2 Мпа.

К оборудованию непрерывного действия относятся экструдеры и экспандеры. В экструдерах зерно или зерносмесь нагревается за счёт трения, в процессе его продавливания шнеком через ряд технических ограничений внутри цилиндрического ствола. Процесс экструдирования занимает около 30 с., в течение которого температура повышается до 145 °С, а давление до 4 МПа [1].

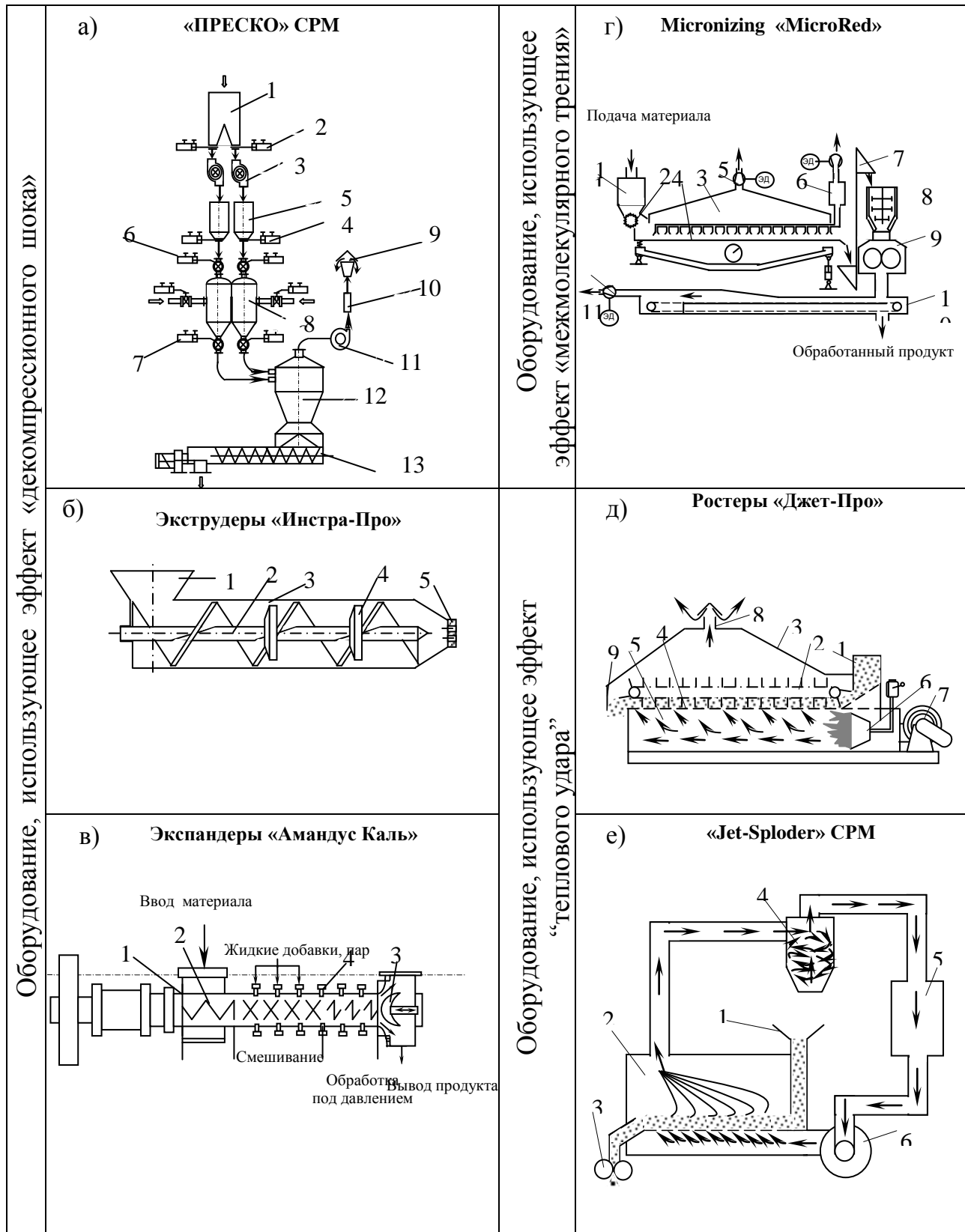


Рисунок 1 – Оборудования для углубленной обработки концентрированных кормов

Рабочий орган экструдера (рисунок. 1, б) условно разделён на четыре зоны: загрузки, пластификации, гомогенизации и выгрузки. Зерновая смесь из приемного бункера 1 подается питателем в рабочий орган. Здесь она захватывается витками червяка 2, истирается и нагревается до требуемой температуры за счёт трения массы. Периодически сжимаясь и перемещаясь, она постепенно переходит из твердоупругого в вязкопластичное состояние. Этот процесс сопровождается физико-химической деструкцией питательных веществ зерна. Недостатком данного способа является: 1) узкий диапазон влажности используемого зернового сырья 14 – 25 % (использование зернового сырья повышенной влажности может привести к залипанию материала, а малой влажности – к недостаточной обработке зерна [3]); 2) обработка материала ведётся в жёстком режиме, вследствие чего может происходить разрушение части витаминного и аминокислотного комплексов зерна [3]; 3) повышенные требования к оборудованию, работающему под давлением до 4 МПа.

В 80-х годах в комбикормовой промышленности начал широко применяться новый вид оборудования – экспандер. По конструкции и принципу действия эти машины аналогичны экструдеру, но отличаются тем, что в них предусмотрена предварительная термическая обработка материала (рисунок 1, в). Экспандер состоит из толстостенного трубчатого корпуса 1, поделенного на сегменты. Он оборудован лопастным валом 2. В корпусе расположены стопорные болты и паровые форсунки 4. В отличие от экструдера на выходе экспандера располагается не матрица, а конус 3, образующий по отношению к корпусу экспандера регулирующую кольцевую щель. За счёт конуса внутри экспандера создается давление материала. Степень обработки зерна и расход энергии процесса регулируются с помощью гидравлического блока [2].

Нормальная рабочая температура при обработке комбикормов находится в диапазоне от 105 до 110° С. Можно достичь давления до 4 МПа и

температуры до 130° С, но всего лишь на очень короткий период, так как общее время прохождения продукта через экспандер составляет несколько секунд. В зависимости от типа оборудования применяются установки производительностью от 0,6 до 80 т/ч.

На рисунке 1, г представлена принципиальная схема установки для обработки фуражного зерна с газовой печью фирмы «Micronizing» [3]. Установка работает следующим образом. Зерно равномерным слоем распределяется на конвейере 3 при помощи питателя – распределителя 2. Скорость ленты регулируется. При сгорании газа внутри керамических трубок они разогреваются до пурпурно-красного свечения и испускают инфракрасные лучи с длиной волны 2...6 мкм. При проникновении ИК-лучей в материал возбуждаются колебания молекул материала с частотой 70...120 млн. мегациклов в секунду, благодаря чему происходят быстрый внутренний нагрев материала и резкое повышение давления паров воды, содержащейся в нем. При этом зерно размягчается, разбухает, вспучивается, растрескивается. После прохождения зерна по конвейеру оно плющится на рифленых вальцах 9.

Основными недостатками данного способа является: 1) необходимость увлажнения зерна; 2) малая глубина проникновения ИК-излучения в обрабатываемый слой материала, в связи с чем допустимая толщина его составляет практически одно зерно; 3) неравномерность нагрева и возможность частичного обугливания зерна; 4) удельные затраты энергии на микронизацию 1 т зерна при этом составляют 150 – 200 кВт.

Термин «Джет-Про»-переработка был выбран компанией «Джет-Про» (США) с тем, чтобы закрепить авторство за теми техническими и технологическими разработками и решениями для процессов высокотемпературной обработки, сушки, охлаждения, структурирования и кондиционирования зернового материала [3]. Основой данных процессов является псевдосжиженный слой, позволяющий интенсифицировать процесс обра-

ботки за счёт помещения материала во взвешенном состоянии в среде, передающей тепло. Наибольший интерес представляют аппараты для высокотемпературной обработки зерна – ростеры (рисунок 1, д).

Ростеры используют движение нагретого воздуха при температуре $t = 500^\circ \text{C}$ как эффективную среду для передачи тепла, без контакта с пламенем. Работа их осуществляется следующим образом. Материал из бункера 1 захватывается и увлекается в установку транспортером 2. При движении транспортера его лопатки и перфорированная поверхность 4 образуют ячейки. В них под действием теплоносителя, проходящего через направляющие перфорированной поверхности, материал переходит в псевдокипящее состояние. При этом происходит его интенсивное перемешивание и термообработка. Обработанный материал выводится через выводной лоток 9, а отработанный теплоноситель – через канал 8.

К недостаткам этих аппаратов можно отнести: 1) повышенную пожароопасность в связи с присутствием открытого пламени; 2) наличие транспортирующего рабочего органа в зоне высоких температур, что увеличивает требования к материалам и конструкции данного рабочего органа; 3) отсутствие системы вторичного использования отработанного теплоносителя.

Принцип высокотемпературной обработки зерна в псевдокипящем слое используется голландской компанией «СРМ» в технологии «Jet-Sploder» (рисунок 1, е). В аппаратах этой фирмы обработка материала происходит в специально организованном режиме «взвеси» в реакторе-теплообменнике 2 [3]. В конструкции теплообменника использованы передовые технические решения, поэтому она защищена авторскими правами.

В качестве теплоносителя используется перегретый воздух с температурой $t = 300^\circ \text{C}$. На выходе из реактора температура носителя колеблется в интервале от 120 до 200 $^\circ \text{C}$. Для эффективного использования теплоносителя, аппарат работает в режиме его рециркуляции. В течение не-

скольких секунд зерновой материал, двигаясь под действием теплоносителя, нагревается до температуры 140 °С, влага в зерне закипает. В результате действия интенсивно испаряющейся влаги зерновка «взрывается». После обработки получаемый продукт подаётся на плющение.

Применение оборудования ведущих фирм Западной Европы и Америки в комбикормовой промышленности РБ сдерживается в первую очередь ценовыми барьерами и патентной защищенностью технологических решений. Стоимость современного оборудования для комбикормовой промышленности этих фирм колеблется на внешнем рынке от нескольких десятков до нескольких сотен тысяч долларов США [3].

Выходом из сложившейся ситуации является совершенствование существующих и разработка новых технологий углубленной обработки зернового сырья на базе имеющегося оборудования с учётом опыта работы ведущих фирм Западной Европы и Америки в данной области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаршунов, В. А. Проблемы переработки фуражного зерна при производстве комбикормов и пути их решения / В. А. Шаршунов [и др.] // Известия БИА. – №2. – 1999. – С. 6–9.
2. Оборудование для экспандирования фуражного зерна ржи: материалы VII Республиканской научн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов посвященной 165-летию академии, Горки, 19 – 21 апреля 2005 г./ ред. кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) и др.; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2005. –Ч.1, 241 с.
3. Прогрессивные технологии и машины для обработки фуражного зерна: ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве: материалы VII Республиканской научн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов посвященной 165-летию академии, Горки, 19 – 21 апреля 2005 г./ ред. кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) и др.; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2005. –Ч.1, 241 с.

УДК 621.9.048.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ НАПЛАВОЧНОЙ УСТАНОВКИ 011-1-02 «РЕМДЕТАЛЬ»

Аспирант Зимин С.А., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Обоснована актуальность модернизации наплавочной установки, приведены преимущества, рассмотрена ее эффективность и уникальные

Одним из основных вопросов исследования являлся выбор установки, позволяющей осуществить процесс электроконтактной приварки (ЭКП)

ленты с возможностью изменения в широком диапазоне основных технологических параметров режима приварки (величина сварочного тока I , усилие сжатия электродов P , длительность сварочного импульса $t_{и}$ и длительность паузы $t_{п}$, частоты вращения восстанавливаемой детали ν и величины продольной подачи h сварочных электродов). В качестве такой установки была выбрана серийно выпускаемая установка 011-1-02 «Ремдеталь», предназначенная для восстановления шеек валов и осей различных типоразмеров ЭКП стальной ленты, проволоки, а также порошковых материалов (техническая характеристика установки представлена в таблице 1).

Таблица 1 - Техническая характеристика установки 011-1-02 «Ремдеталь»

Производительность, см ²	до 60
Толщина привариваемого слоя, мм....	0,15-1,5
Диаметр восстанавливаемых деталей, мм:	20...200
Расстояние между центрами, мм...	1250
Напряжение питающей сети, В	380
Потребляемая мощность, кВА.....	75
Сварочный ток, кА.	5...12
Усилие сжатия электродов, Н.....	1000...3000
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	0...20
Скорость перемещения сварочной головки, мм/мин	4,5...450
Охлаждение	водяное (из магистрали)
Габаритные размеры, мм.....	2760x1140x1580
Масса, кг.....	1130

Значения рабочего сварочного тока определяли с помощью прибора АСУ-1М. Длительность сварочного импульса и паузы регулировали при помощи блока формирования импульсов РКС-501(РКС-801).

Как, указывалось выше, установка предназначена для восстановления наружных поверхностей. С целью модернизации установки были изготов-

лены электроды различных типоразмеров, предназначенные для восстановления внутренних рабочих поверхностей деталей.

В процессе работы над установкой было решено заменить блок формирования импульсов РКС-501 на более совершенный прибор РКС 502 ЛМ с электронно-цифровой индикацией (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модернизированная установка 011-1-02 «Ремдеталь»

Также на переднюю панель установки установили электронные тахометры, которые позволяют измерять скорость вращения детали и скорость движения наплавочной головки с большой точностью.

Таким образом была проведена модернизация серийно выпускаемой установки для ЭКП, позволяющая восстанавливать не только наружные, но и внутренние поверхности деталей.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ **И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** **В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ**

УДК 631.358:633.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ УДАРА ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА БИЛЬНОГО ТИПА В ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА

К.т.н., Кругленя В.Е., ассистент Левчук В.А., УО «Белорусская ГСХА»

Предложен путь усовершенствования работы обмолачивающего устройства за счет мягкой эластичной поверхности рабочего органа с необходимыми параметрами его работы.

Среди возделываемых в настоящее время в Республике Беларусь сельскохозяйственных культур лен-долгунец занимает важное место в качестве сырья для текстильной промышленности.

Однако, несмотря на все преимущества, льноводство в течение последних лет отставало в своем развитии. Это обусловлено значительной трудоемкостью возделывания льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов, а также нехваткой семян высоких посевных кондиций, которые приходится закупать за рубежом. Добиться достижения высокого качества льнопродукции и ее рентабельной реализации всеми уровнями льняной отрасли в рыночных условиях на внутреннем и внешних рынках можно лишь путем вывода отрасли на современный технологический уровень, в связи с чем предусматриваются меры по двум направлениям: по техническому переоснащению отрасли и совершенствованию организации производства [1]. В направлении по техническому переоснащению отрасли ведутся большие работы по созданию новых и совершенствованию существующих машин. Однако, решение по разработке высокопроизводительных, надежных, с высокими показателями качества работы машин для условий Республики Беларусь сдерживается отсутствием научно обоснованных конструкторских и технологических решений.

В целях сокращения сроков уборки льна и получения высокого урожая льнотресты, характеризующейся высоким выходом и качеством льноволокна по опыту европейских стран, в республике переходят поэтапно на заводскую технологию обмолота льна, с учетом модернизации льноперерабатывающих предприятий, в том числе с очесом семенных коробочек в технологической линии переработки льнотресты. Однако очесывающие устройства технологических линий первичной обработки льна не эффективно работают в некоторых регионах Республике Беларусь, это связано с климатическими условиями нашей страны и типа рабочего органа. Одним из недостатков которого, является то, что его работа сопровождается значительным повреждением стеблей и отходом их в путанину (до 8 %). Процесс очеса в устройстве происходит в период принудительного распутывания стеблей и сцепившихся коробочек в обрабатываемой порции льна, когда система параллельных зубьев гребня при своем движении вдоль массы стеблей осуществляет процесс выпрямления, параллельного ориентирования последних. В результате этого коробочки отрываются движущимися относительно друг друга стеблями [2].

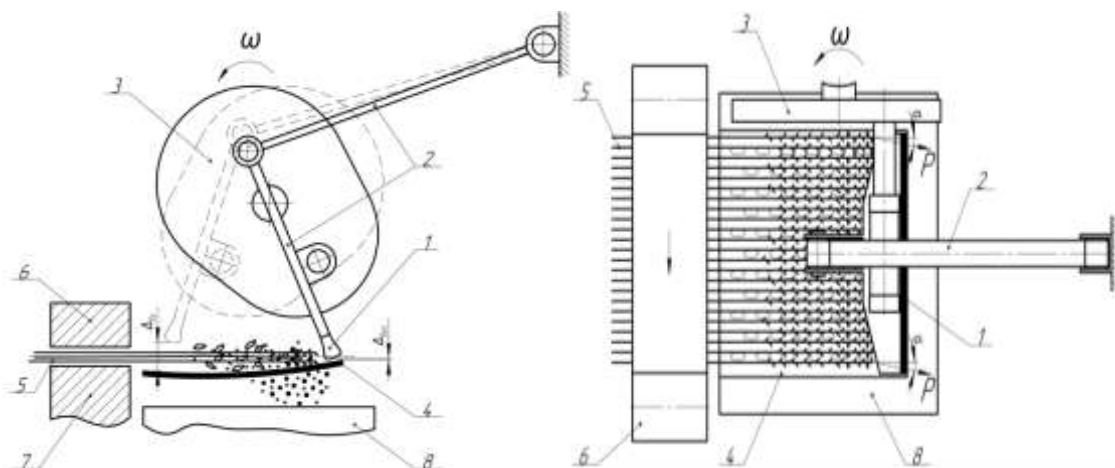
Деформированные, перепутавшиеся в массе других стеблей, они рвутся под действием внешних сил со стороны зубьев гребня, наблюдаются обрыв луба и другие механические повреждения. Все это ведет к образованию и выходу большого количества путанины, а высокая повреждаемость стеблей сказывается в конечном итоге на качестве и количестве льноволокна. Наличие высоких скоростей движения гребней, что обусловлено необходимостью технологического процесса (чистота очеса), приводит к ударному взаимодействию элементов рабочего органа с льносеменем, выделившимся из разрушившихся коробочек, чем и объясняется высокая повреждаемость семян. В противном случае, при более низких скоростях, наблюдаются значительные потери семян от недоочеса, выноса с лентой льна [2].

Поэтому технология заводского обмолота в ряде случаев не имеет

право на существования, а очесывающее устройство простаивает и не используется в технологическом процессе.

С целью устранения выявленных недостатков серийного очесывающего устройства разработана конструкция устройства, сочетающая комбинированное ударно-вытирающее-очесывающее воздействие эластичного рабочего органа (бича) при взаимодействии с верхушечной частью ленты льна находящейся в рабочем зазоре (между решетчатой декой и бичом).

Устройство состоит из ленточно-дискового зажимного транспортера и аппарата бильного типа, который представляет собой эластичный рабочий орган 1, с кривошипным приводом 2, свободно вращающегося на эксцентрик 3 и решетчатой деки 4, выполненной в форме сложной трапецидальной формы с изогнутой вершинной частью (рисунок 1).



1 – рабочий орган; 2 – кривошипный привод; 3 – эксцентрик; 4 – решетчатая дека; 5 – лента льна; 6 – ремень зажимного транспортера; 7 – обрезиненный диск; 8 – ленточный транспортер

Рисунок 1 - Схема обмолачивающего устройства

Лента льна 5, зажатая ремнем 6 зажимного транспортера и обрезиненным диском 7, поступает в зону обмола аппарата бильного типа, где за счет удара эластичного бича 1 по верхушечной части стеблей, содержащей семенные коробочки, происходит обмолот в молотильном зазоре между бичом и декой 4. Бич наносит косой удар по семенной части стебля, который во время удара надежно удерживается в зажимном транспортере и натягивается в

направлении силы P отклоненной на угол α , в результате чего происходит нарушение механических связей между стеблями и частичная их параллелизация в слое за счет мгновенных сил трения возникших в молотильном зазоре.

Так как рабочая поверхность бича имеет зубчатую форму, это обеспечивает внедрение зубьев на всю толщину слоя и способность вычесывание коробочек льна с нижней его части, с наименьшей повреждаемостью стеблей, что увеличивает выход длинного волокна.

Дека 4 установлена относительно бича с регулируемым зазором, уменьшающимся по направлению к выходу от $\Delta_{вх}$ до $\Delta_{вых}$. Под действием центробежной силы обмолоченный льноворох сепарируется через деку и поступает на ленточный транспортер 8 для дальнейшей очистки [3].

С учетом степени нетравмирования семян определим полезную работу бича при его ударе по коробочке льна. При не упругом ударе часть кинетической энергии сохраняется для движения системы соударяющихся тел, а вторая часть превращается в работу деформации этих тел. Поэтому всю работу деформации с известным допущением можно считать полезной. Полный запас кинетической энергии бича при ударе

$$A_0 = \frac{mv_{\sigma}^2}{2}, \quad (1)$$

где m – масса бича, кг; v_{σ} – скорость бича, м/с.

После удара кинетическая энергия бича

$$A_{\sigma} = \frac{m_{\kappa} v_{\kappa}^2}{2}, \quad (2)$$

где v_{κ} – скорость частицы после удара, равная скорости бича после удара, м/с; m_{κ} – масса коробочки, кг.

Если допустить, что начальная скорость частицы $v_{\kappa} = 0$, то и ее кинетическая энергия до удара равна нулю. После удара частица приобретает конечную скорость бича и ее кинетическая энергия

$$A_{\sigma} = \frac{mv_{\kappa}^2}{2}. \quad (3)$$

На основании закона сохранения энергии можно записать

$$A_0 = A_{\sigma} + A_z + A_{\delta}, \quad (4)$$

откуда

$$A_{\delta} = A_0 - (A_{\sigma} + A_z),$$

или

$$A_{\delta} = \frac{mv_{\delta}^2}{2} - \left(\frac{mv_{\kappa}^2}{2} + \frac{m_{\kappa}v_{\kappa}^2}{2} \right). \quad (5)$$

Из (4) видно, что работа деформации прямо пропорционально зависит от скорости бича или коробочки после удара. При обмолоте льна обычно $m_{\kappa} < m$ и конечная скорость $v_{\kappa} = v_{\delta}$. Тогда (5) можно записать

$$A_{\delta} = \frac{mv_{\delta}^2}{2}. \quad (6)$$

Тогда полезная работа от удара бича составит

$$A_{пол} = A_{\delta} + A_z = \frac{mv_{\kappa}^2}{2} + \frac{mv_{\kappa}^2}{2} = mv_{\kappa}^2. \quad (7)$$

Необходимо отметить, что работа деформации, вычисленная по (7), является максимально возможной для случая неупругого удара. На самом деле обмолачиваемый материал и рабочий орган обладают определенной упругостью, которая может быть учтена коэффициентом восстановления.

Тогда (7) можно записать

$$A_{пол} = (1 - k_{yn}^2)mv_{\kappa}^2 = (1 - k_{yn}^2)mv_{\delta}^2. \quad (8)$$

В результате было создано устройство бильного типа с решетчатой декой, для обмолота ленты льна в линии переработки, которая позволяет снизить отход стеблей в путанину и избежать потерь семян с лентой льна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голуб, И.А. Льноводство Беларуси / И.А. Голуб, А.З. Чернушок; РУП «Ин-т льна Нац. акад. Наук Беларуси». – Борисов: Борисов. укрупн. тип. им. 1 Мая, 2009. – 245 с.
2. Круглень, В.Е. Обоснование параметров бильного аппарата для усовершенствования процесса обмолота ленты льна / В.Е. Круглень, М.В. Левкин // Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 25-26 августа 2010 г. / РУП «Науч.-практ. центр Нац.акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П. Казакевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – С.131–134. Очесьявающее устройство: пат.7068 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В.Е. Круглень, М.В. Левкин, С.П. Кокиц, В.И. Коцуба; заявитель УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». - № и 20100161; заявл. 18.02.2010; опубл.02.12.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэ.

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКА ЭКСПАНДЕРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

к.т.н. Козлов С.И., инженер Медведева Е.Н., УО «Белорусская ГСХА»

Определены геометрические параметры рабочего органа (шнека) экспандера в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемой смеси.

В Республике Беларусь остро стоит проблема снижения затратности животноводства. Лимитирующим фактором в кормовых рационах является переваримый белок, проблема производства которого становится всё более актуальной. Это и обуславливает необходимость использования такого высокобелкового корма, как соевые бобы и продуктов переработки сои. В естественном виде питательная ценность полножировой сои не представляет интереса из-за содержания в них биологически активных веществ антипитательной направленности (уреаза, ингибиторы трипсина).

С целью увеличения переваримости зернофуража, инактивации в нём антипитательных веществ и его обеззараживания применяют различные методы обработки: биологические, химические, физические

В качестве недостатков этих способов обработки можно отметить следующие: 1) отсутствие высокоэффективных продуцентов; 2) повышенные требования к обработке материала; 3) соблюдение строгих технологических режимов; 4) возможность протекания побочных, нежелательных реакций; 5) длительность процесса обработки.

Среди технологического оборудования применяемого на постсоветском пространстве аналогичное экспандерам по способу воздействия на материал являются экструдеры.

Однако анализ работы существующего шнекового оборудования для экструзионной обработки зернового сырья позволил сделать следующие выводы: оборудование обладает большой энергоёмкостью; процессы, происходящие в шнековой камере, имеют «жесткий» режим отрицательно

влияющий на аминокислотный состав получаемого продукта; для их изготовления требуется высокоточное оборудование, что делает это оборудование дорогостоящим; невозможность обработки сырья повышенным содержанием жиров, теряется за счет протекания через стыки; материал необходимо предварительно измельчать, что требует дополнительных энергозатрат; целесообразно обрабатывать материал имеющего различные физико-механические свойства, требующие жесткие режимы обработки что совершенно не нужно при обработке чистого зерна.

Поэтому на основании этих выводов ставится задача получить качественный продукт из неизмельченного зернового сырья, но с помощью оборудования имеющего рабочие органы, которые достаточно просты в изготовлении и процесс получения продукта требует меньше энергозатрат.

Для решения этой задачи требуется применить конструкцию шнека простого в изготовлении и с транспортирующей-нагнетательной функцией.

Одним из параметров определяющих работоспособность шнека является его рабочий диаметр и высота витка, который обуславливается значительной разницей в величинах углов подъема винтовых линий лопасти шнека по его диаметру: α_2 – на наружном диаметре шнека $D = 2R_2$, α – на среднем диаметре шнека $d_{cp} = 2R_{cp}$; α_1 – на диаметре вала шнека $d = 2R_1$ [4].

Обрабатываемый материал, находясь под давлением, может перемещаться вперед (к матрице) по поверхности лопасти в том случае, если будет соблюдаться условие

$$P \sin \alpha < f P \cos \alpha, \quad (1)$$

где $f P \cos \alpha = F$ – сила трения на витках шнека, Н; P – сила, действующая на обрабатываемый материал в продольном направлении шнека, Н; f – коэффициент трения скольжения; α - угол подъема лопасти шнека, °.

То есть угол подъема лопасти должен быть меньше угла трения.

Если угол наклона лопасти больше угла трения ($\operatorname{tg}\alpha > f$), материал под действием рабочего давления будет перемещаться назад (к приемному отверстию). Поэтому на поверхности лопасти могут одновременно соблюдаться условия как для перемещения материала вперед, так и для возврата его назад.

Диаметр шнека, на котором винтовая линия имеет угол подъема α_p , равный углу трения, назовем рабочим диаметром d_p , который определяется

$$d_p = \frac{S}{\pi \operatorname{tg}\alpha_p}, \quad (2)$$

На рабочем диаметре $\operatorname{tg}\alpha_p = f$, а углы подъема винтовых линий на поверхности лопасти от R_1 до R_p (рисунок 1), будут больше угла α_p , а на поверхности от R_p до R_2 - меньше угла α_p . Поэтому по поверхности винтовой лопасти между R_2 и R_p материал, находясь под рабочим давлением, будет перемещаться вперед, а по поверхности между R_p и R_1 - назад. Разделение (условное) обрабатываемого материала, перемещаемого вперед, и материала, перемещаемого назад, будет происходить по винтовой линии на рабочем диаметре шнека.

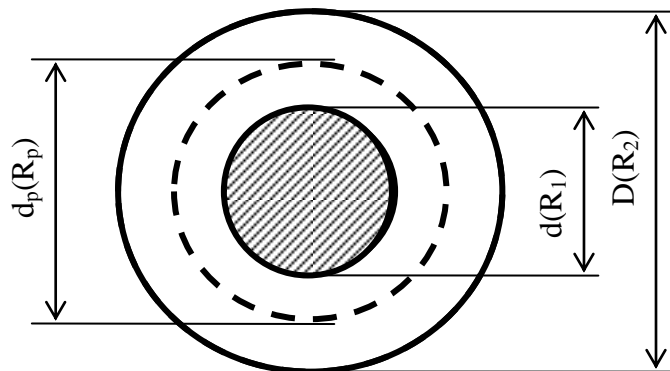


Рисунок 1 - Поперечный разрез нагнетающего шнека и условное расположение рабочего диаметра его лопасти

Рабочая высота поверхности винтовой лопасти есть полуразность

между наружным и рабочим диаметрами шнека, т. е.

$$h_p = \frac{D-d_p}{2} \text{ или } h_p = R_2 - R_1. \quad (3)$$

По поверхности лопасти в пределах ее рабочей высоты обрабатываемый материал перемещается только вперед по всей поверхности.

Одним из главных условий, определяющих рабочую длину шнека, является создание им необходимого давления прессования. Многие авторы рекомендуют определять эту длину исходя из условия $L_{ш} = (5-30) D$, [3].

Еще одним условием при определении длины шнека с внешними источниками нагрева связано с тем, что, двигаясь вдоль шнековой камеры, материал должен нагреться до определенной температуры с помощью нагревательных элементов установленных на шнековой камере (корпусе шнека), чтобы в нем произошли структурные качественные изменения (клейстеризация крахмала, денатурация белка), а также уничтожение антипитательных веществ (ингибиторов трипсина [3,4]. Поэтому

$$L_{ш} = v_{обр} t_{обр}, \quad (4)$$

где $v_{обр}$ – скорость движения обрабатываемого материала вдоль шнековой камеры, м/с; $t_{обр}$ – полное время обработки материала, с.

Полное время обработки материала складывается из времени необходимого для нагрева обрабатываемого материала до заданной температуры и времени его выдержки.

Время выдержки обрабатываемого материала с заданной температурой зависит от степени инактивации антипитательных веществ. Для снижения ингибиторов трипсина на 90...95 % необходимая длительность периода тепловой обработки при температуре 120° С составляет не менее 10...15 с [1, 2].

Время необходимое для нагрева обрабатываемого материала до заданной температуры определяется

$$t_n = \frac{m_1 c_1 (T_{к1} - T_{н1}) + m_2 c_2 (T_{к2} - T_{н2})}{P_{н.э}}, \quad (5)$$

где m_1, m_2 – соответственно, общая масса металлических частей экспандера на которых установлены нагревательные элементы и масса материала, который проходит обработку и находится в корпусе шнека, кг; c_1, c_2 – соответственно, удельная теплоемкость металла из которого изготавливаются металлические части подвергающиеся нагреву и материала который проходит обработку, Дж/(кг·°C); $T_{к1}, T_{к2}$ – соответственно, конечная температура нагрева корпуса шнека и конечная температура обрабатываемого материала, °C; $T_{н1}, T_{н2}$ – соответственно, начальная температура корпуса шнека (равна температуре окружающей среды, где установлено оборудование) и начальная температура обрабатываемого материала (равна температуре окружающей среды), °C; $P_{н.э.}$ – мощность нагревательных элементов установленных на корпусе шнека экспандера, Вт.

Скорость движения обрабатываемого материала вдоль шнековой камеры определяется 1) при отсутствии вращения материала относительно шнека: $\mathcal{G}_{обп} = \omega S_1$; 2) при скольжении материала относительно шнека:

$$\mathcal{G}_{\text{сд}} = (\omega_{\text{ш}} - \omega_1) S_1.$$

Или приняв во внимание выражение (1) имеем

$$\omega_m = \frac{\omega_w d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}{(D-d)(\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2)) + 2 f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}}, \quad (6)$$

тогда получается следующее соотношение

$$\mathcal{G}_{обп} = \omega_w S_1 \left(1 - \frac{d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}{D-d(\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2)) + 2 f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}} \right), \quad (7)$$

Таким образом, зная скорость продвижения материала и необходи-

мое его время обработки можно определить длину шнека.

$$L_{\text{ш}} = \omega_{\text{ш}} S_1 \left(1 - \frac{d}{2(D-d)} \sqrt{\frac{f_1 D S_1 - f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}{D - d (\operatorname{tg}(\alpha + \operatorname{arctg} f_2) + 2 f_2 (d S_1 + (D-d) \cos \alpha)}} \right) t_{\text{обр}}, \quad (8)$$

Полученная зависимость позволяет исходя из физико-механических свойств обрабатываемого материала (коэффициент трения скольжения) и конструктивных параметров установки (длина шнека, наружный и внутренний его диаметры) определить технологические режимы обработки (частоту вращения шнека или время обработки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаршунов, В. А. Проблемы переработки фуражного зерна при производстве комбикормов и пути их решения / В. А. Шаршунов [и др.] // Известия БИА. – №2. – 1999. – С. 6–9.
2. Оборудование для экспандирования фуражного зерна ржи: материалы VII Республиканской научн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов посвященной 165-летию академии, Горки, 19 – 21 апреля 2005 г./ ред. кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) и др.; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2005. – Ч.1, 241 с.
3. Теоретические и экспериментальные исследования процесса экспандирования: актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства: материалы меж. научн.-практ. конф. (Горки, 12–14 окт. 2000г.) / ред. кол.: А.Р. Цыганов (отв. ред.) и др.; Бел. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2001 – 346 с.
4. Определение параметров экспандера с электрическим нагревом корпуса шнека: Наука. Образование. Технологии-2009: материалы II Меж. научно-практ. конф., 10-11 сентября 2009 г., Респ. Беларусь : в 2 ч. / ред кол. : В.И Кочурко (гл. ред) [и др.]. ; – Барановичи : РИО БарГУ, 2009 – Ч.1. – с. 215–217.

631.312.021.3

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РЕЗАНИЯ ЛЕЗВИЯ ЛЕМЕХА

*К.т.н. Старовойтов С.И., к.т.н. Блохин В.Н., инженер Чемисов Н.Н.
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Рассмотрены теоретические аспекты работы изогнутого лезвия лемеха плужного корпуса, работа которого сопровождается деформацией сжатия и растяжения с учетом второй классической теории прочности.

Лемех, как основной элемент плужного корпуса, работает и как лезвие, и как клин. Согласно В.Н. Желиговскому, к лезвию следует отнести ту часть ножа, которая разрезает материал вследствие его смятия. Установ-

лено также, что на долю лемеха приходится более 50 % затрат энергии плужного корпуса.

Если части фрагментированного лезвия изогнуты в сторону лицевой поверхности лемеха по ходу движения, что частица почвы кроме деформации сжатия σ_1 будет испытывать деформацию растяжения σ_3 (рисунок 1).

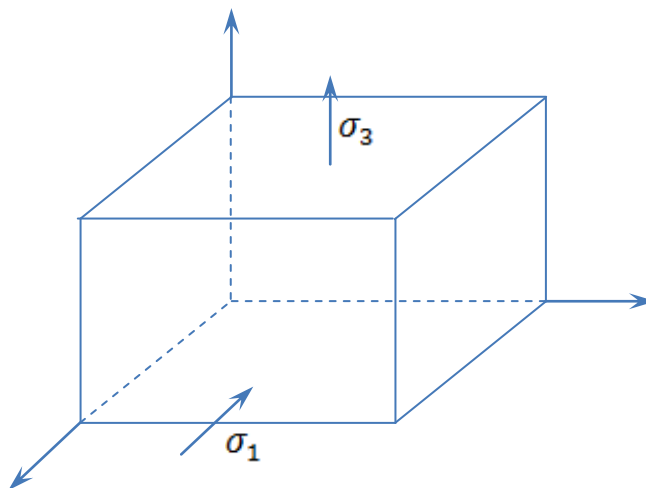


Рисунок 1 - Действие на частицу почвы напряжений сжатия и растяжения

Согласно второй классической теории прочности эквивалентное напряжение

$$\sigma_{\text{ЭКВ}}^{\text{II}} = \sigma_1 - \mu \times \sigma_3, \quad (1)$$

где σ_1 - максимальное главное напряжение; σ_3 - минимальное главное напряжение; μ - коэффициент Пуассона.

Максимальное главное напряжение будет соответствовать напряжению смятия почвы, которую, в частности, можно представить моделью Фойгта

$$\sigma_1 = E \times \varepsilon + \eta \times \dot{\varepsilon}, \quad (2)$$

где E - модуль упругости первого рода; ε - величина относительной деформации почвы; η - коэффициент динамической вязкости; $\dot{\varepsilon}$ - скорость относительной деформации почвы.

Минимальные главные напряжения являются растягивающими напряжениями. Примем

$$\sigma_3 = f(\omega), \quad (3)$$

где ω – значение абсолютной влажности почвы.
Таким образом, усилие резания лезвия лемеха

$$P_{\text{л}} = P_1 - P_3, \quad (4)$$

где P_1 – усилие резания за счет деформаций сжатия; P_3 – усилие резания за счет деформаций растяжения.

В связи с тем, что лезвие лемеха прорезьями разделено на три части усилие резания за счет деформации растяжения

$$P_3 = 3 \times \mu \times \sigma_3 \times L \times \sin\gamma \times t_3, \quad (5)$$

где L – длина фрагмента режущей кромки; γ – угол наклона режущей кромки к стенке борозды; t_3 – часть режущей кромки лезвия, принимающей участие в деформации растяжения.

Примем то, что часть лезвия t_3 , принимающее участие в деформации растяжения, соответствует толщине режущей кромки t_1 .

Усилие резания за счет напряжений смятия

$$P_1 = 3 \times \sigma_1 \times L \times \sin\gamma \times t_1, \quad (6)$$

где t_1 – толщина режущей кромки лезвия лемеха.

Величина относительной деформации почвы ε и величина скорости $\dot{\varepsilon}$ относительной деформации почвы определяется с учетом фундаментальной теории разрушения сельскохозяйственных материалов ударом, разработанной В.П. Горячкиным.

Величина относительной деформации

$$\varepsilon = v/\sqrt{(E/\rho)}, \quad (7)$$

где v – скорость движения плуга; ρ – плотность почвы.

Скорость относительной деформации почвы

$$\dot{\varepsilon} = \frac{v}{(\sqrt{E/\rho})t}, \quad (8)$$

где t – время воздействия лезвия лемеха на почву.

Тем не менее, использование предложенной методики расчетов возможно лишь в случае наличия значений времени воздействия на почву. Так, по данным А.Н. Гудкова продолжительность удара при деформации бесструктурных почв составляет 0,00049 с. Тем не менее, данный вопрос требует уточнения. Известно выражение для определения времени воздействия с учетом скорости распространения продольных колебаний при наличии модуля упругости первого рода

$$t = \frac{\pi \times l}{2 \times \sqrt{\left(\frac{E}{\rho}\right)}}, \quad (9)$$

где l – длина деформируемого тела скольжения.

Длина деформируемого тела скольжения зависит от свойств почвы и глубины хода лемеха.

$$l = \frac{H}{\sin\psi}, \quad (10)$$

где H – глубина хода лемеха; ψ - угол скалывания почвы.

Угол скалывания связной среднеувлажненной почвы, которую удовлетворительно описывает модель Фойгта, определяется по следующему выражению

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{\alpha + \varphi_{\text{внеш}} + \varphi_{\text{внут}}}{2}, \quad (11)$$

где α - угол установки лемеха ко дну борозды; $\varphi_{\text{внеш}}$ – угол внешнего трения почвы; $\varphi_{\text{внут}}$ – угол внутреннего трения почвы.

С учетом выражения (11) длина деформируемого тела скольжения

$$l = \frac{H}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2} - \frac{\varphi_{\text{внеш}}}{2} - \frac{\varphi_{\text{внут}}}{2}\right)}. \quad (12)$$

Примем, что

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_{\text{внеш}}}{2} - \frac{\varphi_{\text{внут}}}{2}. \quad (13)$$

Тогда

$$l = \frac{H}{\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)}. \quad (14)$$

При условии разложения функции $\sin x$ в ряд Маклорена, имеем

$$\sin x \approx x - \frac{x^3}{3!}. \quad (15)$$

Тогда

$$\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) = \left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) - \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)^3}{6}.$$

С учетом преобразований

$$l = \frac{H}{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) - \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)^3}{6}}.$$

Время воздействия

$$t = \frac{\pi \times H}{2 \times \sqrt{\frac{E}{\rho}} \times \left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) - \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)^3}{6}}.$$

Окончательно, выражение (2) примет вид

$$\sigma_1 = \frac{E \times v}{\sqrt{E}} + \frac{2 \times \eta \times v}{\pi \times H} \times \left[\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right) - \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)^3}{6} \right]. \quad (16)$$

Напряжение смятия, зависящее от модуля упругости первого рода

$$\sigma_1' = \frac{E \times v}{\sqrt{\rho}}. \quad (17)$$

Напряжение смятия, зависящее от коэффициента динамической вязкости и угла установки лемеха ко дну борозды

$$\sigma_1'' = \frac{2 \times \eta \times v}{\pi \times H} \times \left[\left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right) - \frac{\left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right)^3}{6} \right]. \quad (18)$$

С учетом того, что угол α является переменной величиной, продифференцируем выражение (18).

$$\frac{d\sigma_1''}{d\alpha} = \left[\frac{2 \times \eta \times v \times \left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right)}{\pi \times H} - \frac{2 \times \eta \times v \times \left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right)^2}{\pi \times H \times 6} \right]'$$

Имеем

$$\frac{d\sigma_1''}{d\alpha} = \frac{\eta \times v}{\pi \times H} \times \left(\frac{1}{2} \times \left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right)^2 - 1 \right).$$

Усилие смятия за счет коэффициента динамической вязкости и угла установки

$$P_1'' = L \times \sin\gamma \times t_1 \times \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\eta \times v}{\pi \times H} \times \left(\frac{1}{2} \times \left(\beta - \frac{\alpha}{2} \right)^2 - 1 \right) d\alpha. \quad (19)$$

Или же

$$P_1'' = L \times \sin\gamma \times t_1 \times \frac{\eta \times v}{\pi \times H} \times \left(\left(-\frac{1}{3} \right) \times \left[\left(\beta - \frac{\alpha_2}{2} \right)^3 - \left(\beta - \frac{\alpha_1}{2} \right)^3 \right] - (\alpha_2 - \alpha_1) \right) \quad (20)$$

Усилие смятия, зависящее от модуля упругости первого рода

$$P_1' = L \times \sin\gamma \times t_1 \times \frac{E \times v}{\sqrt{E}} \cdot \quad (21)$$

Усилие смятия лезвия лемеха в целом

$$P_1 = 3L \times \sin\gamma \times t_1 \times \dots \times \left(\frac{E \times v}{\sqrt{E}} + \frac{\eta \times v}{\pi \times H} \times \left(\left(-\frac{1}{3} \right) \times \left[\left(\beta - \frac{\alpha_2}{2} \right)^3 - \left(\beta - \frac{\alpha_1}{2} \right)^3 \right] - (\alpha_2 - \alpha_1) \right) \right)$$

Окончательное значение усилия резания лезвия лемеха с учетом деформаций сжатия и растяжения

$$P = 3L \sin \gamma t_1 \left[\frac{E \times v}{\sqrt{\rho}} + \frac{\eta \times v}{\pi \times H} \times \left(\left(-\frac{1}{3} \right) \times \left[\left(\beta - \frac{\alpha_2}{2} \right)^3 - \left(\beta - \frac{\alpha_1}{2} \right)^3 \right] - (\alpha_2 - \alpha_1) \right) - \mu \times \sigma_3 \right]. \quad (22)$$

Таким образом, результатом использования полученного выражения с учетом коэффициента динамической вязкости почвы, модуля упругости первого рода, коэффициента Пуассона при известной скорости плужного корпуса является усилие тяги лезвия лемеха.

УДК 621.86

КОМПОНОВКА ГИДРОЦИЛИНДРА ГРУЗОВОЙ САМОСВАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Инженеры: Ковалев А.Ф., Случевский А.М.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Представлены уточненные формулы расчета геометрических параметров силового гидроцилиндра системы грузоподъемного механизма самосвальных платформ сельскохозяйственной транспортной техники.

Основными исходными данными для проектирования гидроцилиндра являются: график суммарного момента (М) внешней нагрузки; время подъема и опускания грузовой стрелы ($t_{\text{раб}}$); допустимые значения угловых скоростей (ε) (перегрузок) и скорости ($\omega_{\text{доп}}$).

Начальная длина гидроцилиндра в сложенном положении и рабочий ход зависят от конструктивной схемы машины и величины действующих внешних нагрузок и определяются обычно графоаналитическим методом. Нагрузка N на цилиндр определяется

$$N = \frac{M}{nh} \quad (1)$$

где M – момент действия груза, стрелы и ветровой нагрузки; n – число гидроцилиндров, $n = 1$ или 2 ; h – плечо гидроцилиндра относительно оси вращения грузовой стрелы.

Из ΔOAB имеем

$$h = \frac{\overline{OA} \times \overline{OB} \sin \beta}{\overline{AB}}, \quad (2)$$

где

$$\beta = \arccos \frac{\overline{OA}^2 + \overline{OB}^2 - \overline{AB}^2}{2 \times \overline{OA} \times \overline{OB}}.$$

Для существующих конструкций телескопических гидроцилиндров средние значения начальной длины составляют $l_{\text{раб}} = (1,6 \dots 3,0)$ м.

Для выявления параметров, определяющих компоновку гидроцилиндра, рассмотрим схему подъема груза, показанную на рисунке 1.

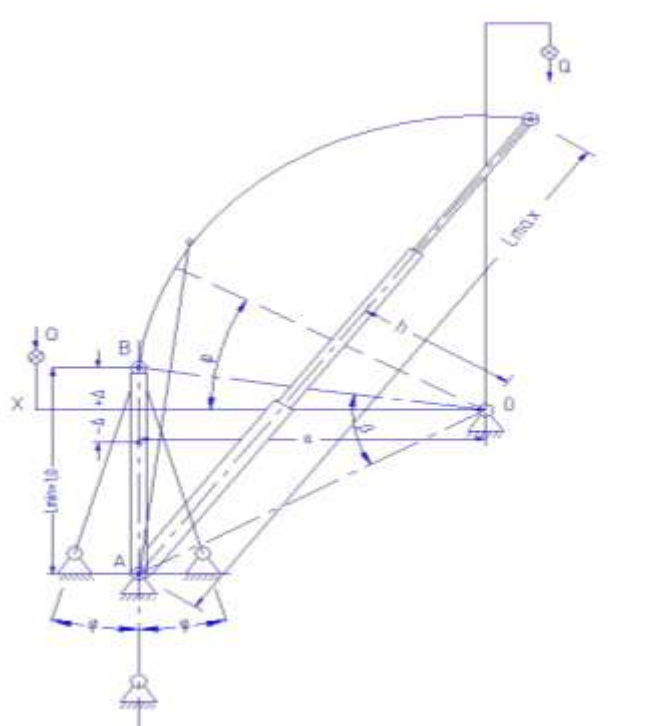


Рисунок 1 – Схема гидроцилиндра

Примем, что в исходном положении ось грузовой платформы совпадает с горизонтальной осью Ox . В точке B гидроцилиндр закреплен на грузовой платформе, а точке A – на раме грузоподъемной машины. Из схемы

видно, что при выборе компоновки гидроцилиндра можно варьировать такими параметрами, как a , характеризующим удаление гидроцилиндра от оси вращения стрелы; Δ , определяющим размещение точки В относительно оси ox , и углом ψ наклона гидроцилиндра.

При выборе точек А и В крепления гидроцилиндра на грузовой платформе и раме машины исходят из следующих предпосылок. Для того чтобы при заданной внешней нагрузке Q сжимающее усилие на гидроцилиндр в начале рабочего хода было наименьшим, в исходном положении гидроцилиндр должен устанавливаться перпендикулярно к линии OB , соединяющей ось вращения платформы с верхней точкой крепления гидроцилиндра. Наименьшее растягивающее усилие в конце рабочего хода будет в том случае, если в исходном положении угол ABO тупой, а также при смещении точки В крепления гидроцилиндра вниз по оси платформы

Некоторому уменьшению рабочего хода способствует установка гидроцилиндра в исходном положении под острым углом ABO , а также смещение точки В вверх от оси платформы.

Для количественной оценки влияния различных параметров на изменение габаритов гидроцилиндра поставленная задача решена в общем виде для относительно большого диапазона исходных параметров [1].

Для решения поставленных задач введем обозначения: l_{\min} и l_{\max} – минимальная и максимальная длины гидроцилиндров соответственно; a – расстояние от оси вращения платформы (точки O) до перпендикуляра, опущенного из точки В на ось платформы; Δ – расстояние от верхней точки В крепления гидроцилиндра до оси платформы; Ψ – угол между осью гидроцилиндра и перпендикуляром к оси платформы; φ – угол наклона платформы к горизонтальной оси Ox ; M_{p_1} – грузовой момент при $\varphi = 0^\circ$; для расчетов примем $M_c = \text{const} = 1$ единице момента; M_c – грузовой момент при $\varphi = 90^\circ$ в единицах момента; N_c – максимальное сжимающее усилие на гидроцилиндр

при $\varphi = 0^\circ$ от действия грузового момента M_c ; $N_{P_1}, N_{P_2}, N_{P_3}, N_{P_4}, N_{P_5}, N_{P_6}$ – максимальное растягивающее усилие на гидроцилиндр при $\varphi = 90^\circ$ от действия грузового момента $[M_{P_i}]$ равного 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 (единиц момента) соответственно; h_1, h_2, h_3, h_4 – расстояние от оси вращения стрелы до продольной оси гидроцилиндра (плечо действия нагрузок N_c и N_{P_i} .) при угле φ равном 0; 30; 60 и 90° соответственно. Очевидно, что

$$N = \frac{M_c}{h_1} ; \quad N = \frac{M_{P_i}}{h_4} \quad (3)$$

Из полученных выражений следует, что при заданных внешних грузовых моментах максимальные сжимающие и растягивающие усилия на гидроцилиндр определяются величиной плеч h_1 , и h_4 которые, в свою очередь, зависят от компоновки гидроцилиндра на машине, т. е. от выбора параметров a, Δ, Ψ .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелик - Гайказов В.И, Подгорный Ю.П., Самусенко М.Ф., Фалаев П.П. Гидропривод тяжелых грузоподъемных машин и самоходных агрегатов. - М.: Машиностроение, 1968. - 262 с

УДК 621.86

ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ УШКОВЫХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ

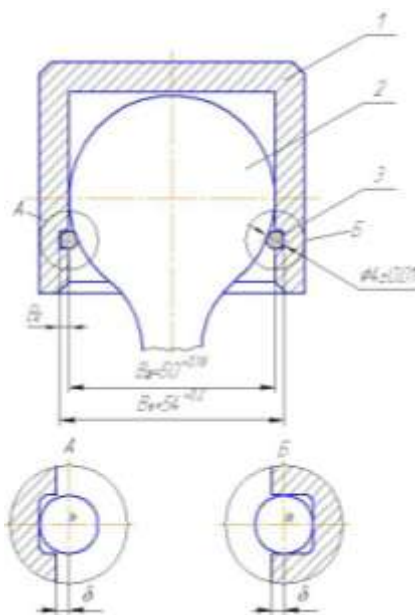
*Инженеры: Ковалев А.Ф., Случевский А.М.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Приведены математические модели расчета на прочность ушковых узлов крепления силовых гидроцилиндров самосвальных платформ сельскохозяйственных транспортных и мобильных гидрофицированных машин

Теоретическое исследование причин придавливания операторов грузовыми самосвальными платформами позволило выявить конструктивно – производственные недостатки в системе гидропривода подъема опускания

платформы. Расчеты точностных и прочностных характеристик соединительного узла, при котором возникает аварийное – рассоединение головки гидроцилиндра с платформой прицепа (схема крепления гидроцилиндра к платформе представлена на рисунке 1) показало, что рассоединение узлов может произойти при нарушении точностных размеров.

В процессе эксплуатации происходит износ стопорного кольца, что приводит к увеличению действия на него динамических сил со стороны шаровой опоры, возникновению составляющих сил выталкивающих кольцо из канавки. Согласно расчетам, глубина канавки может принимать размеры от $V_{Z_{max}} = 2,2$ мм до $V_{Z_{min}} = 1,8$ мм, диаметр проволоки пружинного стопорного кольца: $d_{max} = 4,01$ и мм $d_{min} = 3,99$ мм. Выполненные расчеты говорят о необходимости изменения конструкции крепления гидроцилиндра к платформе, вместо шаровой головки ушковое соединение.



1 – стакан, 2 – шаровая головка гидроцилиндра; 3 – стопорное кольцо

Рисунок 1 – Схема крепления гидроцилиндра к платформе или раме прицепа: А – положение центра кольца при $V_{Z_{min}}$; Б – положение центра кольца при $V_{Z_{max}}$, ∴

Напряжение в ушковом узле определяется по формуле Ляме:

$$\sigma = q \frac{r^2 + r_1^2}{r^2 - r_1^2} \quad (1)$$

где $q = \frac{N}{d_H b}$ – удельное давление в проушине; N – наибольшая растягивающая нагрузка на проушину; d_H – наружный диаметр проушины; b – толщина проушины; r и r_1 – наружный и внутренний радиусы проушины соответственно.

Формула Ляме при расчете проушин дает правильные результаты, если определяются напряжения в беззазорном соединении. При наличии зазора между валом шарнира и внутренней поверхностью втулки в сечении проушины возникает изгибающий момент.

В ряде организаций расчет проушин ведется с учетом изгибающего момента [11,71,75].

Рассмотрим расчетные формулы, а также вспомогательные графики для нескольких типов проушин, наиболее часто встречающихся в существующих конструкциях гидроцилиндров.

Исходными данными для расчета проушины являются тип (рисунок 2), ширина, толщина, диаметр проушины и действующая нагрузка.

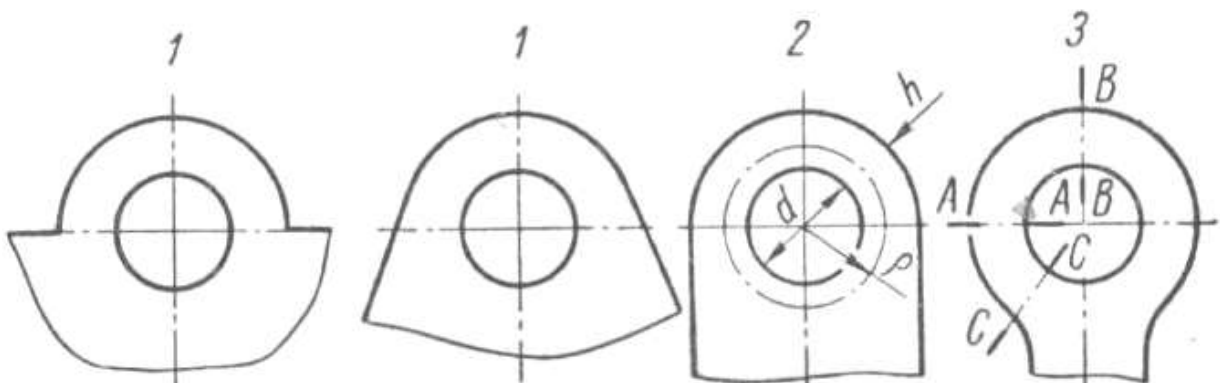


Рисунок 2 – Типы проушин (к расчету проушин)

Напряжения в различных типах проушин определяются.

Тип 1 (рисунок 2).

Сечение А – А :

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2}{F} + c_1 \rho \frac{k_2}{W} \right)$$

$$\sigma_{HAP} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2}{F} - c_2 \rho \frac{k_2}{W} \right)$$

$$\tau = N \frac{k_1}{F}$$

Сечение В – В:

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{k_1 + 0,32}{F} - \frac{k_2 + k_1 - 0,18}{F} + c_1 \rho \frac{k_2 + k_1 - 0,18}{W} \right)$$

$$\sigma_{HAP} = N \left(\frac{k_1 + 0,32}{F} - \frac{k_2 + k_1 - 0,18}{F} - c_2 \rho \frac{k_2 + k_1 - 0,18}{W} \right)$$

Тип 2 (рисунок 2).

Сечение А – А:

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2 + 0,58k_1 - 0,08}{F} + c_1 \rho \frac{k_2 + 0,58k_1 - 0,08}{W} \right)$$

$$\sigma_{HAP} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2 + 0,58k_1 - 0,08}{F} - c_2 \rho \frac{k_2 + 0,58k_1 - 0,08}{W} \right)$$

Сечение В – В:

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{1,15k_1 + 0,03}{F} - \frac{k_2 + 1,73k_1 - 0,55}{F} + c_1 \rho \frac{k_2 + 1,73k_1 - 0,55}{W} \right)$$

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{1,15k_1 + 0,03}{F} - \frac{k_2 + 1,73k_1 - 0,55}{F} + c_2 \rho \frac{k_2 + 1,73k_1 - 0,55}{W} \right)$$

Тип 3 (рисунок 2).

Сечение А – А:

$$\sigma_{BH} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2 + 1,72k_1 - 0,5}{F} + c_1 \rho \frac{k_2 + 1,72k_1 - 0,5}{W} \right)$$

$$\sigma_{НАР} = N \left(\frac{1}{2F} - \frac{k_2 + 1,72k_1 - 0,5}{F} - c_2 \rho \frac{k_2 + 1,72k_1 - 0,5}{W} \right)$$

Сечение В – В:

$$\sigma_{ВН} = N \left(\frac{2k_1 - 0,54}{F} - \frac{k_2 + 3,72k_1 - 1,54}{F} + c_1 \rho \frac{k_2 + 3,72k_1 - 1,54}{W} \right)$$

$$\sigma_{НАР} = N \left(\frac{2k_1 - 0,54}{F} - \frac{k_2 + 3,72k_1 - 0,55}{F} - c_2 \rho \frac{k_2 + 3,72k_1 - 1,54}{W} \right)$$

Сечение С – С:

$$\sigma_{ВН} = N \left(\frac{1 - 1,72k_1}{F} - \frac{k_2}{F} + c_1 \rho \frac{k_2}{W} \right)$$

$$\sigma_{НАР} = N \left(\frac{1 - 1,72k_1}{F} - \frac{k_2}{F} + c_2 \rho \frac{k_2}{W} \right)$$

$$\tau = N \frac{k_1}{F}$$

где D – внутренний диаметр проушины, м; h – ширина проушины, м; δ – толщина проушины, м; ρ – средний радиус кривизны проушины, м; F – площадь сечения проушины, м²; W – момент сопротивления сечения проушины, м²; e – расстояние от центра тяжести до нейтральной линии, м; k_1, k_2 – коэффициент нагрузок; c_1, c_2 – коэффициент формы поперечного сечения проушины; N – наибольшая растягивающая нагрузка на проушину, Н; $\sigma_{ВН}$ – нормальное напряжение в сечении проушины на его внутренней стороне, Па.; $\sigma_{НАР}$ – нормальное напряжение в сечении проушины на его внешней стороне, Па; τ – касательное (скалывающее) напряжение в проушине, Па.

Вспомогательные коэффициенты определяются по графику.

При определении нормальных и касательных (скалывающих) напряжений в проушине с прямоугольным сечением, зная отношение $\frac{h}{2\rho}$, определяются c_1 и c_2 $\frac{e}{\rho}$ (для прямоугольного сечения), а также k_1 и k_2 для вы-

бранного типа проушины. В этом случае

$$F = \delta h \qquad W = \frac{\delta h^2}{6} .$$

При определении нормальных и касательных напряжений в проушине с круглым сечением, по тем же графикам, зная отношение $\frac{h}{2\rho}$, определяются $\frac{e}{\rho}$, c_1 и c_2 (для круглого сечения), а также k_1 и k_2 для выбранного типа проушины,

$$\text{В этом случае } F = \frac{\pi h^2}{4} ; \qquad W = 0,1h^3 \qquad \rho = \frac{d+h}{2} .$$

Напряжение изгиба в цилиндрической цапфе

$$\sigma_{из} = \frac{Nl}{0,4d^2} \tag{2}$$

Удельное давление во втулке

$$q = \frac{N}{2dl_1} \tag{3}$$

Удельное давление в шаровой цапфе

$$q = \frac{6N}{2d_1^2} \tag{4}$$

где N – наибольшая нагрузка на цапфу, Н; d – диаметр цилиндрической цапфы, м; d_1 – диаметр упора шаровой цапфы, м; l – длина цилиндрической цапфы, м; l_1 – длина втулки, м.

Напряжения изгиба в осях шарниров гидроцилиндра

$$\sigma_{из} = \frac{N(l - 0,5l_1)}{0,4d^2} \tag{5}$$

где N – наибольшая нагрузка на ось шарнира, Н; l – расстояние между реакциями опор, м; l_1 – длина втулки проушины, м; d – диаметр оси шарнира, м.

Таким образом получены математические модели расчета на прочность ушковых узлов крепления силовых гидроцилиндров самосвальных платформ сельскохозяйственных транспортных и мобильных гидрофицированных машин

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили-самосвалы в сельском хозяйстве. Эксплуатация, обслуживание и ремонт самосвальных установок /А.С.Мелик-Саркисянц, В.М.Токаренко и др. - М.: Транспорт, 1986. - 102 с.
2. Мелик - Гайказов В.И, Подгорный Ю.П., Самусенко М.Ф., Фалаев П.П.. Гидропривод тяжелых грузоподъемных машин и самоходных агрегатов. - М.: Машиностроение, 1968. - 262 с
3. Олянич Ю.Д., Пантюхин А.И., Мерцалов Н.А. Исследования причин аварийного опускания платформ тракторных прицепов //Охрана труда и здоровья работников АПК. – Орел: ВНИИОТ, 1993.

УДК 621.86/87 – 82

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ГИДРОПРИВОДА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Инженеры: Ковалев А.Ф., Случевский А.М.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Приведены математические модели разработки имитационной математической модели исполнительного гидроцилиндра гидропривода грузоподъемных механизмов

В настоящее время на этапе проектирования актуальна проблема математического моделирования основных параметров грузоподъемного механизма на основе трехсекционного телескопического гидроцилиндра. Обоснование необходимости применения этих методов можно ограничить следующими факторами: неизвестность нагрузок и масс элементов рабочего оборудования на этапе проектирования; существующие методики рассматривают только кинетостатический анализ механизмов, а математические модели не учитывают динамики, массы и сжимаемости рабочей жидкости, упругости звеньев и трубопроводов, сил трения в гидроцилиндрах, и потому дают значительные погрешности в определении нагрузок.

Для определения параметров динамики рабочего процесса исполнительного гидроцилиндра грузоподъемных механизмов использовалась имитационная математическая модель (рисунок 1) [1].

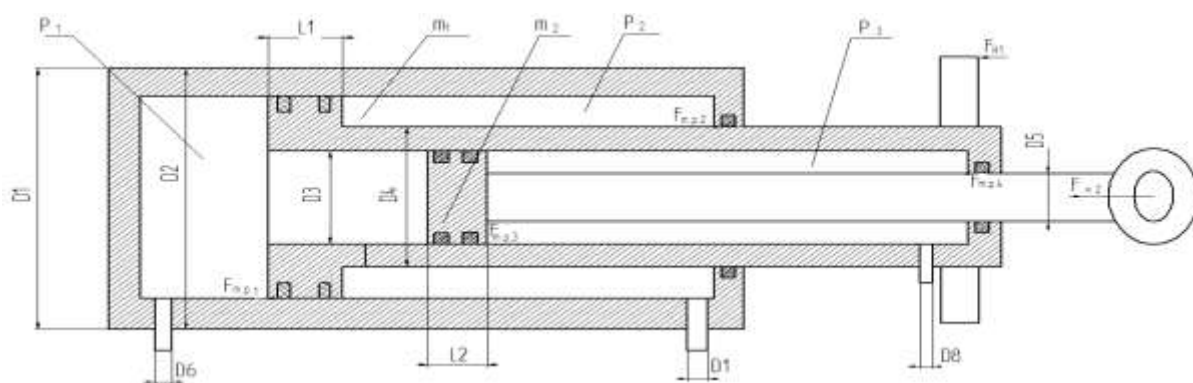


Рисунок 1 – Расчетная схема имитационной математической модели исполнительного гидроцилиндра гидропривода грузоподъемного механизма

Введем следующие обозначения: D_1 – внешний диаметр гидроцилиндра; D_2 – внутренний диаметр гидроцилиндра; D_3 – внутренний диаметр второй секции гидроцилиндра; D_4 – внешний диаметр второй секции гидроцилиндра; D_5 – диаметр штока гидроцилиндра; D_6 – внутренний диаметр штуцера поршневой полости первой секции гидроцилиндра; D_7 – внутренний диаметр штуцера штоковой полости первой секции гидроцилиндра; D_8 – внутренний диаметр штуцера штоковой полости второй секции гидроцилиндра; L_1 – ширина поршня первой секции; L_2 – ширина поршня второй секции; m_1 – масса второй секции с первым поршнем; m_2 – масса второго поршня вместе со штоком; P_1 – давление в поршневой полости первой секции гидроцилиндра; P_2 – давление в штоковой полости первой секции гидроцилиндра; P_3 – давление в штоковой полости второй секции гидроцилиндра; F_{mp1} – сила трения в 1 – м уплотнительном узле; F_{mp2} – сила трения в 2 – м уплотнительном узле; F_{mp3} – сила трения в 3 – м уплотнительном узле; F_{mp4} – сила трения в 4 – м уплотнительном узле; F_{H1} – сила от нагрузки приложенной к цапфе гидроцилиндра; F_{H2} – сила от нагрузки приложенной к штоку гидроцилиндра; $F_{ж1}$ – сила инерции рабочей жидкости в первой полости; $F_{ж2}$ – сила инерции рабочей жидкости во второй полости; $F_{ж3}$ – сила инерции рабочей жидкости в третьей полости.

Уравнение равновесия сил действующих при работе подвижных элементов исполнительного гидроцилиндра

$$F_{дв} - F_{ин} - F_{ж} - F_{тр} = \pm F_H \quad (1)$$

где $F_{дв}$ – движущая сила; $F_{ин}$ – сила инерции подвижных масс; $F_{ж}$ – сила гидравлических сопротивлений течению жидкости; $F_{тр}$ – сила трения в направляющих скольжения и уплотнениях; F_H – сила от нагрузки приложенной к креплению подвижного элемента исполнительного гидроцилиндра.

Рассмотрим систему уравнений цикла работы исполнительного гидроцилиндра (рисунок 1). Полный цикл работы складывается из четырех основных операций.

Выдвижение первой секции

$$F_{дв1} - F_{ин1} - F_{тр1} - F_{тр2} - F_{ж2} - F_{гс2} - F_{н1} = 0. \quad (2)$$

Выдвижение второй секции

$$F_{дв2} - F_{ин2} - F_{тр3} - F_{тр4} - F_{ж3} - F_{гс3} - F_{н2} = 0. \quad (3)$$

Втягивание второй секции

$$F_{дв2} - F_{ин2} - F_{тр3} - F_{тр4} - F_{ж1} - F_{гс1} + F_{н1} = 0. \quad (4)$$

Втягивание первой секции

$$F_{дв1} - F_{ин1} - F_{тр1} - F_{тр2} - F_{ж1} - F_{гс1} + F_{н2} = 0. \quad (5)$$

Движущая сила возникает вследствие подачи рабочей жидкости, в соответствующую полость гидроцилиндра и определяется произведением давления P_i в данной полости на площадь поперечного сечения S_i подвижных элементов, соприкасающихся с рабочей жидкостью

$$F_{дв} = P_i \times S_i \quad (6)$$

Сила инерции подвижных частей равна произведению массы m_i на ускорение a_i этих частей

$$F_{ин} = m_i \times a_i \quad (7)$$

Сила инерции рабочей жидкости вычисляется с учетом переменной массы жидкости при изменении координаты перемещения x_i и плотности рабочей жидкости $\rho_{ж}$

$$F_{ж} = \rho_{ж} \times S_i \times x_i \times a_i \quad (8)$$

Сила трения $F_{тpи}$ в i – том уплотнительном узле, приведенная к штоку гидроцилиндра

$$F_{тpи} = \pi(D_i l_i n_i f_i |\Delta P_i| \quad (9)$$

где D_i – уплотняемый диаметр; l_i – ширина контакта уплотнителя; n_i – количество уплотнителей в штоковом уплотнении; f_i – коэффициент трения в уплотнении; ΔP_i – перепад давления на уплотнителе.

Сила гидравлических сопротивлений от дросселирования рабочей жидкости $F_{гс}$ при вытекании ее из противоположных полостей гидроцилиндра

$$F_{гс1,2} = S_{12} \times P_{с1,2} \quad (10)$$

где $F_{1,2}$ – площадь проходного сечения полостей, определяемая для поршневой полости как: $S_i = \frac{\pi D^2}{4}$, а для штоковой $S_i = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$; $P_{с1,2}$ – суммарные потери давления в магистралях, примыкающих к соответствующим полостям гидроцилиндра.

При сливе масла по этим магистралям потери давления определяются размерами магистралей и скоростью течения рабочей жидкости в них

$$P_{C1,2} = \sum_{i=1}^n k_i V_{жi} \quad (11)$$

где k – коэффициент потерь давления на i – ом участке сливной магистрали; $V_{жi}$ – скорость течения рабочей жидкости на i – ом участке сливной магистрали.

Для трубопровода

$$k_i = \lambda \rho_{ж} \frac{l}{d 2g} \quad (12)$$

где l и d – длина и внутренний диаметр трубопровода, м; $\rho_{ж}$ – плотность рабочей жидкости; g – ускорение свободного падения; λ – коэффициент трения жидкости о стенки трубопровода, зависящий от режима течения жидкости.

При ламинарном режиме течения $\lambda = 75/Re$, при турбулентном $\lambda = 0,3164Re^{-0,25}$, Здесь $Re = \frac{V_{ж}d}{\nu}$ – критерий Рейнольдса, определяющий режим течения жидкости; ν – коэффициент кинематической вязкости. При $Re \leq 2200 \dots 2300$ - режим течения ламинарный, при $Re > 2200 \dots 2300$ - режим течения турбулентный.

Для расчета потерь давления на гидравлических сопротивлениях (отвещения трубопровода, дроссели, распределители) применяют формулу

$$K_i = \zeta \frac{\rho_{ж}}{2g} \quad (13)$$

где: ζ – безразмерный коэффициент местного сопротивления, определяемый экспериментально.

Нагружающие усилия $F_{нi}$ приложенные в местах крепления рабочего оборудования грузоподъемного механизма, зависят от конструкции механизма и являются функциями массы и положения в пространстве его составных частей, приведенного к координате перемещения соответствующей секции исполнительного гидроцилиндра

$$F_{Hi} = f(m_i, x_i) \quad (14)$$

Приведенная имитационная математическая модель может быть положена в основу математического обеспечения САПР, которая позволит уже на этапе проектирования определять работоспособность и нагрузочный режим исполнительных гидроцилиндров грузоподъемных механизмов, рассмотренной в данном разделе конструкции, что в конечном итоге позволит повысить инвариантность расчетов и качество принимаемых проектных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили-самосвалы в сельском хозяйстве. Эксплуатация, обслуживание и ремонт самосвальных установок /А.С.Мелик-Саркисянц, В.М.Токаренко и др. - М.: Транспорт, 1986. - 102 с.
2. Гринчар Н.Г. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности гидроприводов дорожных и строительных машин//Дисс. док. техн наук. – М, 2007. – 369 с.
3. Гриф М.И. и др. Автотранспортные средства с грузоподъемными устройствами для перевозки грузов в контейнерах и пакетах / М.И Гриф, Р.А. Затван, В.Ф. Трофименков. – М. : Транспорт, 1989. – 159 с.
УДК:621.396.967.2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*К.т.н. Царегородцев Е. Л., студенты: Иванов А.С., Степуров Р. В.,
ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА»*

Работа посвящена возможности использования регрессионного анализа для поиска оптимальных условий планирования необходимого количества запасных частей техники в зависимости от неисправностей, возникающих на этапах жизненного цикла сложных технических систем

Обеспечение агропромышленного производства материально-техническими ресурсами играет решающую роль в его интенсификации, механизации, электрификации и автоматизации производства. Нарушение необходимых объемов и сроков поставок техники и ресурсов приводит к существенному снижению уровня интенсификации производства и его падению с одновременным ростом производительных издержек.

Для повышения надежности работы и сокращения времени простоев техники необходимо своевременное снабжение запасными частями, инстру-

ментами и принадлежностями. Создание оптимального комплекта запасных частей и принадлежностей представляет собой достаточно сложную задачу, так как требования к определению такого комплекта противоречивы. С одной стороны, затраты на изготовление и его хранение должны быть минимально возможными, а с другой стороны, требуется высокая надежность сельскохозяйственной техники, для обеспечения которой необходимо увеличение количества запасных частей. Прогнозирование необходимого оптимального количества запасных частей в зависимости от поломок техники возможно проводить на основе расчетов используя, например, теорию регрессионного анализа.

В данном случае при решении такой инженерной задачи возникает необходимость в установлении связи между k независимыми переменными x_1, x_2, \dots, x_k (количество и вид запасных частей) и зависящей от них величиной y (количество и вид поломок техники). Между переменными величинами возможны следующие типы связей: Функциональная связь между неслучайными величинами. В этом случае зависимая переменная y вполне определенно задается независимыми переменными x_1, x_2, \dots, x_k . Функциональная связь между случайными величинами. Стохастическая связь между случайными величинами. Стохастическая связь проявляется в том, что одна из случайных величин реагирует на изменения другой изменениями своего закона распределения. Наиболее простым видом стохастической связи является корреляционная связь. Корреляционная связь между двумя случайными величинами выражается в том, что на изменения одной случайной величины другая случайная величина реагирует изменениями своего математического ожидания или среднего значения. Связь случайной величины с величинами неслучайными [1].

Интерес вызывает анализ последнего вида связи, который широко используют в статистических методах планирования.

Природа связи случайной величины с величинами неслучайными может быть двоякой: измерения зависимой переменной y связаны с некоторой ошибкой измерения, а переменные x_1, x_2, \dots, x_k измеряются без оши-

бок или эти ошибки пренебрежимо малы по сравнению с ошибкой измерения зависимой переменной; значения переменной y зависят не только от контролируемых факторов x_1, x_2, \dots, x_k , но и от ряда неконтролируемых факторов, поэтому при каждом сочетании значений x_1, x_2, \dots, x_k зависимая переменная y подвержена колебаниям случайного характера.

В основе регрессионного анализа лежат следующие предположения: при каждом сочетании значений x_1, x_2, \dots, x_k , величина y имеет нормальное распределение; дисперсия σ^2 теоретического распределения случайной величины y постоянна; тип функции $M[y] = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ известен; независимые переменные x_1, x_2, \dots, x_k измеряются с пренебрежимо малыми ошибками по сравнению с ошибкой в определении y ; переменные x_1, x_2, \dots, x_k линейно независимы.

Таким образом, регрессионный анализ линейного уравнения можно представить в виде последовательности следующих операций: составление X матрицы условий опытов (в рассматриваемом случае количество и тип запасных частей) и Y матрицу наблюдений (в рассматриваемом случае количество и перечень неисправностей техники); построение матрицы X^* , транспонированной к X матрице; вычисление матрицы произведения X^*X ; нахождение матрицы $(X^*X)^{-1}$, обратной матрице X^*X ; вычисление матрицы произведения X^*Y ; определение коэффициентов уравнения регрессии.

Для уравнения регрессии представленного полиномом второго порядка:

$$y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_{12} * x_1 x_2 + b_{11} * x_1^2 + b_{22} * x_2^2$$

и соответствующих исходных данных можно получить уравнение (интерполяционную формулу) для поиска оптимальных условий планирования необходимого количества запасных частей техники в зависимости от неисправностей, возникающих на этапах жизненного цикла сложных технических систем:

$$f(x_1, x_2) = 50 + 4.8 * x_1 - 7 * x_2 + 2 * x_1 * x_2 + 4 * x_1^2 + 3 * x_2^2.$$

Решение полученного уравнения представлено на рисунке 1.

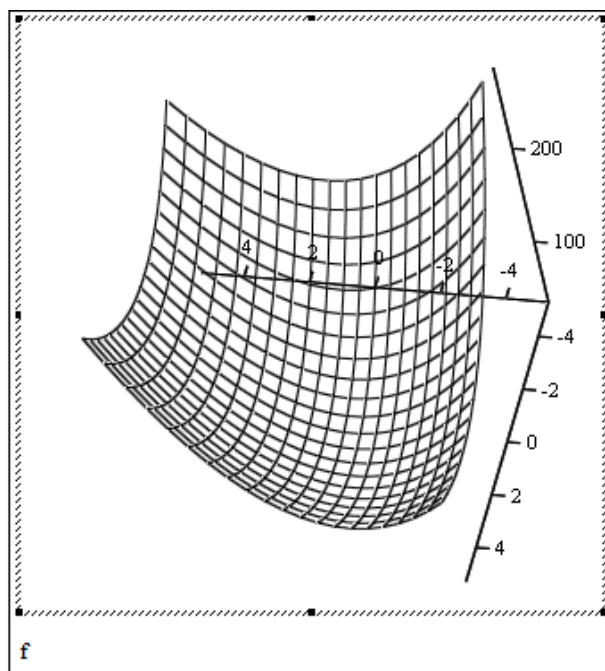


Рисунок 1 – Результаты решения уравнения регрессии

Они в наглядном виде позволяют провести оценку необходимого количества и типаж запасных частей и принадлежностей в зависимости от возникающих неисправностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс». 2007, с. 3-20.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИКИ

УДК 631.352:631.311.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР МАСЛА В РЕДУКТОРЕ МНОГОРОТОРНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ КОСИЛОК

К.т.н. Мажугин Е.И., инженер Борисов А.Л., УО «Белорусская ГСХА»

Обоснована необходимость в определении диапазона рабочих температур масла в редукторе многороторных мелиоративных косилок.

В редукторах многороторных мелиоративных косилок, выпускаемых белорусскими предприятиями (АС-1, К-78М, КДН-210, КРД-1,5), для смазки зубчатой передачи применяется смесь трансмиссионного масла ТЭп-15 и смазки общего назначения солидол Ж в равных долях [1, 2].

Во время работы косилки в масле накапливаются механические примеси, как правило, это продукты износа, которые попадают в масло редуктора от трущихся деталей привода, приводящие к абразивному изнашиванию деталей привода, и как следствие к их преждевременному выходу из строя, что также отрицательно сказывается на надёжности режущего аппарата в целом.

Для того чтобы снизить содержание механических примесей в масле и уменьшить износ деталей привода применяют его очистку [3]. Из всех известных способов очистки масла, наиболее приемлемым для редуктора многороторной мелиоративной косилки, является способ центробежной очистки [4,5]. При исследованиях и расчётах процессов центробежной очистки масла необходимо знать физические свойства дисперсионной среды (масла) такие как плотность и вязкость, и плотность дисперсионной фазы (механических примесей) [6].

Теоретические исследования процесса центробежной очистки жидкости опираются на такие показатели как плотность и вязкость дисперсионной

среды и дисперсной фазы. И если больших трудностей с определением плотности дисперсной фазы (механических примесей) не возникает, то для определения плотности и вязкости дисперсной среды (масла) необходимо выполнять лабораторные исследования. Эта необходимость связана с тем, что дисперсная среда представляет собой двухкомпонентную смесь, плотность и вязкость которой неизвестны.

Вязкость масла напрямую зависит от температуры масла и при различных температурах масла его вязкость также разная (чем выше температура, тем ниже вязкость). То же касается и плотности, с повышением температуры масла она уменьшается [7, 8].

Прежде чем определять вязкость масла и его плотность, определялся диапазон рабочих температур масла в редукторе при работе косилки в полевых условиях.

Мелиоративная косилка работала в условиях рядовой эксплуатации непрерывно на мелиоративном объекте в течение двух часов, с целью создания рабочей температуры масла в редукторе. После чего в полость редуктора через маслозаливное отверстие помещался чувствительный элемент 1 указателя температуры тракторного конденсационного дистанционного ТУ 37.003.16977 (рисунок 1).



1 – чувствительный элемент; 2 – указательное табло

Рисунок 1 – Указатель температуры

Затем от роторов режущего аппарата отсоединялись режущие ножи, так как при вращении они задевали бы чувствительный элемент 1 указателя температуры. Далее режущий аппарат в течение получаса работал на рабочих оборотах без срезания растительности, а в это время снимались показания температуры с указательного табло 2.

Так как ожидаемая температура масла должна быть выше 40° С, чувствительный элемент указателя температуры перед помещением в полость редуктора нагревался до температуры 40° С, с целью увеличения точности измерения за счет уменьшения времени на нагрев чувствительного элемента до реальной температуры масла.

Температура окружающей среды во время проведения замеров контролировалась с помощью ртутного термометра ТЛ–2 ГОСТ215–73, предел измерения 0...100° С, цена деления 1° С. Исследования проводились для косилок марок АС–1 и К–78М.

За минимальную температуру масла в редукторе режущего аппарата мелиоративной косилки во время её работы, можно принять температуру окружающей среды, при которой происходит окашивание объектов. Она зависит как от климатического расположения объекта, на котором происходит окашивание, так и от календарных сроков проведения работ. В целом её можно принять от 15° С до 22° С.

Рабочие температуры масла в редукторах многороторных мелиоративных косилок в зависимости от температуры окружающей среды приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рабочие температуры масла в редукторах многороторных косилок

Температура окружающей среды, °С	23	27	29	31
Температура масла в редукторе косилки марки АС–1, °С	60	63	66	69
Температура масла в редукторе косилки марки К–78М, °С	59	62	65	67

Очевидно (таблица 1), что рабочая температура масла в редукторах многороторных косилок изменяется от 59° С до 69° С в зависимости от температуры окружающей среды. Также хочется отметить, что температура масла в редукторе косилки АС–1 выше чем у косилки К–78М. Это объясняется тем, что косилка марки АС–1 имеет на один ротор больше, а значит и больше узлов трения, от которых выделяется теплота. Также было установлено, что температура масла в редукторе плавно увеличивалась на 1° С в среднем через каждые 3 минуты работы косилки.

Исходя из данных полученных в ходе проведения экспериментов, можно определить вязкость и плотность масла при его рабочих температурах, что необходимо для дальнейших теоретических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косилка откосов каналов К-78М. Руководство по эксплуатации. Минск. 2008. – 44 с.
2. Косилка ротационная навесная АС-1. Руководство по эксплуатации. Минск. 2007. – 38 с.
3. Режущий аппарат роторной косилки: пат. 6876 Респ. Беларусь, МПК А01D 34/00 / Е.И. Мажугин, А.Л. Борисов, С.Г. Рубец; заявитель Белорус. гос. с-х. академия. № u 20100403; заявл. 23. 04. 10; опубл. 30. 12. 10 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – №.6 – С.145
4. Борисов, А.Л. Центробежная очистка масла в режущем аппарате мелиоративной многороторной косилки / А.Л. Борисов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч. – технич. конф. молод. ученых, Могилев, 17 – 18 ноября 2011 г.: / ГУ ВПО Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилев, 2011. – С. 128.
5. Григорьев, М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1983. – 148 с.
6. Гродзиевский, В.И. Реактивные центрифуги для очистки масла в двигателях внутреннего сгорания / В.И. Гродзиевский. – Киев: МАШГИЗ, 1963. – 88 с.
7. Официальный дистрибьютор «Chevron Техако» // Плотность топлив и масел [Электронный ресурс] – 2013 – Режим доступа: <http://dobmaster.ru/> – Дата доступа: 11.01.2013.
8. Папок, К.К. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям / К.К. Папок, Н.А. Рагозин. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 392 с.

УДК 620.91/98.004.14(476)

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

Аспиранты: Малышкин П.Ю., Недосеко М.А, УО «Белорусская ГСХА»

Анализируются альтернативные виды топлива которые могут применяться для улучшения экологических показателей дизелей. Особое внимание уделяется газовому топливу, приводятся физико-химические свойства, особенности применения и описывается способ применения в современных дизельных двигателях оснащенных сажевым фильтром.

При работе силовых установок тракторов и автомобилей в атмосферу выбрасывается большое количество токсичных соединений, которые оказывают вредное воздействие на растительный и животный мир, атмосферу и людей. Снижение вредного воздействия отработанными газами автотракторной техники, на окружающую среду, можно добиться как улучшением организации процессов происходящих в цилиндрах двигателей, так и изменением состава топлива.

Применением альтернативных топлив, можно частично заменить традиционные топлива для двигателей внутреннего сгорания. В числе таких возобновляемых топлив рассматриваются газовые топлива (сжатые, сжиженные газы, биогаз), водород, спирты, которые позволяет не только улучшить экологические показатели двигателя, но и снизить зависимость от нефтяного топлива [1].

Поскольку приспособлять новые топлива к существующим моделям двигателей довольно сложно, целесообразно оценить приспособляемость двигателей к альтернативным видам топлив. При этом необходимо выявить зависимости показателей работы двигателя от показателей качества альтернативных топлив [1]. В тоже время, необходимо решать экологические вопросы и это в свою очередь вынуждает идти по пути постепенного внедрения альтернативных топлив в практику эксплуатации, применяя двухтопливные системы питания двигателей.

С точки зрения производства топлива газ является наиболее приемлемым альтернативным видом, так как в отличие от других видов не нуждается в глубокой переработке.

По данным Вишнякова С.И. считается, что основным препятствием на пути эффективного использования газа в качестве моторного топлива является увеличенная продолжительность индукционного периода при воспламенении и относительно медленное распространение пламени [3].

Для газового топлива температура самовоспламенения относительно

высока и составляет 410...700 С. Поэтому воспламенение газо-воздушной смеси без дополнительных источников зажигания является затруднительным. Температура во время сжатия не должна превышать температуру самовоспламенения водорода. Это поможет избежать преждевременного воспламенения. Таким образом, абсолютная температура в конце процесса сжатия ограничивает степень сжатия. Высокая температура самовоспламенения газового топлива способствует получению более высокой степени сжатия. Более высокая степень сжатия двигателя – очень важное свойство, так как оно связано с тепловым КПД. Тем не менее, недостаток высокой температуры самовоспламенения заключается в том, что газовое топливо трудно зажечь воспламенением от сжатия в дизельном двигателе [4]. При этом газовое топливо имеет более благоприятное, чем традиционные топлива, соотношение углерода (С) и водорода (Н). Углеродное число у современных бензинов составляет около 6, а у сжиженного газа оно равно 4,9 (природного газа 2,98). Более высокое содержание в газовом топливе водорода обеспечивает более полное сгорание в цилиндрах двигателя.

Теплота сгорания газового топлива не эквивалентна теплоте сгорания горючей смеси, поэтому законы аддитивности при расчетах не применимы. Для газообразных топлив теплота сгорания горючей смеси рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{H}{1 + \alpha \cdot l_0},$$

где H_n – удельная теплота сгорания единицы объема газа, кДж/м³; l_0 – стехиометрический коэффициент горючей смеси, м³/м³ [4].

Выделение теплоты на единицу массы у газов несколько больше, чем у традиционных топлив (бензин, дизельное топливо). Однако если сравнивать выделение теплоты на единицу объема горючей смеси, то окажется, что при использовании газа оно снижается на 6...20 %. С увеличением коэффициента избытка воздуха теплота сгорания горючей смеси газовых

топлив уменьшается в меньшей степени по сравнению с жидкими топливами. Сравнение газового топлива с другими видами топлива по физико-химическим свойствам представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение газового топлива с другими видами топлива по физико-химическим свойствам [1]

Свойство	Бензин (C ₄ -C ₁₂)	Дизель (C ₉ -C ₂₅)	Метанол (CH ₃ OH)	Этанол (C ₂ H ₅ OH)	Пропан (C ₃ H ₈)	Природный газ (CH ₄)	Водород (H ₂)
Состояние	Жидкость	Жидкость	Жидкость	Жидкость	Сжиженный газ	Сжатый Газ	Жидкость
Молекулярный вес	100–105	200–300	32	46	44	16	2
Состав, %:							
углерод	85–88	84–87	39,5	52,2	82	75	0
водород	12–15	13–16	12,6	13,1	18	25	100
кислород	0	0	49,9	34,7	0	0	0
Плотность (плотность воды равна 1)	0,72–0,78	0,81–0,89	0,796	0,796	0,504	0,424	0,07
Температура кипения, °С	27–225	190–345	68	78	–42	–161	–252
Температура замерзания, °С	–40	–34	–97,5	–114	–187	–183	–260

Исходя из вышесказанного для дизельного двигателя предлагается использовать газовое топливо как добавку (до 45 %), на номинальном и (или) близких к номинальному режимах. Такое решение позволит значительно улучшить экологические показатели дизеля и незначительно увеличит массу транспортного средства. При этом по сравнению с газодизелем, у которого 70...85 % топлива составляет газ, масса и размеры газовой аппаратуры значительно меньше.

Кроме улучшения экологических показателей, данное решение способствует снижению расхода дизельного топлива, повышению моторесурса дизеля (из-за уменьшения отложений на деталях цилиндропоршневой группы) и увеличению срока пригодности моторного масла [6]. А в дизе-

лях оборудованных сажевым фильтром, еще и очисткой последнего за счет поддержания более высокой температуры отработанных газов, что не требует включения режима регенерации сажевого фильтра [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтернативные виды топлива для двигателей / А.Н.Карташевич [и др.] Монография. – Горки : БГСХА, 2012. – 376 с. :ил.
2. Кульчицкий, А.Р. Токсичность автомобильных и транспортных дизелей / А.Р. Кульчицкий. М.: Академический проект, 2004. 400с.
3. Сомов В.А., Лесников А.П. Физико-химическое регулирование процесса сгорания в дизеле путем оптимизации состава топлива. // Тезисы докладов Всесоюзн. науч. конфер. «Перспективы развития комбинир. дв. вн. сг. и двигателей новых схем и топлив». М. 1980. С. 75-76.
4. Карташевич А.Н. Тракторы и автомобили. Газовое оборудование для автотракторной техники: курс лекций / А.Н. Карташевич, П.Ю. Малышкин, А.А. Сысоев – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. 86 с.
5. Хахимов Р.Т. Анализ применения технических средств системы питания газового двигателя / Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей, тракторов и двигателей: Сб. науч. тр. междунар. науч. техн. конф. СПб., 2007. с. 219-231.
6. Кленников Е.В., Мартиров О.А., Крылов М.Ф. Газобаллонные автомобили. – М.: Транспорт, 1986. – 175 с.

УДК 621.86.063.25

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОРНОГО МАСЛА

К.т.н. Рудашко А.А., инженер Полховский Н. Д., УО «Белорусская ГСХА»

Рассмотрена проблема контроля технического состояния двигателя по параметрам моторного масла. Приводится метод контроля моторных масел и анализ его основных достоинств и недостатков.

Современные автотракторные двигатели – постоянно совершенствуются в различных направлениях, таких как увеличение экономичности, уменьшение концентрации вредных веществ в отработавших газах, применение новых методов и средств диагностики различных систем (питания, смазки). Работоспособность двигателей внутреннего сгорания во многом определяется работоспособностью смазочного масла. Система смазки автотракторных дизелей является одной из основных систем для поддержания двигателей в работоспособном состоянии, предотвращения повышенного износа трущихся поверхностей, уменьшения потерь энергии

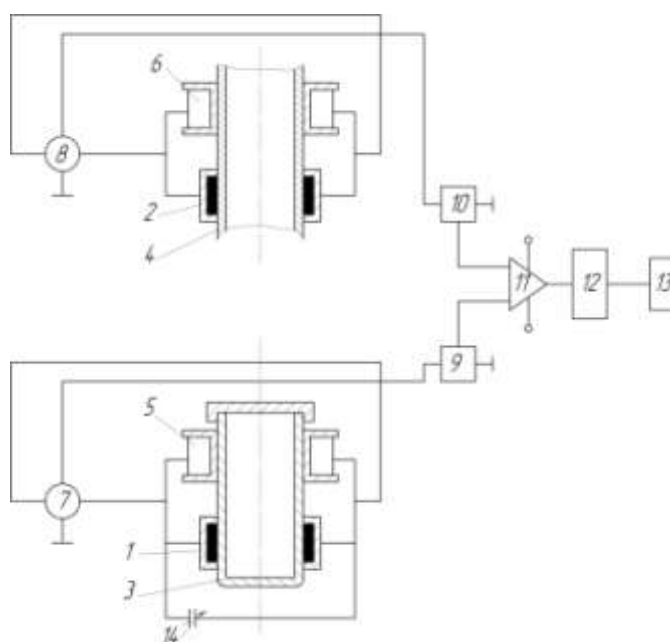
при трении. Текущий состав смазочного материала, уровень его деградации являются важными показателями работоспособности масла и состояния систем. Одной из проблем, возникающих при использовании масла, является определение момента его замены. Замена большинства моторных масел в настоящее время проводится на основе интервалов рабочего времени, рекомендованных производителями. Однако реальный срок службы в значительной степени зависит от качества масла, условий эксплуатации и технического обслуживания механизма. Поэтому актуальной становится задача разработки методов и средств оценки состояния смазочных материалов, позволяющих оценить изменение химической структуры масла и появление новых химических продуктов.

Контроль над состоянием работающего масла непосредственно на дизеле имеет ряд существенных преимуществ: не требуется выведение техники из работы и ее доставка к месту расположения диагностических постов; неисправности двигателей выявляются на самой ранней стадии их возникновения; смена масла может выполняться не после заданного пробега, а в связи с действительной утратой им работоспособности.

Одним из методов определения работоспособности моторного масла в работающих автотракторных двигателях является определение диэлектрической проницаемости масла. Для осуществления которого разработана система контроля состояния моторного масла в автотракторном дизеле (рисунок 1) [1].

Емкостной датчик 2, катушка 6 индуктивности и генератор электрических синусоидальных колебаний 8 образуют строго настроенный колебательный контур, а частота колебаний, поступающих на преобразователь частоты в напряжение 10, определяется величиной емкости датчика 2 и индуктивности 6 катушки. Частота колебания генератора электрических синусоидальных колебаний 7 также определяется емкостью датчика 1, индуктивностью катушки 5 и конденсатора 14. Преобразователь частоты в

напряжение 9 имеет одинаковые параметры с преобразователем частоты в напряжение 10. При равенстве частот поступающих от двух колебательных контуров (это соответствует одинаковому составу эталонного моторного масла в замкнутой ёмкости 3 и масла находящегося в маслопроводе 4) к преобразователям частоты в напряжение 9 и 10 в дифференциальном усилителе 11 не появляется выходной сигнал, вследствие чего бортовая система контроля машины 13 покажет отсутствие различий в измерениях.



1 и 2 – емкостной датчик; 3 – емкость; 4 – маслопровод; 5 и 6 – катушка индуктивности; 7 и 8 – генератором электрических синусоидальных колебаний; 9 и 10 – преобразователи частоты в напряжение; 11 – дифференциальный усилитель; 12 – аналого-цифровой преобразователь; 13 – бортовую систему контроля автомобиля; 14 – подстроечный конденсатор

Рисунок 1 – Система контроля состояния моторного масла в авто-тракторном дизеле

При помощи конденсатора 14 и показаниям бортовой системы контроля 13 оба колебательных контура настраиваются на одну частоту, при одинаковых составах эталонного моторного масла в замкнутой ёмкости 3 и масла находящегося в маслопроводе 4.

При попадании в зону колебательного контура (ёмкостной датчик 2, катушка 6 индуктивности) моторного масла с качественным отличием от

эталонного или с наличием каких либо загрязнений, резонансная частота колебательного контура изменяется, она поступает к преобразователю частоты в напряжение 10, одновременно поступает частота со второго колебательного контура (емкостной датчик 1, катушка 5 индуктивности) на преобразователь частоты в напряжение 9, затем оба напряжения подаются на дифференциальный усилитель 11, в котором получается выходной сигнал из разности двух входов. Полученное напряжение поступает в аналого-цифровой преобразователь 12 для преобразования его в цифровой сигнал. Полученный цифровой сигнал подается на бортовую систему контроля машины 13, где происходит анализ и сохранение полученных данных.

Однако данная схема не позволяют оценить концентрацию тех или иных веществ, так как ёмкостной датчик и катушка индуктивности создают один колебательный контур [2]. Ёмкостной датчик изменяет свою емкость вследствие изменения диэлектрической проницаемости моторного масла, а катушка индуктивности меняет свою индуктивность при попадании в зону измерения её металлических частиц. При определении основных параметров моторных масел, таких как: вязкость, массовая доля механических примесей, массовая доля воды, массовая доля активных элементов (кальция и цинка), необходимо применять различные частоты колебательных контуров генераторов.

Для осуществления данных задач необходимо создать отдельно колебательные контуры для емкостного датчика и катушки индуктивности [3]. При этом определение вязкости и массовой доли воды осуществлять при помощи емкостного датчика работающего на частотах от нескольких герц до мегагерц, а массовую долю механических примесей и массовую долю активных элементов (кальция и цинка) определять катушкой индуктивности, также работающей от нескольких герц до сорока килогерц. Это позволит определять концентрации различных веществ в моторном масле, что увеличит надежность контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 . Система контроля состояния моторного масла в автотракторном дизеле: Пат. №16647 Республики Беларусь, МПК⁷ F 01 M 11/00 Карташевич А.Н., Рудашко А.А., Полховский Н.Д. № а 20091206, Заявл. 08.05.2009, Опубл. 11.09.2012, патентообладатель Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».
- 2 . Скрипников Ю.Ф. Колебательный контур. М., «Энергия», 1970. 128 с. с илл.
- 3 . Джонс М.Х. Электроника - практический курс. Москва, «Постмаркет», 1999. 528 с.

УДК 621.86/87 – 82

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ УСТРОЙСТВ ЗАМЕДЛЕНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПОТОКА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Инженеры: Ковалев А.Ф., Случевский А.М.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

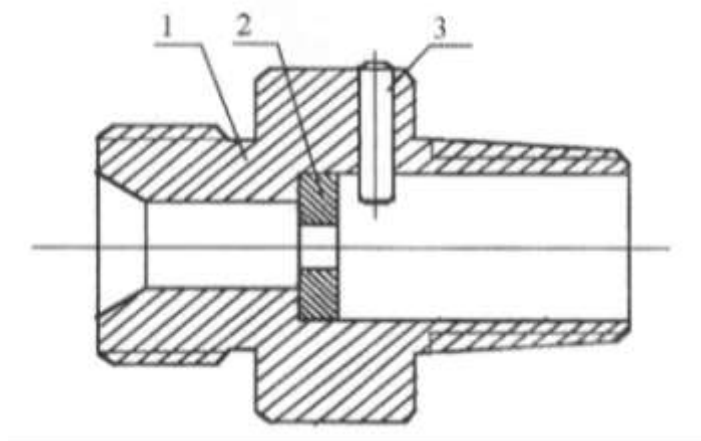
Выполнен анализ устройств замедления жидкостного потока в гидроприводах сельскохозяйственных транспортных и мобильных машин с гидрофицированными частями

В с.-х. машиностроении постоянно возникает необходимость в использовании гидравлических цилиндров одностороннего действия, обеспечивающих быстрый подъем рабочих органов платформ (органов) и постоянное независимое от внешней нагрузки время опускания.

В нашей стране и за рубежом для торможения рабочего цилиндра, опускающего груз, разработаны и используются дроссельные устройства и замедлительные клапаны.

На отечественных навесных сельскохозяйственных машинах и орудиях для предотвращения поломок, при переводе их из транспортного положения в рабочее, сопровождающего сильными ударами машин о поверхность, применяются замедлительные клапаны (рисунок 1). Замедлительный клапан состоит из корпуса 1, шайбы с калиброванным отверстием 2 и трех штифтов 3, ограничивающих перемещение шайбы. Диаметр калиброванного отверстия шайбы для различных гидравлических цилиндров выбирают разные в зависимости от грузоподъемности. Замедлительный

клапан одним концом ввертывают в отверстие гидравлического цилиндра, на другой конец подсоединяют шланг от гидросистемы трактора или машины. Данный клапан позволяет быстрый подъем сельскохозяйственной навесной машины и более замедленное ее опускание.



1 – корпус; 2 – шайба с калиброванным отверстием; 3 – штифты

Рисунок 1 – Замедлительный клапан

В настоящее время в гидроподъемниках сельскохозяйственных машин, предназначенных для подъема платформ, масло поступает через калиброванное отверстие штуцера 1, позволяет опускаться платформе замедленно (рисунок 2.). Такие прицепы и машины с поднимающими платформами оборудованы предохранительными стойками, чтобы обеспечить безопасность работающих при работе под поднятой платформой.

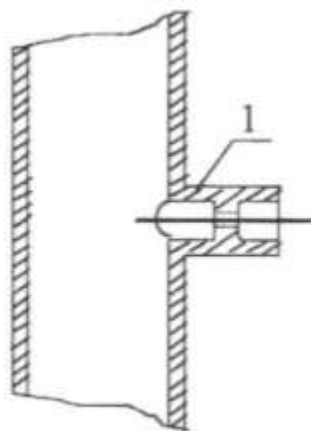


Рисунок 2 – Гидроцилиндр

Однако как показывает практика и анализ травматизма, обслуживающий персонал редко пользуется предохранительной стойкой при работе под поднятой платформой. Отмечены также случаи, когда при случайном обрыве шланга, устранении отказов в гидравлической системе (затягивании штуцера шланга подводящего масло к гидравлическому цилиндру, чтобы устранить течь и т.д.) происходит резкое опускание платформы. Люди находящиеся под ней, не успевают покинуть опасную зону и травмируются (в большинстве случаев с летальным исходом). Таким образом, задача обеспечения безопасности сводится к определению оптимального времени опускания платформы.

Время опускания платформы и параметры, от которых оно зависит

$$t = \frac{V}{Q},$$

где t – время опускания платформы, с; V – объем полости гидравлического цилиндра заполняемой маслом, м^3 ; Q – расход жидкости через калиброванное отверстие в штуцере, $\text{м}^3/\text{с}$.

Согласно теоретическим расчетам расход жидкости определяется

$$Q = \frac{l \times \pi \times R}{\eta \times 8l} \Delta p,$$

где η – вязкость масла, $\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$; R – радиус калиброванного (дрессельного) отверстия, см ; l – длина калиброванного (дрессельного) отверстия, м , в нашем случае из-за малой величины можно пренебречь; Δp – перепад давления в калибровочном отверстии, $\text{кг}/\text{м}^2$.

В предварительных расчетах можно пользоваться равенством

$$p = p_1 = \frac{(1,1 \dots 1,5)P}{0,785D^2},$$

где P – внешнее усилие на штоке цилиндра, кг; D – диаметр поршня, см.
 При случайном обрыве шланга давление за калиброванным отверстием будет равно нулю $p_2 = 0$, тогда,

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_1.$$

Однако, такие клапаны и калибровочные отверстия, не обеспечивают постоянное время опускания грузоподъемных платформ (рабочих органов) при различной внешней нагрузке. Так как при максимальной нагрузке и случайном обрыве шланга (по выше изложенным формулам для прицепа 2ПТС–4, где произошло наибольшее количество травм) время опускания платформы составляет около 6 секунд, а при минимальной – 20 секунд. Приводит как к повреждению подъемных средств, и как уже отмечалось выше к смертельному травмированию людей, по каким-либо причинам оказавшихся в зоне движения платформы (рабочего органа).

Для того чтобы увеличить время опускания платформы (рабочего органа) надо соответственно уменьшить площадь калиброванного отверстия в штуцере или шайбе. Однако уменьшение сечения отверстия приводит к негативным последствиям: увеличивается времени подъема платформы (что экономически не выгодно), большая часть мощности машины расходуется на нагрев масла при перепуске через калибровочное отверстие, что крайне не желательно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили-самосвалы в сельском хозяйстве. Эксплуатация, обслуживание и ремонт самосвальных установок /А.С.Мелик-Саркисянц, В.М.Токаренко и др. - М.: Транспорт, 1986. - 102 с.
2. Проведение исследований и разработка мероприятий по снижению травматизма по техническим причинам при производстве зерна и кормов. Отчет ВНИИОТСХ. Руководитель работы Олянич Ю.Д. N ГР0182.303567, инв. N 02830018684 - Орел, 1992. - 75 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АГРЕГАТА АКПМ-6

*к.т.н. Подшиваленко И.Л., к.т.н. Курзенков С.В., аспирант Недосеко М.А.,
УО «Белорусская ГСХА»; к.т.н. КЛЫБИК В.К. РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»*

Приведены результаты исследования эксплуатационной надежности 20-ти агрегатов марки АКПМ-6. Выявлены основные отказы этих агрегатов и причины их появления.

Агрегат комбинированный посевной многофункциональный АКПМ-6 предназначен как для обычного посева по вспаханной поверхности, так и для посева по стерне (бесплужная обработка почвы) зерновых, зернобобовых, крестоцветных культур и льна.

Опыт рядовой эксплуатации этих агрегатов показывает на недостаточную их равнопрочность и значительное количество отказов в периоды проведения массовых посевных работ. На основании этого были проведены исследования с целью установления причин выхода из строя комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов АКПМ-6, что позволит разработать рекомендации по дальнейшему совершенствованию как самих машин, так и их технической эксплуатации.

Для сбора данных об отказах агрегатов АКПМ-6 и выявления причин их появления была разработана методика оценки эксплуатационной надежности. Сбор данных осуществлялся в хозяйствах Горецкого района. На обследовании находилось 20 агрегатов. В результате их обследования было зафиксировано 647 отказов различных групп сложности. Перечень отказов и неисправностей, систематизированных по системам и агрегатам машины представлен в таблице 1.

Наибольшее число отказов принадлежит загорточам. Внешние проявления отказа загортачей: укорачивание рабочей длины; малая толщина вследствие абразивного изнашивания, что приводит к их деформации. Причины отказа – конструкционные и эксплуатационные.

Таблица 1 - Перечень отказов и неисправностей почвообрабатывающе-посевного агрегата АКПМ-6 по результатам обследования 20 образцов

№	Наименование узла (детали)	Характер и внешнее проявление отказов	Количество случаев
1	Загортач	Износ, утоньшение, укорачивание, изгиб	213
2	Диск дискатора	Износ, деформация и трещины	79
3	Подшипник дискатора	Заклинивание	7
4	Колесо переднее пневматическое	Колесо спущено, шина снята с обода	10
5	Колесо пневматическое заднее	Колесо спущено, шина снята с обода	54
6	Колесо пневматическое заднее	Порез и износ боковой поверхности шины	28
7	Диск сошника	Износ и деформация диска сошника	28
8	Пластмассовый чистик сошника	Износ и трещины	77
9	Уплотнение ступицы заднего пневматического колеса, подшипники ступицы	Деформация крышки уплотнения, наличие смазки на ступице, а почвы в подшипниковой ванне	28
10	Ось пары колес	Износ в результате заклинивания подшипников ступицы	10
11	Подшипник прикатывающего катка	Каток не вращается	32
12	Резиновая часть прикатывающего катка	Износ, трещины и разрывы или отсутствие на ободе катка	51
13	Высевающий аппарат	Выкрашивание зубьев катушки	2
14	Высевающий аппарат	Закупорка высевающей щели камнями и землей	2
15	Гидроцилиндр маркера	Течь гидравлического масла из цилиндра	6
16	Гидроцилиндр маркера	Изгиб штока цилиндра	3
	Гидроцилиндр подъема и опускания правой секции	Течь гидравлической жидкости	2
17	Датчик на цепной передаче привода катушки	Нет сигнала	2
18	Втулочно-роликовая цепь привода высевающего аппарата	Растяжение, спадание со звездочек	6
19	Колесо привода катушки высевающего аппарата	Деформация до формы овала	1
20	Высевающие трубопроводы	Отсоединение от штуцеров распределительной головки	2
21	Пластмассовый корпус распределительной головки	Обламывание штуцеров	1
22	Диск маркера	Износ	3
Всего			647

К конструкционным причинам относятся: неправильный выбор материала, из которого изготавливаются загортаки, и размеров. Загортаки должны изготавливаться из проволоки пружинной стали. Как показали исследования не все загортаки после приложения небольшой нагрузки возвращаются в исходное состояние, а изгибаются и занимают новое пространственное положение. Кроме того материал не обладает износостойкостью, в результате этого наблюдается повышенный износ трущихся поверхностей при правильной эксплуатации. Согласно руководства по эксплуатации агрегата, диаметр проволоки загорточка должен быть 10 мм, а в действительности устанавливаются диаметром 8 мм. К эксплуатационным причинам можно отнести неверную настройку загорточек для работы.

Основные отказы дискатора: износ, трещины и деформация дисков дискатора; заклинивание подшипников. К конструкционным причинам относится неправильный выбор материала, из которого изготавливаются диски. Так металл диска не обладает достаточной износостойкостью, в результате этого наблюдается повышенный износ рабочих поверхностей при правильной эксплуатации. Первоначально в 2008 году агрегат собирался из комплектующих фирмы «Kverneland» и нареканий на повышенный износ дисков дискатора не было. Однако с введением требования импортозамещения, стали устанавливать диски белорусского производства, материал для изготовления которых тщательно не выбирался и не исследовался. К эксплуатационным причинам можно отнести: несвоевременное проведение технического обслуживания дискатора, заключающееся в смазывании подшипников дискатора; применение агрегата на почвах засоренных камнями, в результате чего диски деформируются или на них появляются трещины и разрывы.

Пневматические задние колеса отказывают из-за падения давления в шинах колес и их разбортирования; износа боковой поверхности шин; разрушения уплотнения ступицы колеса, в результате чего заклинивают под-

шипники колеса и изнашивается ось. Основные отказы пневматических передних колес - падение давления в шинах колес и их разбортирование.

Эксплуатационные причины отказов связаны с тем, что трактористы не следят за давлением воздуха в пневматических колесах (должно быть 7,1 атм), вследствие чего колеса спускаются и разбортируются. Также трактористы должны смазывать подшипники ступиц колес и следить за состоянием уплотнения. Но вместе с тем, эксплуатационные причины отказов напрямую связаны с конструктивными причинами - затрудненный доступ к колесам находящимся в центральной секции, вследствие чего невозможно своевременно смазывать и контролировать состояние подшипников, а также контролировать давление воздуха в колесах; малое расстояние между колесами в ряду; отсутствие пневматических камер в колесах; ненадежная конструкция уплотнения ступицы колеса.

Малое расстояние между колесами в ряду приводит к тому, что в ходе работы агрегата на шины колес налипает влажная почва и заполняет пространство между боковой поверхностью шины и стойкой пары колес. В результате этого происходит абразивное изнашивание боковой поверхности колес, а в случае попадания камней – порез шины. Кроме того, под давлением почвы, попадающей между парными колесами происходит деформация уплотнения ступицы колес и почва попадает внутрь ступицы. В результате этого подшипники изнашиваются, нагреваются и заклинивают, что приводит к механическому износу оси пары колес. Один из основных недостатков пневматических колес это то, что на агрегате установлены шины иностранного производства и аналогов белорусского производства с размерами 15,5 дюйма нет, вследствие чего хозяйства вынуждены покупать шины за валюту. Для избежания падения давления в пневматических колесах рекомендуем установить пневматические камеры.

Сошники утрачивают работоспособное состояние по причине: износа, трещин и деформации дисков; заклинивания подшипников (диск не

вращается и оставляет глубокую борозду); износа и трещин пластмассового чистика, заклинивания его подшипника. К конструкционным причинам относится неправильный выбор материала, из которого изготавливаются диски сошника. К эксплуатационным – несвоевременность проведение технического обслуживания сошника, заключающееся в смазывании подшипников диска сошника и чистика; применение агрегата на почвах засоренных камнями, в результате чего диски и чистики деформируются или на них появляются трещины и сколы.

Прикатывающие каточки выходят из строя из-за: износа и трещин резиновой части каточка; заклинивания подшипников (каточек не вращается и оставляет глубокую борозду). К конструкционным причинам относится применение некачественной резины. К эксплуатационным: несвоевременность проведение технического обслуживания каточка, заключающееся в смазывании подшипников; применение агрегата на почвах засоренных камнями, в результате чего разрывается и сползает с обода резиновая часть каточка.

Основные отказы высевающего аппарата: выкрашивание желобков катушек; закупорка высевающей щели камнями и землей вследствие применения неочищенного семенного материала.

Причиной отказов прочих систем и деталей агрегата, приведенных в таблице 1 (кроме, вышеназванных), можно назвать нарушение правил эксплуатации агрегата.

Полученные результаты исследований позволили создать рекомендации производителю агрегата АКПМ-6 по совершенствованию конструкции, а эксплуатирующим его предприятиям правила эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации АКПМ-00.00.000-01 РЭ. Агрегат комбинированный посевной многофункциональный АКПМ-6, АКПМ-6-0.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ МАСЛА В ЗАКРЫТОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДЛЯ ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС

К.т.н. Карнович А.П., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

По формулам гидравлических потерь определен оптимальный уровень масла для прямозубых конических колес

При картерной смазке закрытых зубчатых передач, наряду с положительными факторами смазочного масла, такими как: снижение потерь мощности, затрачиваемой на приведение машин в действие; отвод теплоты и недопускание перегрева деталей (перегрев деталей способствует ухудшение работы зубчатых колес); уменьшение износа зубчатых колес в результате уменьшения усилий, расходуемых на трение; предохранение зубчатых колес от коррозии, существует значительный отрицательный фактор, а именно потери мощности на разбрызгивание и перемешивание масла зубчатыми колесами, то есть так называемые гидравлические потери. Для уменьшения гидравлических потерь существуют рекомендации по уровню заливаемого масла, эмпирические формулы определения уровней масла и необходимых его объемов.

Исследователя [1] проведены теоретические и экспериментальные исследования гидравлических потерь. При этом было установлено, что гидравлические потери состоят из двух составляющих: инерционной и вязкостной, получены формулы этих составляющих для некоторых типов колес. Инерционная составляющая гидравлических потерь мощности $N_{и}$ пропорциональна ω^3 – угловой скорости вращения колес в кубе, а $N_{в}$ вязкостная составляющая – ω^2 в квадрате. Таким образом, при малых оборотах, когда вязкостная составляющая превышает инерционную (то есть когда значения квадратной параболы превышают значения кубической) происходят гидравлические потери, в основном за счет вязкостной составля-

ющей. При увеличении угловой скорости вращения колес кубическая парабола сравнивается с квадратной, а затем значительно опережает квадратную. Поэтому с точки зрения гидравлических потерь, оптимальным уровнем залитого масла следует считать уровень, когда вязкостная составляющая гидравлических потерь сравнивается с инерционной. Дальнейшее увеличение угловой скорости вращения колес может привести к резкому увеличению гидравлических потерь, а, следовательно, к значительному увеличению энергозатрат. При предлагаемом оптимальном уровне заливаемого масла необходимо дополнительно проверять рассматриваемую зубчатую передачу на теплоотдачу.

В [2, 3] получены зависимости для определения составляющих гидравлических потерь $N_{и}$ и $N_{в}$ для прямозубых конических колес. По ним и по разработанной методике [4] можно определить оптимальный уровень масла.

Инерционная составляющая гидравлических потерь для прямозубых конических колес [2]

$$N_{и} = \frac{\rho}{2} \cdot \omega^3 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \alpha \cdot \frac{b \cdot \cos \delta}{8} \cdot (A_1 + A_2), \quad (1)$$

где ρ - плотность масла; ω – угловая скорость вращения колеса, 1/с; d - среднее значение диаметра конического колеса; α - угол окружности среднего диаметра колеса, находящихся в масле, рад; b - ширина зубьев колеса; δ - угол делительного конуса, т.е. угол между осью конического зубчатого колеса и образующей делительного конуса; A_1 -площадь боковой поверхности венца зубьев колеса находящихся в масле со стороны большего диаметра окружности выступов колеса, т.е. со стороны основания усеченного конуса; A_2 -площадь боковой поверхности венца зубьев колеса находящихся в масле со стороны меньшего диаметра окружности выступов колеса, т.е., со стороны вершины усеченного конуса.

Вязкостная составляющая гидравлических потерь для прямозубых конических колес [3]

$$N_{\text{в}} = \mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d_a}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (A_1 + A_2 + A_3) \quad (2)$$

где μ - динамическая вязкость жидкости; ω – угловая скорость вращения колеса, 1/с.; d_a - диаметр окружности выступов колеса со стороны основания конуса, мм; A_1 -площадь боковой поверхности зубьев колеса, находящихся в масле, со стороны основания конуса; A_2 -площадь боковой поверхности зубьев колеса, находящихся в масле, со стороны вершины конуса; A_3 -площадь основания венца колеса, находящегося в масле.

Из (1) выделим угол α

$$\alpha = \frac{N_{\text{и}}}{\frac{\rho}{2} \cdot \omega^3 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{b \cdot \cos \delta}{8} \cdot (A_1 + A_2)} \quad (3)$$

Заменим в (3) значение $N_{\text{и}}$ на $N_{\text{в}}$. Значение $N_{\text{в}}$ берем из (2)

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\mu \cdot \omega^2 \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (A_1 + A_2 + A_3)}{\frac{\rho}{2} \cdot \omega^3 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot b \cdot \cos \delta \cdot (A_1 + A_2)} = \\ &= \frac{8 \cdot \mu \cdot (A_1 + A_2 + A_3)}{\rho \cdot \omega \cdot \frac{d}{2} \cdot b \cdot \cos \delta \cdot (A_1 + A_2)} \quad (4) \end{aligned}$$

Подставив в формулу уровня масла $y = \sin^2 \alpha / 4$ [4] значение α из (4), получим искомое значение оптимального уровня y для прямозубых конических колес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпович А.П. Повышение эффективности работы сельхозмашин путем снижения гидравлических потерь в закрытых зубчатых передачах -Диссертация на соискание ученой степени к.т.н, М: 2002
2. . Карпович А.П. Инерционная составляющая гидравлических потерь для прямозубых конических колес. Труды ГОСНИТИ, том 112, часть 1, Москва 2013.
3. Карпович А.П. Вязкостная составляющая гидравлических потерь для прямозубых конических колес. Труды ГОСНИТИ, том 112, часть 1, Москва 2013.
4. Карпович А.П. Методика определения оптимального уровня масла в закрытой зубчатой передаче. Труды ГОСНИТИ, том 112, часть 1, Москва 2012.

РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 631.794.791

О ВЛИЯНИИ НАПЛАВОЧНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ЛЕМЕХОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПРИВАРИВАНИЕМ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ ДОЛОТ

*соискатели Паришкова Л.А., Якушенко Н.А.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Установлено, что наплавочное армирование, проведенное электродами с малоуглеродистым стержнем на упрочненной до 40 HRC носовой части лемеха (долота), снижает ее способность к сопротивлению изнашиванию

В последние годы широкое применение находит способ повышения абразивной стойкости деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин, получивший название «наплавочное армирование поверхности» [1, 2]. Некоторые исследователи [1, 2] отмечают, что при вспашке супесчаных почв данный способ позволяет увеличить ресурс лемехов в 1,8-2 раза. В то же время при аналогичной обработке суглинистых почв эффективность способа не столь значительна вследствие большей связности суглинков и снижения влияния факторов, обуславливающих степень интенсивности изнашивания деталей.

Известны несколько технологических вариантов наплавки армирующих валиков на рабочую поверхность лемехов заводского исполнения, разработанных для почв с различным гранулометрическим составом [3, 4]. Однако влияние наплавочного армирования на интенсивность изнашивания (i) восстановленных деталей к настоящему времени изучено не достаточно. В связи с этим были проведены эксперименты по установлению влияния наплавочного армирования на i лемехов, восстановленных привариванием термоупрочненных долот.

Исследования велись на опытных лемехах по двум технологическим вариантам: 1 - область восстановления не подвергалась технологическим воздействиям (рисунок 1, а); 2 - область восстановления наплавлялась армирующими валиками (рисунок 1, б). Наплавка валиков проводилась электродами УОНИ 13/45 с содержанием углерода в металлическом стержне не более 0,1 %. Схема армирования принята согласно рекомендациям [2].

Количество опытных образцов лемехов регламентировалось маркой плуга (ПЛН-3-35) и необходимой достоверностью испытаний. Опыты проводились на супесчаных почвах в одинаковых условиях для всех деталей.

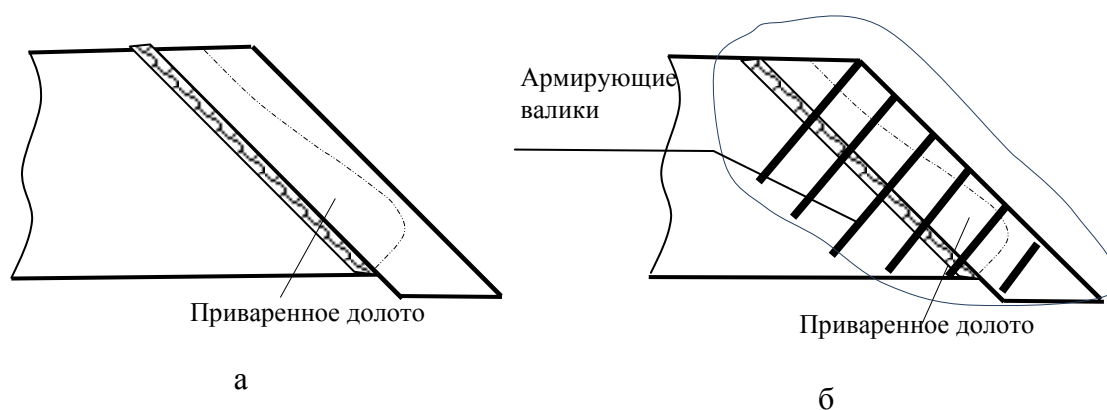


Рисунок 1 – Варианты восстановления опытных лемехов (штрихпунктирной линией показана изношенная часть носка, сплошной – область армирования)

В эксперименте не участвовали лемеха в состоянии поставки, поскольку при их эксплуатации на супесях критерием предельного состояния является лучевидный износ, в то время как у опытных образцов – износ заглубляющей части носка. В этом случае произвести сравнительную оценку работоспособности лемехов затруднительно, если вообще возможно.

Интенсивность изнашивания, является одним из наиболее важных триботехнических показателей, особенно если речь идет об оценке износов деталей, эксплуатирующихся в свободно перемещающейся абразивной среде. Указанный параметр определялся отношением линейного износа заглубляющей части носка (ΔL) к наработке лемеха (T).

Числовые данные таблицы показывают, что у лемехов, подвергшихся армированию, наработка до предельного состояния составила 9 га. Это на 20% меньше, чем у не армированных. Такая низкая наработка для обоих вариантов обусловлена высокой изнашивающей способностью супесчаной почвы в период весенней вспашки, когда ее влажность весьма значительна

Таблица – Показатели наработки и износов испытываемых лемехов

Технологический вариант восстановления	Нарботка на отказ, T, га	Предельный износ носка ΔL , мм	Интенсивность изнашивания i , мм/га
Вариант 1	11	45	4,1
Вариант 2	9	45	5,0

Интенсивность изнашивания армированных лемехов оказалась выше, чем не армированных. Однако в [1, 2] отмечается положительное влияние наплавленного армирования, как способа упрочнения лемехов в состоянии поставки, на наработку и триботехнические показатели деталей. Возникает противоречие результатов проведенных исследований с ранее полученными данными.

Анализируя сложившуюся ситуацию, следует предположить, что проблема заключается в изменении свойств металла области, подверженной технологическим воздействиям.

Армирование восстановленной области проводилось тем же электродным материалом, что и лемехов в заводском исполнении, но основным металлом являлась сталь рессорно-пружинного класса с твердостью 40HRC. В этом случае армирование оказало отрицательное влияние на износостойкость долота по следующим причинам: температурное воздействие от наплавки ведет к термическим воздействиям, снижающим твердость термоупрочненного металла; выгорание углеродной составляющей так же снижает сопротивление изнашиванию армированной зоны; низкое содержание углерода в электродном материале не обеспечивает увеличе-

ния твердости армирующих валиков; при такой наплавке имеет место нарушение правила Шарпи для композиционных материалов.

В результате проведенных исследований выявлено, что наплавочное армирование термоупрочненного на твердость 40 HRC долота лемеха, электродом с низкоуглеродистым стержнем приводит к отрицательным результатам по интенсивности изнашивания и не может быть рекомендовано как метод упрочнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михальченков А.М., Капошко Д.А. Повышение ресурса лемехов плужных корпусов упрочнением их сварочным армированием // Ремонт, восстановление, модернизация. -2005.- №7. - С.20-24.
2. Михальческов А.М., Капошко Д.А., Будко С.И., Пехтерев М.М. Повышение ресурса деталей из средне- и высокоуглеродистых сталей упрочнением их сварочным армированием: Сборник научных работ.- Брянск, БГСХА. - 2005. – С.151-156.
3. Патент РФ №, 20.02.2005
4. Патент РФ №2334384, 27.09.2008

УДК 669. 631. 3. 004.

АНАЛИЗ ИЗНОСОВ ЛЕМЕХОВ ПРОИЗВОДСТВА «KWERNELAND GROUP»

*Д.т.н. Михальченков А.М., к.т.н. Тюрева А.А., к.т.н. Козарез И.В. ФГБОУ
ВПО «Брянская ГСХА»*

Проведен анализ износов лемехов импортного производства с целью оптимизации способа восстановления.

В настоящее время для обработки почвы широко используются плуги импортного производства «Vogel & Noot», «Lemken GmbH & Co. KG» и «Kverneland Group». Начиная с 2005 года фирма «Kverneland» является одним из основных поставщиков оборотных плугов и запасных частей к ним предприятиям сельского хозяйства Российской Федерации и стран СНГ. Лемеха, поставляемые из-за рубежа, отличаются высокой стоимостью, и достигают 2,5-3 тысяч рублей. Создавшееся положение определило проведение исследований, направленных на разработку технологий их восстановления и, как следствие, изучения специфики износа.

Величины и форма износов деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин оказывают существенное влияние на выбор или разработку технологий их восстановления. Если износы этих деталей, изготовленных российскими предприятиями, изучены в достаточно полной мере [1, 2], то такие сведения относительно лемехов импортного производства в научной литературе практически отсутствуют. Лемех производства компании «Kverneland Group» имеет винтовую форму рабочей поверхности, создавая тем самым определенные трудности при его восстановлении.

Изучению подвергались лемеха, утратившие работоспособное состояние по причине износа режущей части, эксплуатация которых осуществлялась на суглинистых почвах Юго-западного региона РФ. Количество подвергнутых обследованию деталей составило 40 штук.

Вследствие фактически полного истирания режущей области, одним из методов восстановления этих деталей является приваривание ремонтной вставки, размер которой определяется максимальным износом по ширине. Остаточная толщина лемеха устанавливает возможность приваривания новой режущей лезвийной части. Поэтому изучались износы по ширине ΔL_i и по толщине Δt_i лемехов, а также проводилась статистическая обработка, и строились эпюры износа. Долото не исследовалось, т.к. оно не подлежит восстановлению в силу своей конструкции (долото двухстороннее).

Схема измерений представлена на рисунке 1. Износы по ширине контролировались в трех плоскостях, а по толщине – в 10 точках (точки 1, 2, ...10). Износы определялись как разница между размерами изделия до эксплуатации и размерами при достижении им предельного состояния.

Статистический анализ износов лемехов компании Kverneland Group проводился по двум параметрам: остаточная толщина лемеха, измеренная в 10 точках (Δt_i), охватывающих списку лемеха и область, прилегающую к режущей части; ширина, измеренная в трех плоскостях, базой которых являются крепежные отверстия.

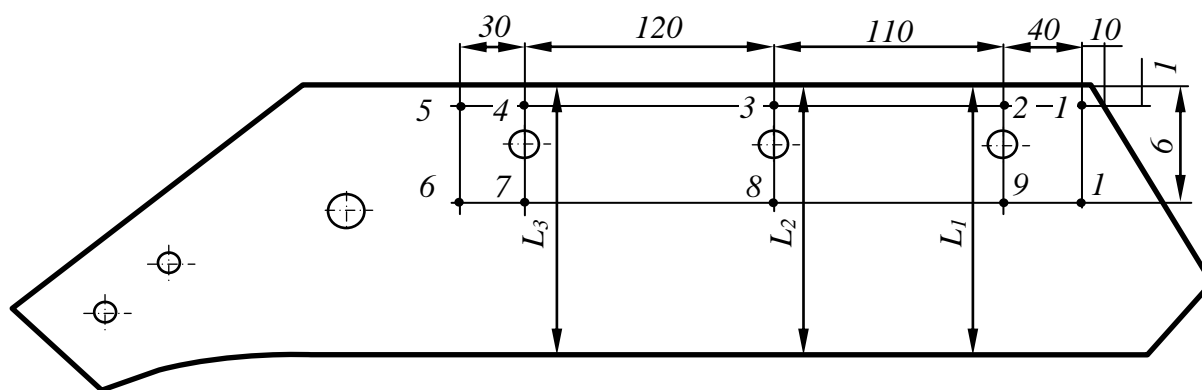


Рисунок 1 – Схема измерения износов лемехов компании «Kwert-neland Group»

Результаты, сведенные в таблицу 1, свидетельствуют об увеличенном износе в области пятки, в сравнении с другими участками лемеха. Так, разность между линейными средними износами ΔL_1 и ΔL_3 составляет 11,7 мм, что объясняется большим давлением почвы, и ее перемещение в поперечном направлении по этой части лемеха [2]. Следует отметить, что такое явление характерно и для отечественных лемехов [3].

Таблица 1 – Основные статистические показатели обработки данных по остаточной ширине L_i и износу ΔL_i

	L_1	L_2	L_3	ΔL_1	ΔL_2	ΔL_3
\bar{x}	99,6	104,9	111,3	43,4	38,1	31,7
σ	18,0	15,1	11,8	18,0	15,1	11,8
v	0,17	0,14	0,1	0,41	0,39	0,37

Среднее значение толщин лемехов находится в диапазоне 6,4...8,3 мм, что позволяет сделать заключение о пригодности исследуемых лемехов к восстановлению. Известно, что допустимая толщина отечественных лемехов составляет не менее 5 мм. Толщина в различных точках лемеха является величиной не постоянной. Максимальная толщина соответствует точке 5 (рисунок 1), наиболее приближенной к области крепления долота. Это обусловлено меньшим давлением и временем контактирования почвы с поверхностью в этой зоне.

Определенный интерес представляет изучение профиля и износов лемеха по его ширине и толщине, эпюры которых представлены на рисунках 2 – 3. В целом они повторяют описанные выше закономерности. Однако есть и некоторые отличия. Так толщина лемеха в области, близкой к креплению, резко падает (рисунки 2, 3) из-за наличия лучевидного износа с эллипсоидным профилем. Проявление этого износа, по-видимому, связано со сложной пространственной геометрией рабочей поверхности лемеха и высокими давлениями почвы в отмеченной части лемеха.

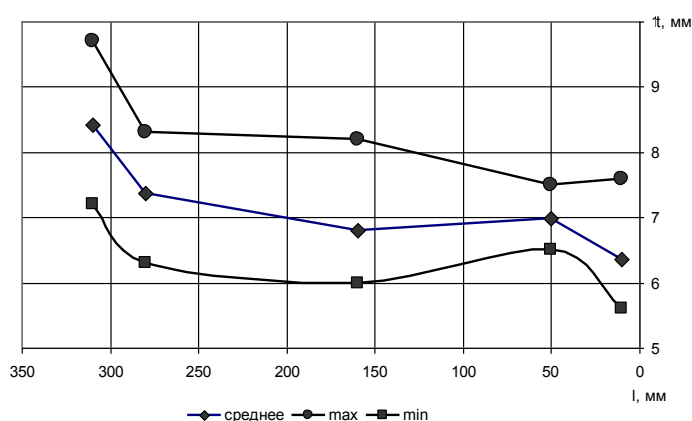


Рисунок 2 – Эпюра толщин лемеха Kverneland Group на высоте 10 мм от верхней кромки

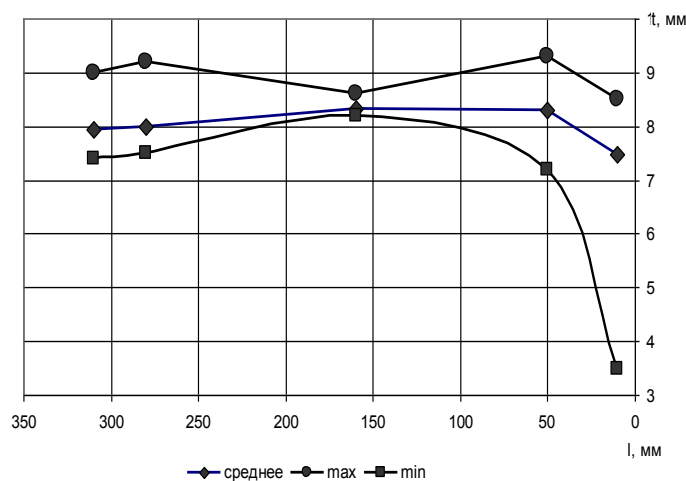


Рисунок 3 – Эпюра толщин лемеха Kverneland Group на высоте 60 мм от верхней кромки

Таким образом, в результате статистического анализа дефектов установлено: все поступающие в ремонт лемеха имеют предельные износы, характеризующиеся полным истиранием режущей части. Большая величина

износов характерна для области пятки лемеха; ремонтпригодность лемеха определяется его остаточной толщиной; все исследованные лемеха пригодны к восстановлению, т.к. их остаточная толщина превышает 8...10 мм. В процессе эксплуатации в области крепления на лемехах фирмы «Kverneland Group» образуется лучевидный износ, что не наблюдается на изделиях других фирм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Износ деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / М.М. Севернев, Г.П. Каплун, В.А. Короткевич [и др.]; под ред. М.М. Севернева. – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
- 2 Михальченков А.М. Изменение геометрических параметров лемехов после их эксплуатации на супесчаных почвах [Текст] / А.М. Михальченков, А.П. Попов // Достижение науки и техники в АПК. – № 8. – 2003. – С. 26-28.
- 3 Бернштейн Д. Б. Лемехи плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применяемых материалов [Текст] / Д.Б. Бернштейн, И.В. Лискин // Сельскохозяйственные машины и орудия: обзорн. информ. сер. 2. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1992. – 35 с.

УДК 621.892:621.793.3

УВЕЛИЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗЕРКАЛА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ФРИКЦИОННО-МЕХАНИЧЕСКИМ МЕДНЕНИЕМ

Инженер Брезгунов Г.В., УО «Белорусская ГСХА»

Рассмотрена модель взаимодействия твердых тел в сопряжении гильза - кольцо с различными механическими характеристиками. Приведены результаты лабораторных исследований изменения трибологических параметров образцов деталей ЦПГ на машине трения.

Известно, что до 12 % мощности двигателя теряется на трение в его деталях. Примерно, половина этой мощности приходится на трение между зеркалом цилиндра и поршневыми кольцами. Если снизить коэффициент трения в два раза, то мощность двигателя возрастет на 3 % без увеличения расхода топлива [1].

Одним из способов, приводящих к уменьшению времени приработки, уменьшению коэффициента трения, а также к увеличению износостойкости поверхности трения детали является финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО), заключающаяся в нанесении тонкого слоя твер-

досмазочного материала путем использования явления переноса металла при трении. Наибольшую известность получили фрикционно-механическое нанесение медьсодержащего металла – фрикционное латунирование, меднение и бронзирование. Обработку поверхности производят при помощи пруткового инструмента, щеток, брусков, трубок мягкого металла в присутствии поверхностно-активных веществ. Толщина образуемого покрытия – 1...5 мкм [1].

Целью данных исследований является увеличение износостойкости зеркала гильз цилиндра путем нанесения твердосмазочного покрытия.

В 1942 году Ф.П. Боуденом и Д. Тейбором в рамках адгезионной теории была предложена концепция механизма антифрикционного действия тонкой пленки пластичного металла на твердой основе, где сделана первая попытка связать антифрикционные свойства твердосмазочного покрытия (ТСП) с механическими характеристиками контактирующих материалов, основывающаяся на макроскопических представлениях о механизме контактного взаимодействия поверхностей при трении. В дальнейшем она получила широкое распространение и послужила основой для «правила положительного градиента», сформулированного И.В. Крагельским [2], и является составной частью теории «избирательного переноса» [1].

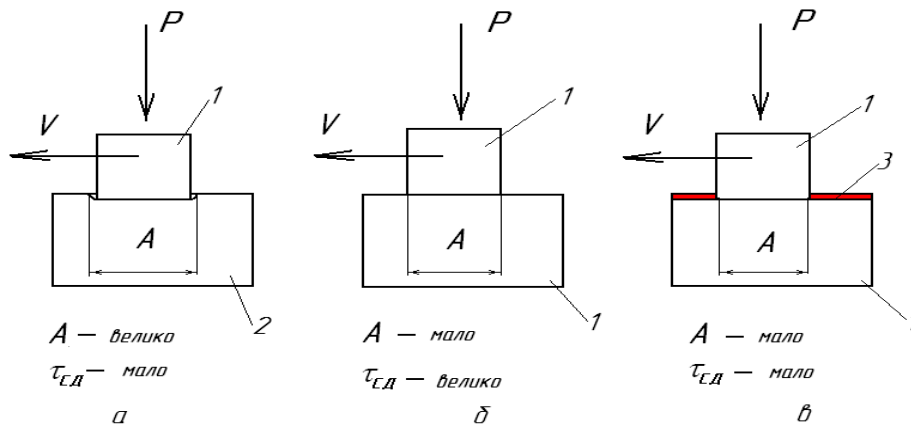
Проанализируем изменение силы трения в сопряжении гильза-поршневое кольцо для материалов гильз с различными механическими характеристиками на простейших схемах, представленных на рисунке 1.

Основной причиной возникновения тангенциального сопротивления и поверхностного разрушения при трении является адгезия, возникающая в точках касания шероховатых поверхностей трущихся тел. В процессе относительного перемещения поверхностей мостики сварки срезаются, при этом сила среза должна быть примерно равна силе трения F .

Если срезаемый металл имеет среднее сопротивление срезу или сдвигу $\tau_{сд}$, то сила, необходимая для среза (сдвига) будет:

$$F = A\tau_{\text{сд}}, \quad (1)$$

где A - реальная площадь касания; $\tau_{\text{сд}}$ - сопротивление сдвигу твердого смазочного материала.



1 - твердый металл; 2 - мягкий металл; 3 - тонкая пленка мягкого металла

Рисунок 1 - Изменение силы трения в сопряжении гильза цилиндропоршневое кольцо: а – твердый металл по мягкому; б – твердый металл по твердому; в – твердый металл по твердому при наличии ТСП; p - контактное давление V – скорость движения образцов; A - реальная площадь касания; $\tau_{\text{сд}}$ - сопротивление сдвигу

Трение твердого металла по мягкому должно приводить к росту реальной площади касания (рисунок 1 а). В этом случае должен срезаться более мягкий металл, для которого $\tau_{\text{сд}}$ имеет соответственно меньшую величину. Если твердый металл скользит по твердому (рисунок 1 б), то площадь реального касания будет соответственно меньше, но сопротивление срезу - больше. В обоих случаях коэффициент трения будет достаточно высок. Если поверхность более твердого металла покрыть тонкой пленкой более мягкого металла (рисунок 1 в), нагрузка через пленку будет восприниматься подложкой, т.е. более твердым металлом, что приведет к снижению площади реального контакта, а слой ТСП претерпевает пластический сдвиг. В этом случае коэффициент трения определяется [3]:

$$f = \tau_{\text{сд}} / p_{\text{к}}, \quad (2)$$

где $p_{\text{к}}$ – контактное давление.

Низкий коэффициент трения обеспечивается благодаря низкому сопротивлению сдвигу материала твердосмазочной пленки и малой величине площадки фактического контакта, обусловленной наличием малодеформированной твердой основы. Фактическая площадь определяется пластической деформацией наиболее высоких выступов металлической основы, которая течет без нарушения сплошности твердого смазочного слоя [3].

Наиболее удобно вычислять значение касательного напряжения $\tau_{сд}$ с учетом двучленного закона трения по [3]

$$\tau_{сд} = \tau_0 + a \cdot p_k, \quad (3)$$

где τ_0 - сопротивление сдвигу при отсутствии контактного давления;
 a - пьезокоэффициент твердосмазочного покрытия.

Тогда

$$f = \tau_0 / p_k + a. \quad (4)$$

Следовательно, коэффициент трения зависит от нагрузки, пьезокоэффициента и исходного сопротивления сдвигу нанесенного покрытия. Таким образом, наличие твердосмазочного покрытия на зеркале цилиндра ведет к снижению силы трения, что улучшению условий работы деталей.

Сравнительные исследования проводили на образцах гильз цилиндров двигателя Д-243 в серийном исполнении и гильз с нанесенным фрикционно-механическим покрытием (ФАБО). В качестве контробразца использовали первое компрессионное поршневое кольцо. Исследования проводились на специально созданной лабораторной установке [4] на базе машины трения 77 МТ-1 с частотой 90 двойных ходов в минуту, длине хода ползуна 52 мм и подаче в зону трения моторного масла М 10Г₂. Контактное давление в паре составляло 6,0 МПа при нагрузке 1800 Н.

Нанесение покрытия зеркала гильз цилиндров вели прутком меди М1 диаметром 4 мм при помощи специально изготовленного приспособления

[5], устанавливаемого в резцедержатель токарно-винторезного станка. Фрикционное меднение выполняли за один проход с давлением в зоне контакта 150 МПа, продольной подачей прутка 0,2 мм/об и частотой вращения гильзы 96 мин⁻¹. Покрытие вели в растворе соляной кислоты и технического глицерина [6, 7].

За процессами, происходящими в зоне трения деталей, следили по показаниям потенциометра КСП-4 с использованием хромель-капельевой термопары, установленной в образец поршневого кольца.

Сначала изучали прирабатываемость и режимы работы образцов в течение 120 мин, а затем оценивали способность работы сопряжений при отключении подачи смазки до момента схватывания (момент резкого увеличения температуры). Износ образцов определяли весовым методом за 120 мин работы на весах ВЛА-200г-М.

На рисунке 2 показаны зависимости изменения температуры в зоне трения образцов: I – серийные образцы, II – образцы с покрытием ФАБО.

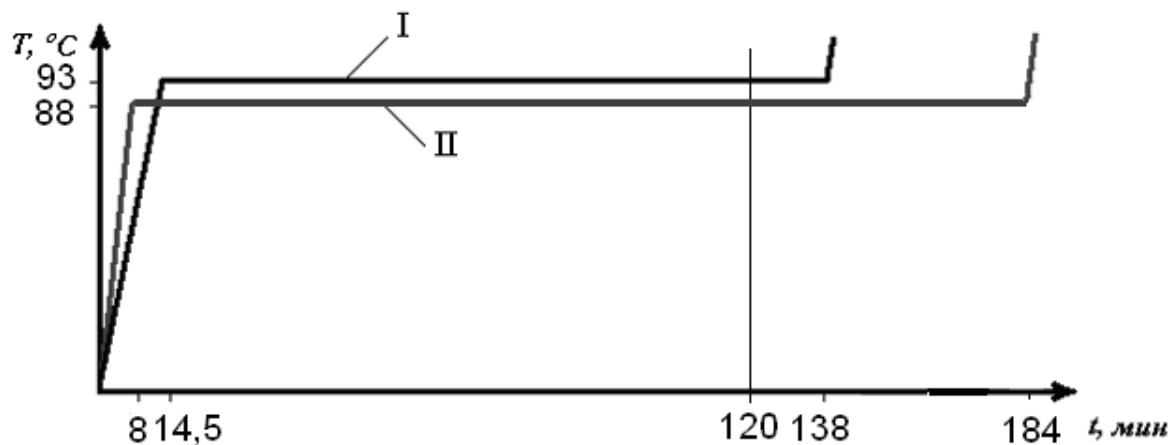


Рисунок 2 - Изменения температуры в зоне трения образцов: I – серийные образцы, II – образцы с покрытием ФАБО

Очевидно (рисунок 2), что образцы с покрытием имеют лучшие показатели: меньшее время прирабатываемости, меньшую температуру в установившемся режиме, а после прекращения подачи масла в зону трения способны более длительно противостоять износу. Износ образцов труще-

гося сопряжения для серийных пар трения составил: гильз – 0,418 г, колец 0,094 г; имеющих покрытие – 0,276 и 0,061 г соответственно.

Следует отметить, что наличие тонкого слоя мягкого покрытия на твердой поверхности ведет к снижению коэффициента трения трущегося сопряжения; медьсодержащее твердосмазочное покрытие на образцах гильз цилиндров способствует уменьшению времени прирабатываемости в 1,6 раза, а время работы образцов с покрытием до момента схватывания после прекращения подачи масла увеличилось в 3,55 раза.

Таким образом фрикционно-механическое меднение зеркала гильзы цилиндра ведет к уменьшению времени прирабатываемости и способствует увеличению износостойкости деталей ЦПГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по триботехнике /Под ред. М. Хебды, А.К. Чичинадзе. В 3т. Т.1. Теоретические основы. – М.: Машиностроение. 1989. – 400 с.
2. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел./ Под ред. Н.В. Карагельского. – М.: Машиностроение, 1968. 543 с.
3. Дроздов Ю.Н. и др. Трение и износ в экстремальных условиях. Справочник/ Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков - М., Машиностроение, 1986. - 224 с.
4. Машина трения: Пат. 2531 Республики Беларусь, МКИ⁵ G 01 N 3/56 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050297; Заявл. 25.05.2005; Опубл. 28.02.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №1, 2006, - 2с.: ил.
5. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий на внутренние поверхности: Пат. 2803 Республики Беларусь, МКИ⁵ С 23С 26/00 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050702; Заявл. 09.11.2005; Опубл. 01.03.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №2, 2006, - 2с.: ил.
6. Брезгунов Г.В. Теоретическое исследование химических процессов, происходящих при фрикционно-механическом нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники: Доклады междунар. науч.- практ. конф.– Горки, БСХА, 1997.– С.38...42.
7. Брезгунов Г.В. Влияние концентрации соляной кислоты в глицерине на эффективность фрикционно-механического меднения наружных поверхностей чугунных деталей // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. Ч. 2: Матер. междунар. науч.-практ. конф. – Горки, БГСХА, 2001.– С. 167...171.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И МАШИН. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 631.3.072.3:531.3

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЯ НАВЕСНЫХ ПЛУГОВ

*К.т.н. Старовойтов С.И., к.т.н. Блохин В.Н., инженеры: Чемисов Н.Н,
Дунин М.Е., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Динамометрические устройства размещают на раме плуга, при механизме навески с учетом ее детальной модернизации, между навеской трактора и рамой плуга. Применение S-образных тензодатчиков позволяет значительно упростить электрическую схему соединения и исключить механизм фиксации опорных плит.

Существуют различные подходы к определению тягового усилия навесного плуга. Высоцкий А.А. [1] предложил следующую методику, где на двух нижних и одной верхней тяге, на двух вертикальных раскосах механизма навески трактора размещены тензодатчики. А полное тяговое сопротивление при использовании экспериментальных данных определяют по следующей формуле:

$$\begin{aligned} P_x = & (Q_{\text{лев}} - N_{\text{лев}} \times \cos\varphi'_{3\text{лев}}) \times \cos\alpha_{2\text{лев}} \times \cos\varphi_2 + \dots \quad (1) \\ & \dots + (Q_{\text{пр}} - N_{\text{пр}} \times \cos\varphi'_{3\text{пр}}) \times \cos\alpha_{2\text{пр}} \times \cos\varphi_2 + \dots \\ & \dots + N_{\text{лев}} \times \sin\varphi_4 \times \cos\alpha_{3\text{лев}} + N_{\text{пр}} \times \sin\varphi_4 \times \cos\alpha_{3\text{пр}} - \dots \\ & \dots - F \times \cos\varphi_1 \times \cos\alpha_1, \end{aligned}$$

где $Q_{\text{лев}}$ — усилие в левой нижней тяге; $Q_{\text{пр}}$ — усилие в правой нижней тяге; $N_{\text{лев}}$ — усилие в левом раскосе; $N_{\text{пр}}$ — усилие в правом раскосе; F — усилие в верхней тяге; $\varphi'_{3\text{лев}}$ — угол между левым раскосом и левой нижней тягой; $\alpha_{2\text{лев}}$ — угол между левой нижней тягой и продольной вертикальной плоскостью; φ_2 — угол между левой, правой нижней тягой и горизонтом; $\varphi'_{3\text{пр}}$ — угол между правым раскосом и правой

нижней тягой; $\alpha_{2\text{пр}}$ – угол между правой нижней тягой и продольной вертикальной плоскостью; φ_4 – угол между раскосами и поперечной вертикальной плоскостью; $\alpha_{3\text{лев}}$ – угол между левым раскосом и продольной вертикальной плоскостью; $\alpha_{3\text{пр}}$ – угол между правым раскосом и продольной вертикальной плоскостью; φ_1 – угол между верхней тягой и горизонтом; α_1 – угол между верхней тягой и продольной вертикальной плоскостью.

Как видно из (1) на величину тягового сопротивления в значительной мере оказывают влияние углы установки элементов навески, неточность при их определении приведет к искажению результатов исследования. Развитие технических средств идет по пути повышения точности измерения полного тягового сопротивления, горизонтальной, вертикальной и боковой составляющей без учета углов установки элементов навески.

Технические решения, связанные с динамометрированием навесных орудий, условно подразделяются на три группы: использование промежуточных устройств между навеской трактора и навеской плуга; модернизация самой навески трактора или рамы навесного плуга.

Анализ технических решений необходимо осуществлять, используя следующие критерии: какой механизма применяется, какую составляющую тягового сопротивления определяют, количество задействованных тензодатчиков, имеется ли возможность подъема?

В случае модернизации непосредственно навесного плуга, рама состоит из двух частей [2]. Передняя часть включает навесное устройство и консольно закрепленную хвостовую балку. На второй, которая является подвижной, смонтированы плужные корпуса. Также на подвижной раме размещен кронштейн, который с помощью тяги связан с измерительным устройством. Измерительное устройство, в свою очередь, соединено с консольной балкой, и при вспашке замеряет полное тяговое сопротивление.

Вертикальное перемещение исключается за счет того, что консоль снабжена роликом, перемещающимся в направляющем кронштейне.

Для комплексной оценки тягового сопротивления, в целом, на раме плуга может быть размещено пять измерительных устройств [3]. В передней части, включающей навесное устройство, в поперечно-вертикальной плоскости размещены два тензозвена, измеряющие вертикальную составляющую тягового сопротивления. Между подвижной рамой и консолью навесного устройства также расположены два тензозвена в продольно-вертикальной плоскости, измеряющие боковую составляющую тягового сопротивления. Тензозвено, расположенное в горизонтальной плоскости, фиксирует горизонтальную составляющую от суммарного усилия.

А при динамометрировании полунавесного плуга рама может быть снабжена комбинированным кронштейном. К верхней части комбинированного кронштейна крепится балка для непосредственного тензоизмерения. К нижней части – тяговый кронштейн, которой, в свою очередь, связан с рамой полунавесного плуга [4].

При модернизации навески известны изобретения с учетом включения в навесное устройство двух двухплечих рычагов, четырехзвенного механизма, направляющих. При использовании в навеске трактора двух двухплечих рычагов тяговое сопротивление измеряется одним датчиком. Тяговое усилие, передаваемое от двух нижних тяг, суммируется с тяговым усилием верхней тяги через связанные между собой раскосом двухплечие рычаги [5].

Повышение точности измерения возможно при использовании также тензометрической рамки в виде четырехзвенного механизма, вертикальные тяги которого прикреплены к остову трактора и снабжены тензометрическими датчиками для измерения потерь на трение в шарнирах [6].

Известно устройство, в котором нижние тяги механизма навески

прикрепляются к оси, которая подвешивается с помощью серег к остову трактора. В свою очередь, данная ось, через регулировочный винт и дополнительную тягу связывается с тензозвеном. Регулировочный винт служит для того, чтобы раскосы механизма навески находились только в вертикальном положении. Тем самым замеряется только горизонтальная составляющая тягового усилия и только одним тензодатчиком [7].

Использование направляющих предопределяет применение внешнего и внутреннего контура, сваренных из швеллера. По внутренней поверхности внешнего контура перемещаются ролики, размещенные на наружной поверхности внутреннего контура. Между контурами расположено тензозвено. Внутренний контур снабжен механизмом подъема, двумя нижними тягами и одной верхней [8].

Все перечисленные устройства, хоть и обладают способностью поднимать навесное орудие, сложны в изготовлении и ненадежны в работе. С учетом этого, особое место занимают промежуточные устройства, которые размещаются между навеской трактора и навеской плуга и условно подразделяются на два вида: с фиксацией плит и без фиксации плит.

Устройство с фиксацией плит состоит из двух плит и навесного устройства-треугольника [9]. Между плитами размещены шесть тензопальцев. Четыре тензопальца жестко связывают плиты и наклеенными на них тензодатчиками замеряют горизонтальную составляющую тягового сопротивления. Оставшиеся два тензопальца закреплены консольно. На краю которой размещены шарикоподшипники, наружная обойма последних входит в изготовленные в передней плите пазы. Тензопалец с вертикальным пазом замеряет вертикальную составляющую тягового сопротивления, с горизонтальным пазом - боковую составляющую. Тензодатчики собраны в схему, где исключается дополнительная схема наклейки. Наличие плит позволяет замерять только горизонтальную составляющую тягового сопротивления.

Проанализированное выше тензометрическое устройство обладает одним и существенным недостатком - невозможностью переводить в транспортное положение навесное орудие.

Следующие изобретение лишено указанного недостатка [10] и с достаточно высокой точностью замеряет горизонтальную, боковую, вертикальную составляющую тягового сопротивления, кроме того снабжено замком, с помощью которого фиксируется передняя и задняя опорная плита. Фиксация в свою очередь обеспечивается за счет гидроцилиндра.

Таким образом, наиболее эффективным, с точки зрения возможности подъема, измерения составляющих тягового сопротивления, себестоимости изготовления, является промежуточное устройство, размещенное между навеской трактора и навеской плуга. А использование S-образных тензодатчиков позволяет упростить схему электроизмерений и исключить разработку механизма фиксации плит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоцкий, А.А. Новые методы и приборы динамометрирования с-х машин /А.А.Высоцкий//Тракторы и с\х машины.-№2- 1959.-с.24.
2. Стародинский, Д.З. Устройства для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин/ Д.З. Стародинский, И.П. Шподаренко. // Описание изобретения к авторскому свидетельству. МПК G 01 1 5/13, №315067. Оpubл.1971г.
3. Стародинский, Д.З., Устройство для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин /Д.З. Стародинский, И.П.Шподаренко, Л.И.Курганский// Описание изобретения к авторскому свидетельству. МКИ G 01 L 5/13, №535474. Оpubл.1976г.
4. Стародинский, Д.З. Устройство для динамометрирования навесных с/х машин/Д.З. Стародинский, И.П.Шподаренко// Описание изобретения к авторскому свидетельству. МКИ G 01 1 5/13, № 435467. Оpubл.1974г.
5. Аракчеев, Г.И. Устройство для измерения горизонтальной составляющей тягового сопротивления навесных машин/ Г.И. Аракчеев, А.Д. Вулуца. // Описание изобретения к авторскому свидетельству. МКИ G 01 5/13, №444082. Оpubл.1974 г.
6. Дерепаскин, А.И. Устройство для динамометрирования навесных плугов/А.И. Дерепаскин, А.Ю. Терпиловский, В.Н.Кычев, Т.А. Ким, И.Г.Шульгин, В.Т. Галкин, А.Н.Алтыбавев// Описание изобретения к авторскому свидетельству. G01L/5/13, № 838454.Оpubл.1981г.
7. Вилде, А.А. Устройство для динамометрирования навесных машин /А.А. Вилде, Э.Д. Циблис // Описание изобретения к авторскому свидетельству. G 01 1 5/13, № 365603. Оpubл. 1973 году.
8. Русских, Н.И. Устройство для динамометрирования навесных плугов / Н.И. Русских, П.С.Созинов, А.В. Назаров, С.Д. Мерзляков // Описание изобретения к авторскому свидетельству. G 01L 5/13, №732701. Оpubл. 1980 г.
9. Салдаев, А.М. Устройство для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин/ А.М. Салдаев // Описание изобретения к авторскому свидетельству. А 01 В 67/00, №1609950. Оpubл. 1990г.
10. Салдаев, А.М. Устройство для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин/ А.М. Салдаев // Описание изобретения к авторскому свидетельству. А 01 В 67/00, №2607800. Оpubл. 1996г.

ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛУЖНОГО ЛЕМЕХА НА РАСХОД ТОПЛИВА

К.т.н Кожухова Н.Ю., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Определено влияние наплавочного армирования рабочей поверхности лемеха на расход топлива.

Во время эксплуатации сельскохозяйственных орудий происходит их интенсивный износ, в связи с этим наработка до предельного состояния таких изделий крайне мала. Поэтому вопрос продления срока службы деталей сельскохозяйственных орудий, достигших предельного состояния, актуален. Наибольшее давление со стороны почвы оказывается на лемех плуга. В настоящее время известен ряд технологических приемов по упрочнению этого изделия [1, 2, 3]. Большое распространение при восстановлении получило наплавочное армирование, однако, нет четких представлений о его влиянии на расход топлива.

Расход топлива (Q) один из главных критериев оценки эффективности применения упрочняющих технологий. Для определения этого показателя в процессе пахоты может быть использован расходомер марки DFM-50, который монтировался в топливную систему трактора МТЗ-82, по схеме, представленной на рисунке 1, агрегирующего плуг ПЛН-3-35. DFM отличается простотой в монтаже и использовании и не требует высокой квалификации эксплуататора.

Технические данные прибора позволяют производить измерения расхода топлива в диапазоне от 2 до 40 л/ч с точностью 0,1 л/г. Встроенный фильтр эффективно защищает рабочую камеру датчика от загрязнений. Сущность работы прибора заключается в том, что при проходе топлива через измерительную камеру кольцевого типа формируется импульс. Количество импульсов, формируемое датчиком при протекании через него 1 литра топлива, преобразовывается в микропроцессоре расходомера и выводится на экран.

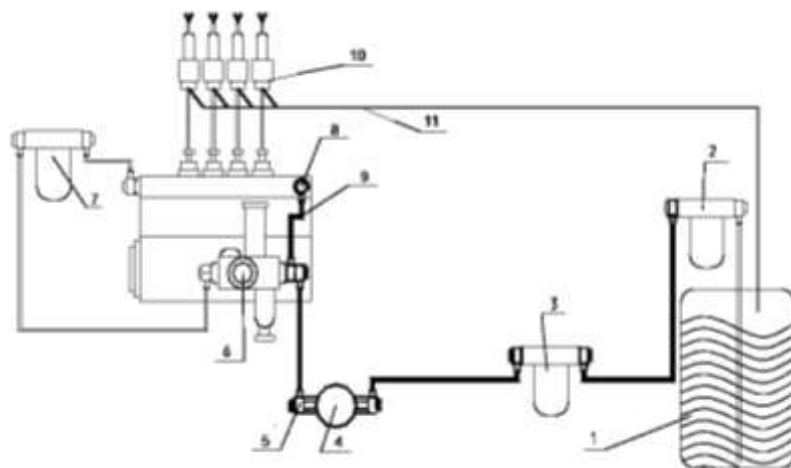


Рисунок 1 – Схема установки расходомера

1 – топливный бак, 2 – фильтр грубой очистки, 3 – дополнительный фильтр тонкой очистки, 4 – датчик расхода топлива DFM, 5 – обратный клапан, 6 – топливный насос с подкачивающей помпой, 7 – фильтр тонкой очистки, 8 – перепускной клапан, 9 – обратка, 10 – форсунка, 11 - обратка с форсунок

На экране DFM отображается как суммарный счетчик израсходованного дизельного топлива, так и счетчики работы двигателя в различных режимах: холостой ход, нормальная загрузка, перегрузка. Переключение счетчиков производится специальным бесконтактным ключом.

Применение расходомера удобно тем, что построено на использовании автономных счетчиков и не требует дополнительного компьютерного оборудования, работа с которым в полевых условиях весьма затруднительна (перенос информации осуществляется вручную). Монтаж прибора показан на рисунках 2, а и 2, б.

Испытаниям были подвергнуты лемеха, упроченные наплавочным армированием по всей рабочей поверхности (1а), эллипсообразными валиками (1б), зоны наиболее вероятного износа (1в). В качестве эталонных лемехов принимались лемеха в состоянии поставки.

Испытания по определению расхода топлива проводились в осенний период на двух полях (участках) с различными типами почв: легкими суглинками (с содержанием физической глины 24...27 %) и тяжелыми су-

глинками (содержание физической глины 44...46 %). Суммарная площадь полей составляла около 180 га, рельеф достаточно ровный. Высота стерни не превышала 15 см. Влажность почвы 12...18 %. Глубина вспашки составила 18,0...20,0 см. Скорость трактора 5...7 км/ч, что соответствует скорости движения на 6-й передаче.

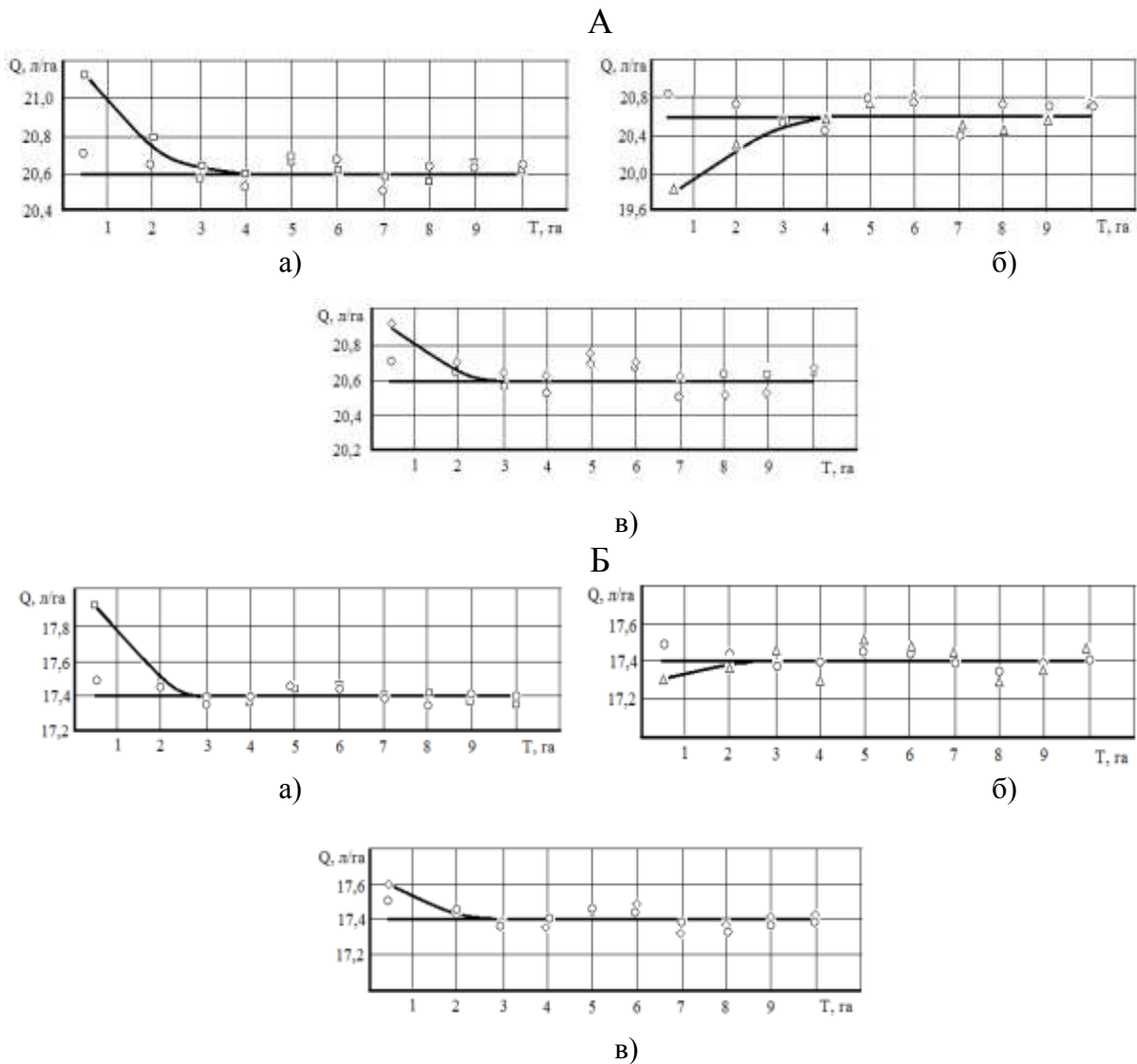


а)

б)

Рисунок 2 – Расходомер DFM, установленный на тракторе: а – общий вид установки прибора; б – счетчик-расходомер

При использовании армирования лемехов для большинства технологий в начальный период работы расход топлива выше, чем при эксплуатации лемехов в состоянии поставки (рисунок 3). Этот факт обусловлен сопротивлением, создаваемым нанесенными валиками, приводящим к росту тягового усилия. Через определенный период времени (при наработке 3...4 га) валики частично истираются, приобретая более пологую форму, благодаря чему сопротивление перемещению лемеха падает, и расход топлива соответственно тоже. Определенную положительную роль играет и самоорганизация процесса, приводящая к совместимости контакта «рабочая поверхность лемеха – почвенная среда», обуславливаемая приобретаемой в процессе работы шероховатостью поверхности, являющейся наиболее приемлемой для данных условий изнашивания.



○ - лемех в состоянии поставки; □ - технология 1; △ - технология 2; ◇ - технология 3

Рисунок 3 – Зависимость удельного расхода топлива (Q) от наработки (T) при вспашке тяжелых (А) и легких (Б) суглинков лемехами в заводском исполнении и упрочненными по технологическим вариантам 1а, 1б, 1в

Принципиальные отличия в характере изменения удельного расхода топлива просматриваются для технологии 1б (рисунок 3 А, Б; б). При ней армирование лемехов ведет не к увеличению их сопротивления движению в почве, а, наоборот, к уменьшению этого сопротивления, причиной этого, следует полагать, будет то, что при эллипсообразном расположении армирующих валиков почвенная масса частично соскальзывает по касательной к эллиптическим кривым, уменьшая тем самым давление в области упроч-

нения. Соответственно падает и тяговое сопротивление, снижая расход топлива. В дальнейшем частичное истирание валиков и достижение нужной шероховатости приведет к стабилизации Q .

Определенный интерес представляет оценка затрат энергоносителей по разности расхода топлива (ΔQ) в случае эксплуатации армированных лемехов (Q_*) и лемехов в заводском исполнении (Q).

$$\Delta Q = Q_* - Q$$

Из столбчатой диаграммы (рисунок 4) следует, что для технологий 1, 3, 4 в начальный период пахоты имеет увеличение ΔQ , связанное, как уже отмечалось, с наличием дополнительного сопротивления, создаваемого армирующими валиками. В вариантах 1а и 1в наблюдается превышение ΔQ для тяжелых суглинков в сравнении с легкими, связанное с большей плотностью этой почвы.

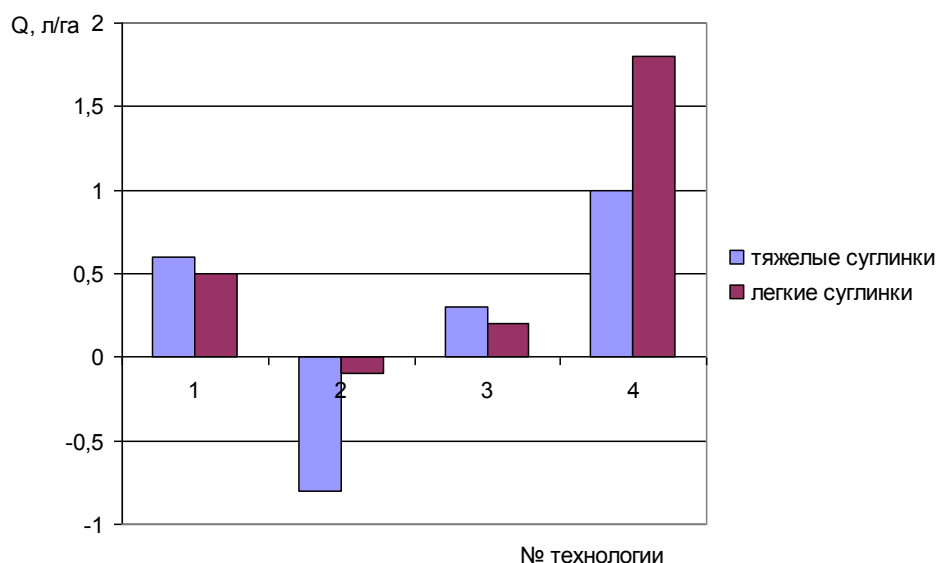


Рисунок 4 – Максимальное изменение расхода топлива (в зависимости от технологии)

Отрицательное значение ΔQ при вспашке лемехами, армированными по технологии 1б, обусловлено частичным перемещением частиц почвы по касательной к валикам (отмечалось ранее по тексту).

Исследованиями, проведенными непосредственно в поле, определено, что в начальный период вспашки лемехами, подвергшимся упрочне-

нию, имеет место несколько больший расход топлива в сравнении со вспашкой лемехами в заводском исполнении. Отмечается уменьшение ΔQ для эксплуатации лемехов, армированных эллипсообразными валиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михальченков А.М. Повышение ресурса плужных корпусов сварочным армированием [Текст] / А.М. Михальченков, Д.А. Капошко // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2005. – № 7. – С. 20-24.
2. Михальченков А.М. Способ армирования лемехов для почв с различной изнашивающей способностью [Текст] / А.М. Михальченков, С.И. Будко, И.В. Козарез, П.А. Паршиков // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. - №1. – С.46-49.
3. Михальченков А.М. О критериях предельного состояния плужных лемехов, эксплуатируемых на почвах Юго-Западного региона России [Текст] / А.М. Михальченков, Н.Ю. Кожухова, С.И. Будко // Достижения науки и техники в АПК. - 2008 г. - №1. – С.43 – 45

УДК 543.42:669.14

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЛЕЙ

К.т.н. Миренков А.А., магистрант Кантур Ю.А., УО «Белорусская ГСХА»

Методы спектрального анализа являются основными методами контроля химического состава сырья и готовой продукции во многих отраслях промышленности и в научных исследованиях.

Под названием спектральный анализ понимается физический метод анализа химического состава вещества, основанный на исследовании спектров испускания и поглощения атомов или молекул [1], разработанный в 1859 году учеными Г. Р. Кирхгофом и Р. В. Бунзеном.

Излучения, разложенное по длиннам волн, называется спектром. Когда металлы или сплавы раскалены до состояния газа или пара, они дают характерную для каждого элемента линию спектра. Натрий, например, дает линию желтого цвета, галлий - линию зеленого цвета. Если в спектре появилось несколько линий, - значит в веществе находится несколько элементов. Метод замечателен тем, что позволяет обнаружить наличие элемента в сплаве, даже если его количество ничтожно мало, а по интенсивности спектральной линии определить количество этого элемента.

Для анализа необходимо выделить излучение каждого элемента. Это осуществляют с помощью оптических приборов - спектральных аппаратов, в которых световые лучи с разными длинами волн отделяются в простран-

стве друг от друга. Спектральные аппараты устроены таким образом, что световые колебания каждой длины волны, попадающие в прибор, образуют одну линию. Сколько различных волн присутствует в излучении источника света, столько линий получается в спектре.

Спектр можно рассматривать визуально или зарегистрировать с помощью фотографии или фотоэлектрических приборов. Конструкция спектрального аппарата зависит от метода регистрации спектра. Для визуального наблюдения спектров служат спектроскопы - стилоскопы и стилометры. Фотографирование спектров осуществляют с помощью спектрографов. Спектральные аппараты - монохроматоры - позволяют выделять свет одной длины волны, после чего он может быть зарегистрирован с помощью фотоэлемента или другого электрического приемника света.

Спектральный анализ классифицируется на несколько видов, в зависимости от поставленных целей. На данное время используют молекулярный и атомный спектральный анализ.

Молекулярный спектральный анализ предполагает качественное и количественное определение молекулярного состава проб по молекулярным спектрам поглощения и испускания [1]. Соответственно различают качественный и количественный молекулярный спектральный анализ. В молекулярном спектральном анализе используют различные виды молекулярных спектров: вращательные (спектры в микроволновой и длинноволновой инфракрасной (ИК) областях), колебательные и колебательно-вращательные (спектры поглощения и испускания в средней ИК-области, спектры комбинационного рассеяния света (КРС), спектры ИК-флуоресценции), электронные, электронно-колебательные и электронно-колебательно-вращательные (спектры поглощения и пропускания в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях, спектры флуоресценции). Молекулярный спектральный анализ позволяет проводить анализ малых количеств (в некоторых случаях доли мкг и менее) веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях.

Качественный молекулярный спектральный анализ устанавливает молекулярный состав исследуемого образца. Количественный анализ предназначен для определения количественных соотношений составных частей исследуемого вещества.

Различают три основных метода атомного спектрального анализа - атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и атомно-флуоресцентный спектральный анализ.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ – это метод определения химического состава вещества по спектру излучения его атомов под влиянием источника возбуждения (дуга, искра, пламя, плазма) [2].

Излучение энергии атомов в источниках света (пламя, электрическая дуга и др.) связано с энергиями E_1 и E_2 обоих состояний атома известным соотношением

$$E_2 - E_1 = h\nu = h \frac{c}{\lambda},$$

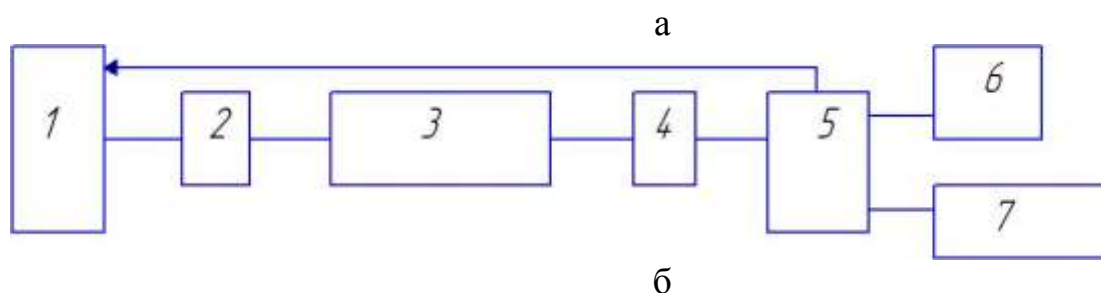
где E_2 и E_1 – энергия атома до и после излучения ($E_2 > E_1$); E – в электрон-вольтах (эВ, 1 эВ = 8067,1 см⁻¹); ν – частота излучения (с⁻¹ или Гц); c – скорость света ($\approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с); λ – длина волны излучения (нм, 1 нм = 10⁻⁹ м); h – постоянная Планка ($6,625 \cdot 10^{-27}$ эрг·с).

Метод атомно-абсорбционного анализа основан на измерении селективного поглощения излучения резонансных линий атомами определяемого элемента [2].

Атомно-флуоресцентный анализ, метод количественного элементного анализа по атомным спектрам флуоресценции. Для возбуждения флуоресценции используют интенсивные лампы с линейчатым или непрерывным спектром, а также лазеры с перестраиваемой длиной волны.

Атомный спектральный анализ используют для анализа самых разнообразных объектов. Область его применения очень широка: черная и цветная металлургия, машиностроение, геология, химия, биология, астрофизика и многие другие отрасли науки и промышленности.

Анализ образцов сталей проводился с помощью программно-аппаратного комплекса (ПАК) (рисунок 1).



1 - источник возбуждения спектров (генератор); 2 - камера разряда (штатив);
3 - дифракционный спектрограф; 4 - блок фотоприемных устройств;
5 - персональный компьютер; 6 – монитор; 7 - принтер

Рисунок 1 – Программно-аппаратный комплекс (ПАК) (а) и блок-схема программно-аппаратного комплекса (б)

Анализируемый образец, дисковые медные и железные электроды зачищают от окалины. Дисковый медный электрод устанавливают в штатив, на столик штатива помещают исследуемый образец, расстояние между электродами – 2 мм по шаблону. Включают дугу и по указаниям преподавателя изучают аналитические группы линий, используемые для определения легирующих элементов. Нужную область спектра выводят в поле зрения окуляра с учетом оцененной ранее поправки. Визуально определяют

соотношение интенсивностей аналитических пар в спектре, после чего, пользуясь стилоскопическими таблицами [4], дают оценку содержания элемента. На рисунке 2 и в таблице 1 приведены характерные линии и спектроскопические признаки для оценки содержания хрома в стали с медным противоэлектродом [3, 5].

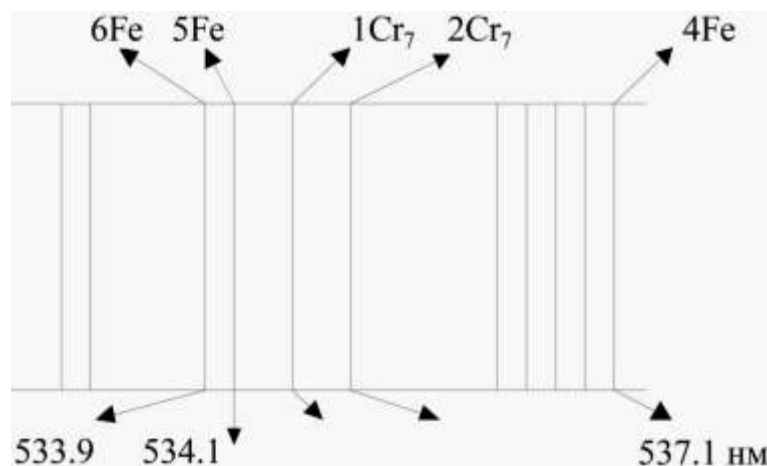


Рисунок 2 - Характерные линии железа и хрома

Таблица 1 - Спектроскопические признаки для оценки содержания хрома в стали

Содержаний хрома в стали, %	Соотношение интенсивностей линий хрома и железа	
1.5	$1Cr_7 < 5Fe$	$1Cr_7 > 6Fe$
2.5	$2Cr_7 = 6Fe$	-
5.0	$2Cr_7 = 5Fe$	-
10.0	$1Cr_7 = 4Fe$	-
20.0	$1Cr_7 > 4Fe$	$2Cr_7 \leq 4Fe$
30.0	$1Cr_7 \geq 4Fe$	$2Cr_7 \geq 4Fe$

Применение современных способов определения химического состава сталей позволяет проводить качественную оценку сталей, используемых при изготовлении и ремонте деталей с-х техники

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев В.П. Теоретические основы физико-химических методов анализа. М., 1979.
2. Орешенкова Е.Г. Спектральный анализ. М.: Высшая школа, 1982, 375 с.
3. Тарасевич Н.И. Руководство к практикуму по спектральному анализу. М.: Издательство Московского университета, 1977. 136 с.
4. Свентицкий Н.С. Визуальные методы эмиссионного спектрального анализа. М., 1961.
5. Алексовский В.Б., Бардин В.В., Булатов, М.И. и др. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство. Л., 1988.

РАСЧЁТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ У ПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ В ПРОЦЕССЕ ТОЧЕНИЯ

*Д.т.н. Коршунов В.Я., аспирант Гончаров П.Н.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Представлена методика расчёта упрочнения поверхностного слоя образцов в процессе точения.

Для успешной работы предприятия в условиях рыночной экономики необходимо выпускать сельскохозяйственную технику высокого качества. Долговечность деталей сельхозмашин во многом зависит от состояния структуры материала и физико-механических свойств поверхностного слоя (твёрдости HV_o , шероховатости R_z , остаточных технологических напряжений первого рода $\sigma_{ост.}$), которые формируются в процессе их изготовления. Из всех приведённых выше свойств наибольшее влияние на износостойкость деталей оказывает твёрдость поверхностного слоя, полученная в процессе её изготовления. Исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что создание расчётно-аналитического метода прогнозирования упрочнения поверхностного слоя детали в процессе точения является проблемой актуальной.

Для математического описания процесса упрочнения и разрушения материала заготовки перед режущей кромкой резца, с учетом действующего напряжения σ_i и скорости деформирования K_v , но без учета кинетики аннигиляции всевозможного рода дефектов, получено уравнение [1]

$$HV_i = \frac{HV_{oi}\sigma_i K_v}{\sigma_T} + C_\gamma A_i^{n_\gamma}, \quad (1)$$

где HV_o – начальная твёрдость; σ_T – предел текучести.

Следует отметить, что критическая (максимальная) величина твердости HV^* и её оптимальное значение $HV_{оп}$ достигаются при величине напряжения равной максимальному пределу прочности $\sigma_{вм}$ и соответ-

ственно оптимальному $\sigma_{оп}$. Разрушение материала детали при точении происходит при достижении напряжения перед режущей кромкой инструмента, равного истинному напряжению на разрыв S_k . При напряжении равном физическому пределу текучести σ_T упрочнение поверхностного слоя детали в процессе резания прекращается.

Для прогнозирования степени упрочнения (твёрдости) поверхностного слоя детали в процессе обработки необходимо знать закономерность изменения величины напряжения в базовых точках в зависимости от глубины рассматриваемой точки.

Согласно принятой в настоящее время инженерной методике расчёта, радиальное сжимающее напряжение σ_r в любой точке перед режущей кромкой с радиусом вектором R_r будет равно [2]

$$\sigma_r = -\frac{4 \cdot R_p \cdot \cos \alpha_p}{b_1 \cdot R_r \cdot [2 \cdot (\pi + \beta_1) - \sin 2 \cdot \eta_p + \sin 2(\eta_r + \beta_1)]}, \quad (2)$$

где R_p - равнодействующая сила резания, зависящая от режимов резания, геометрии инструмента и типа СОТС; β_1 – угол сдвига

Для определения напряжения в базовых точках, по которым в дальнейшем строится зависимость твёрдости обработанной поверхности от глубины залегания рассматриваемой точки $HV_i = f(h_i)$, и, соответственно упрочнения, необходимо в уравнение (2) последовательно подставлять значения напряжений S_k , σ_B , $\sigma_{оп}$, $\sigma_{вм}$, σ_T и решать его относительно радиуса их действия R_r . Действующие в процессе резания напряжения рассчитываются по (3) – (7).

$$S_k = 17,254 \cdot HV_o; \quad (3)$$

$$\sigma_B = 232 + 0,21 \cdot HV_o; \quad (4)$$

$$\sigma_T = (0,63 + 3,877 \cdot 10^{-5} \cdot HV_o) \cdot \sigma_B; \quad (5)$$

$$\sigma_{оп} = \frac{(0,82 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot HV) \cdot HV_* \cdot \sigma_m}{HV_o}; \quad (6)$$

$$\sigma_{\text{вм}} = 6,507 \cdot \text{HV}_0^{-0,217} \cdot \sigma_{\text{в}} \quad (7)$$

Предложенный расчётно-аналитический метод был использован для прогнозирования упрочнения поверхностного слоя при точении образцов из стали 45, твёрдостью HV1800 МПа. Обработка осуществлялась резцом из твёрдого сплава T15K6, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 7^\circ$, $\Psi = \Psi' = 45^\circ$, без СОТС. На двух режимах резания: первый $V_p = 1,0$ м/с, $S_{\text{пр}} = 0,2$ мм/об, $t = 1$ мм. Второй режим отличался от первого только значением скорости резания $V_p = 4,1$ м/с. Равнодействующие силы резания, рассчитанные по методике, представленной в работе [2] составили соответственно $R_{p1} = 548$ Н и $R_{p2} = 386$ Н.

Теоретические значения упрочнения (твёрдости HV_i) поверхностного слоя после точения образцов на первом и втором режимах представлены на рисунке 1.

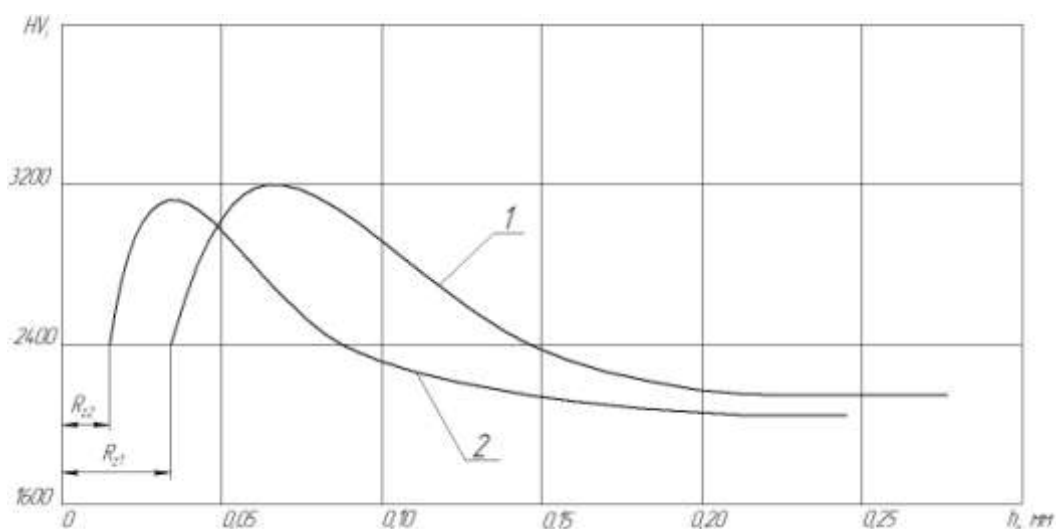


Рисунок 1 – Изменения твёрдости HV_i обработанной поверхности от глубины h_i рассматриваемого микрообъёма

Анализ полученных данных показал, что эти зависимости носят довольно сложный характер. Точки с максимальным упрочнением при точении на первом (1) и втором режимах (2) соответствуют приложенному в зоне резания базовому напряжению равному величине максимального предела прочности $\sigma_{\text{вт}}$.

При движении влево от базовых точек твёрдость поверхностного слоя начинает плавно снижаться, что объясняется увеличением действующего напряжения и как следствие интенсификации процесса разупрочнения. При этом следует учитывать процесс разрушения материала с образованием микронеровностей (первичной шероховатости). Падение степени упрочнения материала в процессе обработки при движении вправо от базовых точек ($\sigma_i = \sigma_{вт}$) определяется плавным уменьшением величины приложенного напряжения.

Максимальная степень упрочнения на первом и втором режимах резания примерно одинакова (1,7) и (1,66). Различие заключается в глубине её залегания. После первого режима обработки глубина составила $h_1 = 0,065$ мм, после второго $h_2 = 0,045$ мм. Глубина упрочнения h_1 после резания образцов на первом режиме составила $h_1 = 0,17$ мм, а после обработки на втором режиме – $h_2 = 0,08$ мм, что вызывает формирование большей величины градиента напряжения по глубине обработанной поверхности во втором случае, чем в первом.

Теоретическая величина шероховатости поверхности, которая определяется глубиной действия напряжения S_k , после первого режима обработки составила $R_{z1} = 34$ мкм, после второго $R_{z2} = 15$ мкм. Экспериментальные значения, полученные на профилометре-профилографе: $R_{z1э} = 30$ мкм, $R_{z1э} = 13$ мкм. Коэффициент вариации равен соответственно $v_1 = 12$ %, $v_1 = 14$ %, что говорит об адекватности предложенной математической модели.

Полученные теоретические результаты изменения твёрдости поверхностного слоя детали (см. рисунок 1) дают возможность прогнозировать оптимальные режимы резания (V_p , S , t , γ) в зависимости от конкретных условий её эксплуатации в условиях внешнего трение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршунов В.Я. Управление качеством изготовления деталей сельскохозяйственных машин в процессе механической обработки [Текст] / В.Я. Коршунов // Конструирование, использование и надёжность машин сельскохозяйственного назначения / Сб. науч. работ. – Брянск: БГСХА, 2010. – С. 112 – 119.
2. Силин С.С. Метод подобия при резании материалов [Текст] / С.С.Силин. – М.: Машиностроение, 1979. – 175 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

*Д.т.н. Коршунов В.Я., аспирант Новиков Д.А.,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Предложена методика проведения экспериментальных исследований усталостной прочности.

Целью экспериментальных исследований образцов на усталостную прочность является проверка теоретических результатов полученных на основе термодинамического критерия разрушения твёрдых тел.

Для испытания вращающихся образцов с консольным изгибом применяется машина УКИ-6000-2 [1, 2]. Одновременно на машине можно испытывать два образца, рабочий диапазон нагрузок от 4,9 до 981 Н. Частота изменения циклов испытательной нагрузки по ступеням 1500 и 3000 мин⁻¹.

Для проведения испытаний на усталостную прочность необходимо знать физический предел текучести материала σ_T . В справочниках значение σ_T дается с очень большим разбросом для одной и той же марки стали, что не удовлетворяет условиям проведения эксперимента. Для решения данной проблемы были проведены предварительные экспериментальные исследования с целью определения физического предела текучести материала образцов, изготовленных образцов из легированной стали.

Для этого были изготовлены две партии специальных образцов для испытания на растяжения на установке Р20 (рисунок 1, а). Первая партия образцов прошла термообработку в виде отжига при температуре 1000° С. Вторая – закалку от 840° С и высокий отпуск (580 ° С). Закалка осуществляется в масле. В результате термообработки была получена следующая твердость образцов: первой партии – твердость НВ 2000; второй партии – НВ 3710.

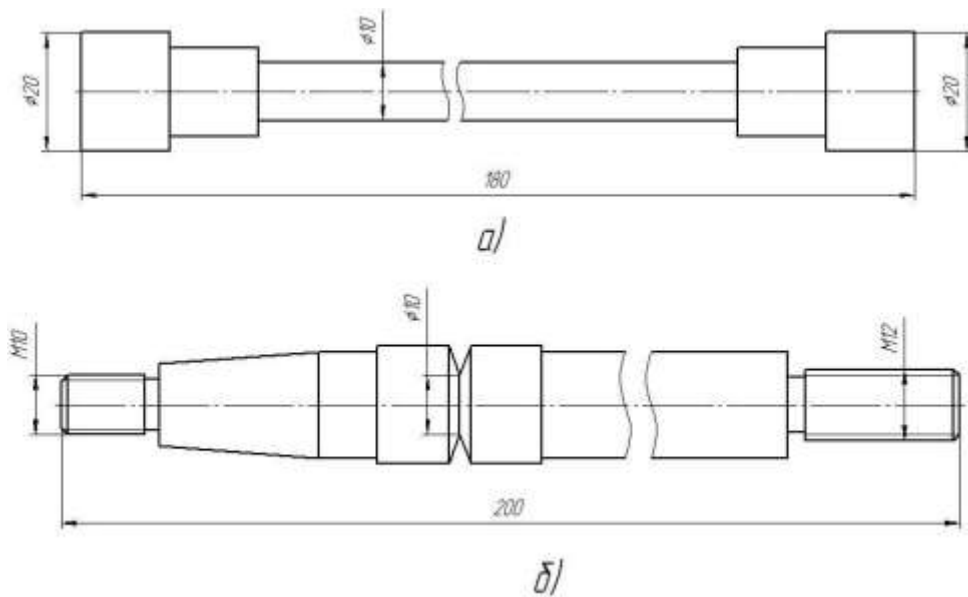


Рисунок 1 – Образцы для испытаний: а) на разрыв; б) на усталостную прочность

В результате проведения экспериментов на установке Р20 были получены зависимости величины напряжения, равному физическому пределу текучести от степени деформации образцов (рисунок 2) $\sigma_{T1}=1251$ МПа, $\varepsilon_1=0,02$; $\sigma_{T2}=430$ МПа, $\varepsilon_2=0,12$.

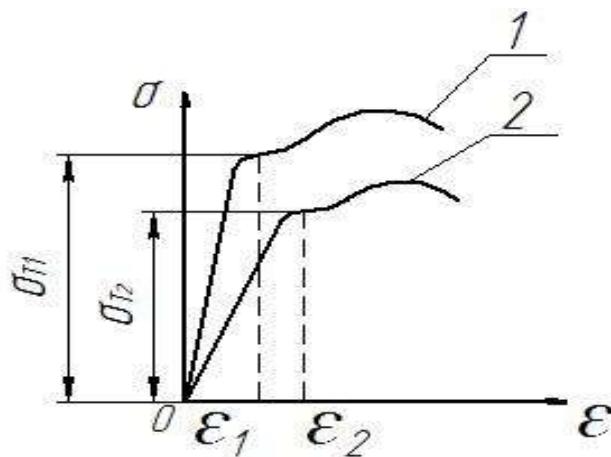


Рисунок 1 – Зависимость величины напряжения от степени деформации: образец 1 – закалка + высокий отпуск; образец 2 – отжиг

Для испытаний на усталостную прочность было изготовлено две партии образцов (рисунок 1, б). Первая и вторая партии образцов прошли термообработку аналогичную образцам для испытания на растяжение.

Схема испытания на машине, работающей по методу консольного изгиба, показана на рисунке 3 [2]. Один конец образца 2 зажимается во вращающемся шпинделе 1 машины, а на другой конец надевается подшипник 3, к которому подвешивается груз P . При вращении образец подвергается повторно-переменному нагружению. При каждом обороте изменение величины напряжения совершит полный цикл от $\sigma_{\text{макс}}$ через ноль к $\sigma_{\text{мин}}$ (см. рисунок 3). В этом случае изгибающие моменты распределяются по закону треугольника.

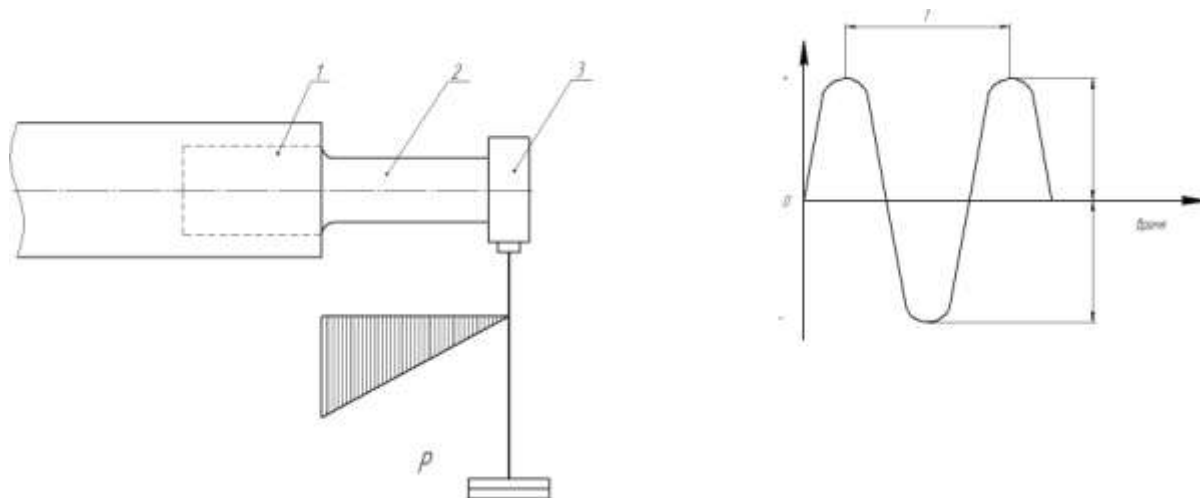


Рисунок 3 – Схема испытания на усталостную прочность вращающихся образцов с консольным изгибом

При заданной нагрузке испытание продолжается до разрушения образца, при этом регистрируется число выдержанных циклов. После разрушения образца его заменяют другим. Испытания повторяют пять раз, определяя каждый раз число циклов, доводящее образец до разрушения. После чего определяется среднее значение числа циклов до разрушения. При разрушении образца по сигналу датчика электродвигатель испытательной машины отключается.

Образцы первой партии испытываются при нагрузке $P_1 = 360$ Н, и соответственно при напряжении $\sigma_1 = 280$ МПа. Второй – при нагрузке $P_2 = 580$ Н и напряжении $\sigma_2 = 470$ МПа. Испытания образцов первой и второй партий проводится при частоте вращения – 1500 мин^{-1} .

Представленная методика, с предварительным определением физического предела текучести образцов на установке Р20 дает возможность назначать оптимальные режимы испытаний на многоцикловую усталостную прочность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарф М.Э. Машины и приборы для программных испытаний на усталость/ М.Э. Гарф. – Киев: Наукова думка, 1970. – 194 с.
2. Жуковец И.И. Механические испытания металлов/ И.И. Жуковец – М.: Высшая школа, 1986. – 198 с.

УДК 631.794.621.791

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

*К.т.н. Капошко Д. А., к.т.н. Будко С.И., к.т.н. Кузьменко,
инженер Киселева Л.С., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Проведен анализ механических свойств износостойкого покрытия и обосновано применение промежуточного слоя при наплавке.

Известно, что при наплавочных процессах наблюдается изменение структурных составляющих, как наплавленного металла, так и основного.[1] Как правило, указанное обстоятельство приводит к существенному изменению механических свойств в зоне термического влияния, особенно при нанесении твердосплавных материалов (рисунок 1).

В качестве параметра, характеризующего комплекс механических свойств наплавленной зоны оказывающей влияние на работоспособность деталей, была выбрана твердость.

Как видно из рисунка 1, в зоне шва твердость возрастает в четыре – пять раз, что затрудняет механическую обработку.

Явление изменения твердости, а значит и механических свойств в целом является фактором отрицательным, так как такие изменения неудовлетворительно сказываются на прочности основного металла при после-

дующей эксплуатации изделий. Между тем значительный рост твердости можно использовать при упрочнении деталей работающих в условиях абразивного изнашивания.

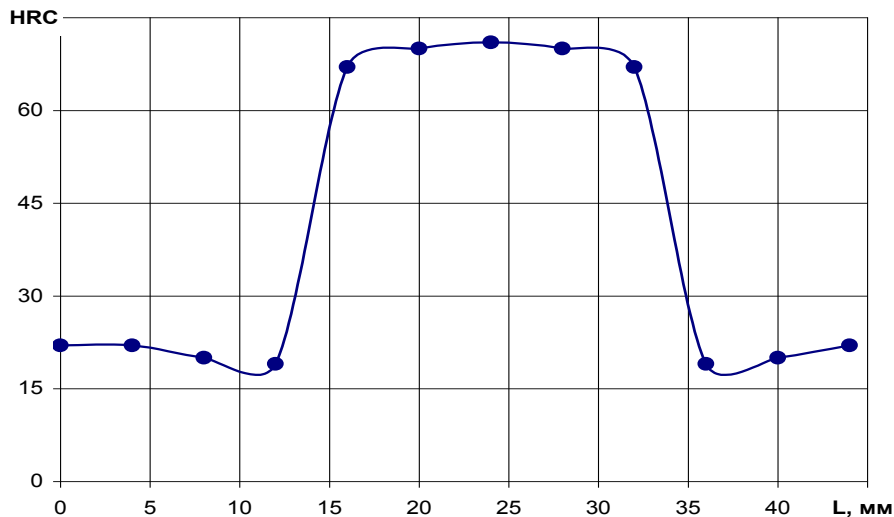


Рисунок 1 – Изменение твердости при наплавке

При наплавке твердосплавными материалами создаются внутренние напряжения, которые оказывают отрицательное воздействие на основной металл.[2] Для устранения напряжения и повышения прочности детали необходимо проводить сложную термическую обработку, что в свою очередь приводит к повышению себестоимости упрочнения, что не допустимо в условиях рыночных отношений.

Для того, чтобы снизить затраты упрочнения, предлагается такой вид наплавки, при котором не требуется дополнительной термической обработки. Прежде чем наносить упрочняющий слой необходимо наплавить промежуточный, отличающийся по своим свойствам от основного и наплавленного слоя. Применение промежуточного слоя позволит предотвратить перемешивание основного металла и упрочняющего слоя, что предупредит образование внутренних напряжений и не окажет практически никакого влияния на механические свойства основного металла.

Промежуточный слой может быть использован как при наплавке плоских, так и цилиндрических поверхностей.

Таким образом, применение промежуточного слоя при наплавке износостойкого покрытия дает возможность снизить остаточные напряжения и предотвратить коробление детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арзамасов В.Б. Материаловедение и технология конструкционных материалов - М.: Академия, 2009.
2. Повышение эффективности упрочнения деталей почвообрабатывающих машин методом дуговой наплавки твердыми сплавами. Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и оснастки от нанодомакроуровня: В24/ материалы 11-й международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2009. – с.144-151.

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ **В ТЕХНИКЕ**

УДК 53(075.32)

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТТЕСТУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Инженер Агеенко Л.В., ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»

Аттестующая организация - юридическое лицо, аккредитованное в установленном порядке в качестве организации, оказывающей услуги по аттестации и выполняющей на основании договора гражданско-правового характера с работодателем измерения и оценки, а также оценку соответствия условий труда государственным нормативным требованиям охраны труда, оформление и подготовку отчета об аттестации.

В соответствии со статьей 21 Трудового Кодекса РФ работодатель обязан обеспечить на каждом рабочем месте здоровые и безопасные условия труда, а также информирование работников об их состоянии, риске повреждения здоровья и полагающимся им льготам и компенсациям [1]. Эти обязанности тесно связаны с аттестацией рабочих мест по условиям труда.

Процедура аттестации рабочих мест действовала и ранее, но только с принятием нового Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденного приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 26.04.11 г. №342н. этим видом деятельности имеет право заниматься организация независимая по отношению к работодателю, на рабочих местах которого проводится аттестация [2]. Причем в документе не конкретизируется, что следует понимать под независимостью аттестующей организации.

Возможно, в Министерстве здравоохранения и социального развития РФ считали, что работодатель будет оказывать влияние на результаты аттестации рабочих мест, если аттестующая организация находится в непосредственном его подчинении.

С этим положением можно было бы согласиться, если бы не множество крупных организаций и предприятий, создавших у себя лаборатории

по оценке условий труда и вложившие колоссальные средства в материально-техническое оснащение этих лабораторий, а также в подготовку специалистов по проведению аттестации.

Подобные лаборатории создавались вовсе не для того, чтобы обманывать государство о состоянии условий труда и подтасовывать результаты аттестации, а потому что это экономически выгоднее, чем привлекать стороннюю организацию. Кроме того, это позволяло более оперативно реагировать на изменение технологического процесса, ввод нового оборудования в эксплуатацию и модернизацию старого.

Стоимость аттестации одного рабочего места в среднем в 2012 году составляла 2500 рублей без учета затрат самой организации. Если эти затраты учесть, то стоимость возрастает до 4580 рублей за одно рабочее место. Не трудно посчитать в какую сумму обойдется аттестация 100 рабочих мест – 458000 рублей [3]. А ведь в Российской Федерации есть организации и предприятия, где количество рабочих мест гораздо более 100. Возникает вопрос: где брать средства работодателю на выполнение своих обязанностей, учитывая еще и то, что одно и то же рабочее место иногда приходится подвергать аттестации, как минимум два раза.

Также возникает сомнение в том, что работодатель сможет соблюдать установленную периодичность 1 раз в 5 лет, не считая внеплановой аттестации рабочих мест.

По данным Министерства экономического развития РФ среднее число предприятий и организаций, подлежащих аттестации рабочих мест за 5 лет, составляет 4736,9 тысяч и соответственно 44893,25 тысяч рабочих мест (данные Росстата). Согласно Реестра аккредитованных организаций, оказывающих услуги в области охраны труда, на 27.09.12 года в России имеет право работать всего 706 организаций [4].

Таким образом, на 1 аттестующую организацию будет приходиться 6,7 тыс. организаций и предприятий и 63,59 тыс. рабочих мест. В год – 1,34

тыс. организаций и 12,72 тыс. рабочих мест. По данным Минэкономразвития РФ затраты на оценку 100 рабочих мест составляет 718 чел.-ч.

Для того, чтобы сделать вывод о том, достаточно ли аттестующих организаций в России, проанализируем данные об их территориальной принадлежности, например по федеральным округам. Распределение аттестующих организаций представлено на рисунке 1.

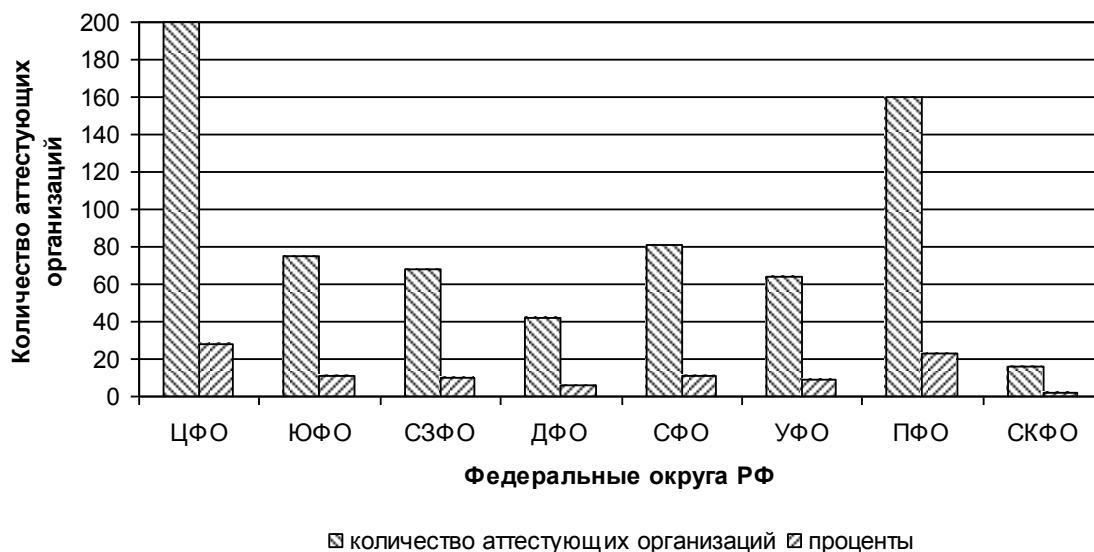


Рисунок 1 – Распределение аттестующих организаций по федеральным округам Российской Федерации: ЮФО – южный федеральный округ, СЗФО – северо-западный федеральный округ, ДФО – дальневосточный федеральный округ, СФО – сибирский федеральный округ, УФО – уральский федеральный округ, ПФО – приволжский федеральный округ, СКФО – северо-кавказский федеральный округ

Как видно из диаграммы наибольшее число аттестующих организаций расположена в Центральном Федеральном округе, хуже всего дело обстоит с этим в Северо-Кавказском Федеральном округе. Процентное соотношение приведено к общему числу аттестующих организаций по РФ.

Если проанализировать распределение аттестующих организаций по субъектам федеральных округов, то мы увидим, что и оно будет не равномерным. Подобная ситуация создает значительные проблемы, как работода-

телям, так и аттестующим организациям. Решение данного вопроса в настоящее время может заключаться в сокращении рабочих мест, подлежащих обязательной аттестации на соответствие требованиям охраны труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой Кодекс РФ.
2. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденного приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 26.04.11 г. №342н.
3. Заключение Министерства экономического развития Российской Федерации от 12. мая 2012 г. об экспертизе приказа Минздравсоцразвития России от 26 апреля 2011 г. №342н «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда.
4. Реестр аккредитованных организаций, оказывающих услуги в области охраны труда.

УДК 631.158:658.345

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

*Инженеры: В.И. Самусенко, М.М. Пехтерев, А.Ф. Ковалев,
ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА»*

Изложены некоторые вопросы безопасности дорожного движения: применение разметки, знаков, особенности использования контрольно-измерительных приборов, использование навигационных систем, которые позволят снизить число ДТП.

Важное значение для безопасности дорожного движения имеет инженерно-психологическое обеспечение при обустройстве автомобильных дорог, которое должно помогать водителю своевременно предвидеть развитие дорожной обстановки и соответственно прогнозировать свои действия. Это может быть обеспечено подачей нужной, опережающей информации, которая должна подсказывать правильные решения. Чаще всего такая информация дается водителю установкой дорожных предупреждающих знаков. Дорожная разметка, нанесенная с учетом психофизиологических возможностей водителей, оказывает положительное влияние на степень их нервного напряжения и управляющие действия. Некоторые результаты таких исследований приводятся немецким психологом Д. Клебельсбергом. Например, на участке дороги с предварительным уведомлением о повороте ведомые водители сближались с лидером с меньшей ско-

ростью, и меньше была дисперсия колебаний дистанций, что повышало безопасность движения. В других исследованиях на участке автомагистрали длиной 400 м было нанесено 90 поперечных полос шириной 60 см, причем расстояние между ними сокращалось с 7 до 2 м. Уменьшение расстояния между поперечными полосами на дороге увеличивало частоту их мелькания, и у водителя возникало ощущение увеличения скорости. Это приводило к снижению скорости на этом участке дороги до 30...85 %. Такой «оптический тормоз» и через год не утратил своей эффективности. Было также установлено, что водители воспринимают только 91...97% всех дорожных знаков и приоритетность их восприятия зависит от значимости того или иного знака для водителя, которая не всегда совпадает с их важностью. Так, на дорожные знаки об ограничении скорости или о наличии поста полицейского контроля внимание обращается чаще, чем на знаки, призывающие к осторожности, или знаки пешеходного перехода. Дорожные знаки, дающие положительные эмоции, такие как «Конец ограничения скорости», «Конец запрещения обгона» и т.п., воспринимаются быстрее, чем другие.

Для повышения эффективности восприятия дорожных знаков иногда дублируют их изображение на проезжей части автомагистрали (пешеходный переход, сужение дороги, ограничение скорости и т.д.). Преимущество такого изображения заключается в том, что водитель видит знак перед собой и ему не нужно для его восприятия отрывать взгляд от проезжей части дороги.

Дорожный надзор оказывается эффективным, если частота обнаружения нарушений с соответствующим воздействием на нарушителя составляет не менее 50 %. Дорожный надзор влияет только на поведение участников движения, а не на мотивы, которыми они руководствуются. Так, мотив водителя «ехать быстрее» не меняется на мотив «ехать медленнее». Водитель снижает скорость вблизи поста контроля, а затем опять ее

превышает. Однако если в половине случаев такого нарушения он будет задержан и наказан, то превышение им допустимой скорости резко снижается. В противном случае при безнаказанности неправильное поведение водителя закрепляется. Эта закономерность полностью относится и к другим нарушениям ПДД как водителями, так и пешеходами.

Одними наказаниями и их ужесточением предупредить нарушение ПДД невозможно. Пока водителям это будет выгодно, они будут их нарушать, тем более что вероятность их задержания и наказания невелика. Поэтому необходимо сделать все, чтобы водителям было невыгодно нарушать ПДД, а, наоборот, было бы выгодно безопасно управлять автомобилем. В этих целях целесообразно использовать методы морального воздействия. Во многих странах широко распространено поощрение водителей за безопасное управление автомобилем. Это выражается в значительных надбавках к заработной плате, преподнесении дорогих подарков, установлении на автомобилях специальных красочных эмблем и т. п. Такие мероприятия дают значительный положительный эффект. М. А. Котик совершенно справедливо пишет, что метод отрицательной стимуляции, т.е. наказания за нарушения, сам по себе является грубым средством изменения поведения водителей, этот метод, как говорят, «бьет по хвосту», т.е. применяется уже тогда, когда нельзя исправить последствия нарушения, к тому же он учит не столько не нарушать правила, сколько не попадаться на нарушениях». Из этого нужно сделать вывод, который заключается в необходимости сочетать наказания за нарушение ПДД с всемерным поощрением водителей за безопасное управление автомобилем.

Основную информацию водитель получает от дороги и среды движения. Однако необходимую для безопасного управления автомобилем информацию он также получает и от контрольно-измерительных приборов автомобиля. Одной из психофизиологических особенностей деятельности водителя является нередко возникающий дефицит времени, поэтому время

считывания показаний контрольно-измерительных приборов автомобиля должно быть минимальным. Приборы устанавливаются на панели перед водителем. Требования, предъявляемые к панелям, сводятся к обеспечению травмобезопасности, хорошей обзорности, достаточной видимости шкал, указателей и сигнальных ламп, обеспечению минимальных ошибок в считывании их показаний. Травмобезопасность водителя обеспечивается расположением щитка приборов под рулевым колесом — в зоне, не доступной для удара об него человека при столкновениях и наездах.

На скорость и точность считывания показаний приборов влияет форма шкалы. Лучше всего воспринимаются показания шкал типа «открытое окно». Хорошо считываются круглая и полукруглая шкалы, хуже — вертикальная. При уменьшении размера шкалы до 20 мм и менее или увеличении более 150 мм точность и скорость их восприятия значительно снижаются. Определенное значение имеют размеры отметок и расстояние между ними. Оптимальное расстояние между основными отметками должно составлять 12...18 мм. Большее увеличение ухудшает считывание показателей. Наиболее эффективны шкалы с ценой деления 1; 5 или 10. Лучшая форма стрелки — клиновидная, толщина ее должна быть не больше ширины малой отметки. Основным является принцип расположения приборов и контрольных ламп по группам. Приборы и группы приборов должны убывать от центра панели к ее периферии по степени важности. Приборы и сигнализаторы, обеспечивающие безопасность движения и контроль за работой двигателя, нельзя располагать в местах, загромождаемых рулевым колесом и органами управления автомобилем. Спидометр и тахометр обычно имеют большие размеры, чем другие приборы, так как их показания наиболее часто считываются. Приборы должны освещаться равномерно отраженным светом, а степень освещения — регулироваться.

В настоящее время разрабатываются методы индикации показаний приборов в виде проектируемого изображения на лобовом стекле. Пре-

имущество такого предъявления приборной информации состоит в том, что для ее восприятия не нужно производить движения головы и смещение взгляда от дороги вниз, на приборы. Это необходимо, например, при прохождении поворотов, когда для оценки скорости нужно фиксировать взгляд на проезжей части дороги, что невозможно при его смещении. Таким методом в нужной обстановке цифровое изображение спидометра проецируется на стекло непосредственно перед водителем. На переднее стекло можно проецировать также изменение дистанции до лидера, что позволяет стабилизировать дистанции между транспортными средствами. Было предложено и осуществлено с помощью метки на лобовом стекле определение тормозного пути в зависимости от состояния дороги, скорости и массы автомобиля. Измерение текущего значения коэффициента сцепления и скорости дает базовую метку отсчета и учитывается в расчете тормозного пути. Результат в виде белой метки выводится на стекло в перспективе дороги, и водитель видит то место, на котором остановится его автомобиль.

Разработаны также бортовые компьютеры, которые автоматически предоставляют водителю информацию о температуре наружного воздуха, расстоянии до конечного пункта, длине пути, соответствующему запасу топлива, и другие данные. Чтобы меньше отвлекать внимание водителя, создаются устройства, подающие звуковой, световой сигналы или их сочетание для извещения о критическом запасе топлива, давлении масла, уровне тормозной жидкости, температуре в охлаждающей системе.

В США создано бортовое навигационное устройство, предназначенное для отображения движения автомобиля на карте местности. На приборном щитке автомобиля расположен дисплей. В памяти компьютера хранятся картографические данные местности, символы, обозначающие пункт назначения, местоположение автомобиля и направление его движения. Водитель в любой момент при взгляде на экран может определить, где он находится и сколько еще ему предстоит ехать.

Такие технические устройства облегчают водителю получение необходимой информации о дорожной обстановке, состоянии жизнеобеспечивающих систем автомобиля, помогают ориентироваться на местности и во времени, что повышает его надежность, а следовательно, и безопасность дорожного движения.

Для обеспечения скорости и точности действий водителя большое значение имеет конструкция и расположение органов управления автомобилем. Их расположение должно осуществляться по принципу экономии движений. Каждое движение должно заканчиваться в положении, удобном для начала последующего движения. Работа с органами управления не должна требовать большого физического усилия, тем не менее, они должны обладать достаточной сопротивляемостью, необходимой для правильной оценки выполненного движения. При разработке органов управления необходимо учитывать привычные для человека направления движений. Например, при разработке ножного управления нажатие педали должно соответствовать включению, увеличению, отпускание педали — выключению, уменьшению. Нецелесообразно также при создании новых и совершенствовании конструкции серийных автомобилей изменять расположение органов управления, а также усилия, с которыми они перемещаются. Такие изменения требуют от водителя переделки выработанных ранее навыков, доведенных до уровня автоматизма действий, что может стать причиной грубых ошибок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романов А.Н. Автотранспортная психология. М.: «Академия», 2002

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК(631.1):621.396.946

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*К.т.н. Подшиваленко И.Л., аспиранты: Недосеко М.А., Малышкин П.Ю.,
УО «Белорусская ГСХА»*

Представлен обзор и анализ систем спутниковой навигации. Проведен анализ функциональных возможностей систем спутниковой навигации для автотракторной и сельскохозяйственной техники. Внесены предложения по контролю некоторых параметров техники.

В настоящее время, спутниковые системы навигации широко используются для обеспечения навигации и позиционирования с высокой точностью для всех потребителей на любом месте и в любое время.

Сегодня в мире существует американская система NAVSTAR GPS и российская ГЛОНАСС. Параллельно с действующими навигационными системами разрабатываются еще несколько систем: европейская система GALILEO, Индийская Спутниковая Региональная Система Навигации (IRNSS), Китайская Навигационная Спутниковая Система (Compass) и Японская навигационная система (QZSS).

Навигационные спутниковые системы предназначены для контроля навигационных параметров техники в режиме реального времени. NAVSTAR и ГЛОНАСС - системы двойного назначения, изначально разработанные для военных нужд Министерств обороны и поэтому первое, и основное назначение у систем стратегическое, второе назначение указанных систем – гражданское.

Для гражданских нужд данные системы нашли широкое распространение в следующих областях: гражданская авиация, морской и речной транспорт, геодезия и картография, строительство, наземный транспорт,

системы безопасности, спорт, сельское хозяйство, спасательные работы, частное использование. Представляет интерес применение спутниковой навигации в сфере сельского хозяйства.

Современные системы спутникового позиционирования состоят из трех частей, получивших название секторов: космический сектор, включающий в себя набор спутников, который называют «созвездием»; сектор управления и контроля, состоящий из центральной (ведущей) станции и нескольких станций слежения, расположенных в разных точках земного шара; сектор пользователей, включающий в себя широко распространенную аппаратуру пользователей.

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Метод измерения расстояния от спутника до антенны приёмника основан на определении скорости распространения радиоволн. Для осуществления возможности измерения времени распространения радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени, в составе своего сигнала используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приёмника его часы синхронизируются с системным временем и при дальнейшем приёме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приёма сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приёмник вычисляет координаты антенны. Дополнительно накапливая и обрабатывая эти данные за определённый промежуток времени, становится возможным вычислить такие параметры движения, как скорость (текущую, максимальную, среднюю), пройденный путь.

В свою очередь пользовательский сектор состоит из трех блоков аппаратно-программных средств:

1. Мобильный блок (бортовое оборудование объектов мониторинга): телематический программируемый логический контроллер (ТПЛК) объектов мониторинга; датчики.

2. Серверный блок (центр сбора данных): Web-сервер – IP адрес для приема информации; система управления базами данных (СУБД); программное обеспечение системы мониторинга;

3. Клиентский блок (рабочее место оператора системы).

Получая с помощью GPS приемника данные со спутника о своем местоположении, а также сигналы от датчиков телематический блок обрабатывает их алгоритмом микроконтроллера и передает данные через GSM модем по сети GSM на серверный блок, где они и хранятся.

Открыв страницу системы в интернете, пользователь авторизируется и автоматически входит в систему, где получает доступ ко всей необходимой ему для работы информации.

Во многих странах мира спутниковая навигация нашла широкое распространение в сельском хозяйстве. Но важно понимать, что задачи, которые выдвигают сельхозпредприятия к функциям систем спутниковой навигации, отличаются от других отраслей. В растениеводстве важны не только маршруты движения, но и объемы и качество выполненных работ: сколько гектар было обработано; сколько литров топлива на гектар было израсходовано; насколько глубоко были погружены в почву рабочие органы во время вспашки и т.п. Эти задачи помогает решать мониторинг техники, сопряженный с электронными картами (схемами) полей.

Проанализировав функциональные возможности систем спутниковой навигации, использующиеся в сфере сельского хозяйства, определили что общими для всех систем функциями являются: определение географического местоположения, направление и скорость движения транспортных средств; контроль расхода топлива, а также несанкционированных сливов; контроль времени начала и окончания выполнения сельскохозяйственных

работ, выявление «приписок» в путевых листах; исключение случаев нецелевого использования техники; учет обработанных сельскохозяйственной техникой земельных угодий; учёт пройденного километража, рабочего времени ТС и спецтехники; контроль необоснованных остановок и стоянок техники; формирование отчетов о работе техники; контроль нахождения объекта в пределах обозначенного участка (поля), время входа/выхода на объект; контроль движения техники по полю (качество обработки краев при посеве). Кроме того, некоторые системы имеют специальные функциональные возможности: контроль агроскорости при выполнении различных сельскохозяйственных операций, что дает возможность повысить качество обработки сельхоз угодий и улучшить урожайность культур; идентификация навесного и прицепного оборудования позволяет определить тип подключенного оборудования, время и место его подключения. Информация используется для определения типа выполняемых работ, площади обработанных полей. Также это позволяет контролировать скорость техники во время выполнения полевых работ; контроль глубины обработки почвы, что поможет выявить недобросовестных работников которые захотели сэкономить топливо выглубив рабочие органы машины, что плохо скажется на качестве обработке почвы и урожае; идентификация водителей, которая позволяет установить время работы водителя на конкретном транспортном средстве. Эта информация может использоваться при предварительном расчете заработной платы, а также для привлечения к ответственности, в случае возникновения сливов топлива или в случае каких либо других инцидентов.

Рассмотрев функциональные возможности систем спутникового мониторинга сельскохозяйственной техники, имеет место расширить функционал данных систем для более качественного управления техникой. С нашей точки зрения немаловажными возможностями систем спутникового мониторинга будут являться – контроль давления в шинах и контроль уровня и качества моторного масла.

Контроль давления в шинах позволит повысить тягово-сцепные свойства колесного трактора, снизить величину буксования, а также повысить производительность МТА. Так же немаловажное значение давление в шинах имеет при выполнении различных сельскохозяйственных операций, которое должно соответствовать агротехническим требованиям. Если не контролировать давление, то это может привести к переуплотнению почвы, либо к неудовлетворительным тягово-сцепным свойствам.

Контроль уровня и качества масла имеет очень важное значение. Это связано с тем, что автотракторная и сельскохозяйственная техника работает в сложных условиях. Выполняя различные операции техника, работает с полной нагрузкой или даже с кратковременными перегрузками, что приводит к большему расходу масла. От качества используемого моторного масла на 80–90 % зависит ресурс двигателей внутреннего сгорания. Поэтому залитое в двигатель хорошее масло – еще не является гарантией того, что оно не утратит своих эксплуатационных свойств до очередной замены.

Для контроля все средства будут устанавливаться непосредственно на двигателях, это позволит постоянно в процессе эксплуатации следить за состоянием качества моторного масла.

На основании вышеизложенного можно сказать, что расширение возможностей систем спутниковой навигации, на наш взгляд, позволит повысить надежность, работоспособность, а также эффективность использования автотракторной и сельскохозяйственной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яценков, В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС / В. С. Яценков – 2005. – С. – 271.
2. Зог, Ж.М. Основы спутниковой навигации / Ж.М. Зог. – 2007. – С. – 132.
3. Петров, А.И., Харисов, В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / А. И. Петров, В. Н. Харисов – 2010. – С. – 800.
4. <http://www.agrosterman.ru>.
5. <http://www.ask-monitoring.ru>.
6. <http://www.gps12.ru>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Инженер Яцук Е.С., к.т.н. Дудко Н.И., УО «Белорусская ГСХА»

Сделан обзор современного состояния применения органических удобрений в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

В Республике Беларусь плодородие почвы отнесено к числу важнейших государственных приоритетов. Одним из определяющих показателей плодородия почв является содержание в ней гумуса. По результатам обследования оно составляет 2,25 % [1], причем наблюдается тенденция его снижения. Это связано с тем, что в почву вносится недостаточное количество органических удобрений, являющихся источником для образования гумуса. Несовременны и технологии применения этих удобрений.

С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются ее физико-химические свойства в результате чего значительно возрастает эффективность применяемых минеральных удобрений [2].

Из элементов питания содержащихся в кормах, в составе навоза в почву возвращается 70...90 % азота, до 70...80 % фосфора, 80...90 % калия, 80...95 % кальция и 40...50 % органического вещества.

С увеличением гумуса в почве снижается коэффициент трения почвы по различным поверхностям. Так, прирост органического углерода на 0,1 % снижает плотность почвы на 0,01 г/см². Снижение плотности почвы способствует уменьшению удельного сопротивления рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин, следовательно, уменьшается расход топлива на выполнение соответствующих операций.

Этот факт, к сожалению, часто не учитывается при расчете экономической эффективности применения удобрений.

В 1986 – 1990 гг. в Белоруссии заготавливалось 80 млн. тонн органических удобрений, а на 1 га минеральной пашни вносилось 14,4 т, что

обеспечивало положительный баланс гумуса, то в 1991 – 1995 гг. – 11,6, в 1996 – 2000 гг. – 8,1 т [3]. Количество внесенных органических удобрений за период с 2000 по 2010 гг. представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Внесение органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур [4]

Наименование показателя	Годы						
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
внесено под сельскохозяйственные культуры, млн.т.	35,9	28,4	29,0	34,8	38,1	42,3	43,2
в расчете на 1га пахотных земель, т	7,0	6,3	6,3	7,5	8,1	8,9	9,1
на 1га зерновых и зернобобовых культур, т	2,3	2,0	2,1	2,8	3,5	3,7	4,3
на 1га сахарной свеклы, т	70,5	46,3	41,8	44,8	42,8	43,4	42,8
на 1га картофеля, т	70,9	62,2	54,1	54,5	54,8	54,6	54,5
на 1 га овощей, т	38,4	22,8	18,6	19,3	19,7	18,0	18,1

Известно, что в экскрементах животных кроме основных элементов питания растений (NPK), содержатся различные микроэлементы, которыми почвы Беларуси обеспечены слабо. Так, в получаемых объемах экскрементов содержится в 90 т марганца, 115 т меди, 50 т бора, 7 т кобальта, 76 т цинка, около 10 т молибдена и много других микроэлементов.

Следует отметить, что навоз, обладая указанными достоинствами, содержит экологически опасные вещества. Так, в 1 мл свежих навозных стоков содержится до 10^8 аэробных и 10^7 анаэробных бактерий, из которых $6 \dots 10^5$ относится к энтеробактериям. В зависимости от загрязненности поголовья содержание элементов в жидком свежем навозе меняется в пределах от сотни до десятков тысяч литра, 95 % из них находится в жизнеспособном состоянии. В жидком навозе КР могут содержаться яйца стронгилят, фасциод, мониезиет, трихоцифалов в количестве до 30 экз./л. Туберкулезные микробактерии в обычном навозе выживают летом до 2 месяцев, зимой – до 5 месяцев (по некоторым данным – до 3...5 лет), возбудитель рожи свиньи – до 94 дней. Разбавление навоза водой перед хранением или при использовании в соотношении 1:10 приводит к увеличению периода

выживаемости возбудителей более чем в 3 раза. Сальмонеллы в жидком навозе не только выживают, но и остаются вирулентными в течение 7...100 дней при 7⁰ С и 25 дней при 25⁰ С. Бруцеллы в жидком навозе сохраняются 11 недель, кишечные палочки – 11...12 недель. По этой причине одной из основных задач любого способа переработки экскриментов является борьба с патогенной микрофлорой.

Исследования показали, что отсутствие специальных навозохранилищ (обеспеченность менее 2 %), плохое хранение, особенно жидкого и полужидкого навоза, несвоевременная заправка удобрений приводит к огромным потерям питательных веществ, к сильному загрязнению поверхностных грунтовых вод, а также воздушного бассейна из-за испарений аммиачного азота. А ведь 1 т навоза при хорошей агротехнике на подзолистых почвах обеспечивает прибавку урожая 0,8...1,0 ц/га в пересчете на зерно [1]. Он обладает длительным последствием и оказывает влияние на почву и урожай в течение 5-6 лет и более. Поэтому с учетом упомянутых выше проблем, являющихся причиной снижения содержания гумуса в пахотных почвах республики, намерение использовать солому в качестве топлива классифицировать как рациональное нельзя.

По данным источника [4], в бесподстилочном навозе КРС, свиней, содержанием 0,45 % общего азота, потери достигают 10 % и более. В подстилочном навозе, содержащем 0,5 % азота, при холодном способе его хранения улетучивается как минимум 1 %. С учетом этого общие потери азота из бесподстилочного навоза (21 млн. т) и подстилочного (22 млн.т) составляют 10500 т ежегодно. Таким образом, сельскохозяйственные растения недополучают огромное количество легкоусвояемого аммонийного азота. Более того, этот азот оказывает разрушающее воздействие на окружающую природную среду, способствуя образованию парникового эффекта и в конечном итоге глобальному изменению климата на Земле.

В нынешних условиях, когда стоимость минеральных удобрений и химических средств защиты растений значительно возросла, органические удобрения становятся в буквальном смысле стратегическим ресурсом. Повсеместное хозяйское их использование является огромным резервом сокращения объемов применения средств химизации и позволит получить устойчивые урожаи всех сельскохозяйственных культур и экономически чистую продукцию. Парк машин для внесения органических удобрений и в последние годы значительно сократился. Так, если на 01.01.2001 г. насчитывалось 12,4 тыс. машин для внесения твердых удобрений, то на 01.01.2011 г. их стало уже 6,8 тыс., машин для внесения жидких органических удобрений – 3,8 и 2,6 соответственно, причем 80 % из них находятся за пределами амортизационного срока.

Что касается непосредственно машин для транспортировки и внесения жидкого навоза, то на всем постсоветском пространстве они выпускаются только в Беларуси. Это машины МЖТ-6, МЖТ-11, МЖТ-16, МЖУ-20 производства ОАО «Бобруйскагромаш» грузоподъемностью 6, 11, 16 и 20 т. Это же предприятие выпускает машины для внесения твердого навоза ПРТ-7А, МТТ-9, МТУ-15 грузоподъемностью 7, 9 и 15 т, а также новые – МТУ-20 и МТУ-24 повышенной грузоподъемности – 20 и 24 т.

Оценивая технический уровень этих машин, следует отметить, что машины для внесения твердых органических удобрений вполне современные, обеспечивают необходимое качество распределения удобрений по полю. Проблема на сегодняшний день состоит в том, что в хозяйствах их недостает около 50 % от потребности.

Машины типа МЖТ для внесения жидкого навоза работают по принципу поверхностного внесения, что приводит к потере до 90 % аммиака [5]. Поэтому в мировой практике такой принцип работы машин уже мало используется.

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» с

ОАО «Бобруйскагромаш» разработан штанговый вариант машины МЖТ-6Ш со шлангами-понизителями. Последние подают удобрения и непосредственно на поверхность почвы к корням растений. При этом испаряется не более 30 % аммиака, а равномерность распределения навоза по ширине захвата в разы выше в сравнении с серийной машиной. Это новое качество делает весьма актуальной задачу разработки таких штанговых адаптеров для оснащения ими машин грузоподъемностью 11, 16 и 20 т.

Одним из приемов повышения эффективности применения жидких удобрений является технология внутрпочвенного внесения жидкого навоза, позволяющая значительно снизить загрязнение окружающей среды. Исследования показали, что использование данной технологии снижает потери элементов питания в 7 – 10 раз в результате устранения потерь аммонийного азота в атмосферу и поверхностного стока, позволяет использовать жидкий навоз на полях со сложным рельефом.

Машины для внесения полужидкого навоза не выпускались и не выпускаются не только в Беларуси, но и в других постсоветских государствах. Поэтому разработка и освоение производством таких машин является приоритетной народнохозяйственной задачей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Привалов Ф.И. Как обеспечить расширенное воспроизводство плодородия почв / Ф.И. Привалов, В.В. Лапа // БН – 2007. – №171 (4 сент.).
2. Рациональное использование земель и удобрений: рекомендации / Под общ. ред. Т.Н. Кулаковской и В.И. Шемпеля – Минск : Ураджай, 1973. – с.43, 127.
3. Богдевич И.М. Плодородие почв – основа продуктивности и устойчивого землепользования / И.М. Богдевич, В.В. Лапа / Белорусское сельское хозяйство. – 2005 - №2 – С.104-105.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат.сб. – Минск, Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2011.
5. Попробуйте органику. Современные технологии внесения в почву отходов животноводства // Новое сельское хозяйство. – 2009. - №2. – С.58-60.
6. Степук Л.Я. Построение машин химизации земледелия / Л.Я. Степук, А.А. Жешко; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук по механизации сельского хозяйства»: - Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ

*Д.т.н. Клочков А. В., к.т.н., доцент Новицкий П. М.,
УО «Белорусская ГСХА»*

«Децентрализованная биоэнергетика» открывает новые перспективы для различия различных сфер производственной деятельности, в том числе и для сельского хозяйства. Применение предложений децентрализованной биоэнергетики позволяет не только сократить потребление традиционных видов энергии, но и улучшить экологическую ситуацию многих регионов.

В настоящее время около 70 % энергии потребляется из таких не возобновляемых источников как нефть, газ и уголь. Однако следует учитывать, что мировые запасы ископаемых энергоносителей исчерпываются и оцениваются по нефти на 41 год, по газу – на 60 лет и по углю – на 152 года. Поэтому весьма перспективно и развивается получение энергии из возобновляемых источников.

Современное мировое производство в настоящее время использует из возобновляемых источников только около 5 % энергии, а в ближайшей перспективе ее доля может возрасти до 17 %. В Германии доля использованной возобновляемой энергии в 2009-2010 годах оказалась существенно выше и составила 9,4...10,9 %. Наиболее распространенными источниками возобновляемой энергии были солнечная, а также получаемая из биомассы и от ветра (рисунок 1). Участие возобновляемых энергий в Германии в течение последних 10 лет возросло примерно на 60 %.

Одновременно с использованием возобновляемой энергии во всех странах Европы проводятся комплексные мероприятия по снижению потребления энергии в самых различных сферах с перспективой сокращения на 6 % за ближайшие 20 лет. Этот процесс стимулируется в государственных масштабах специальными экономическими и образовательными мероприятиями.

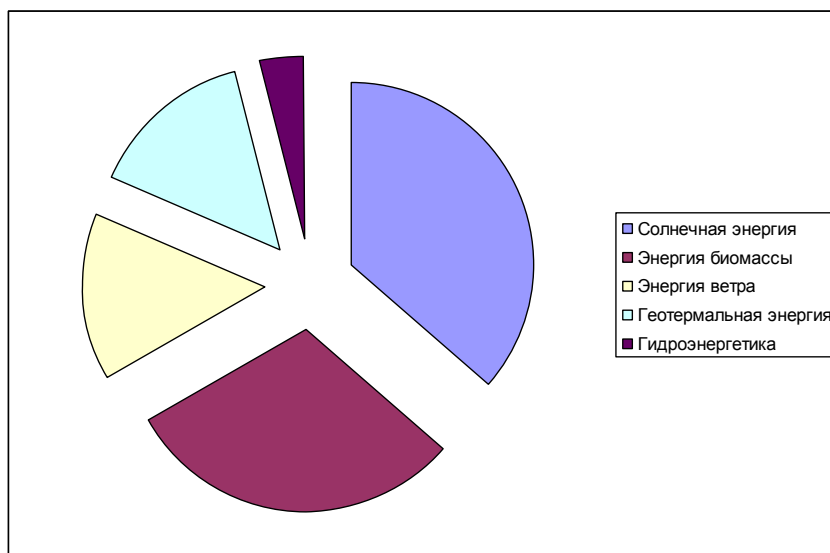


Рисунок 1 – Структура источников возобновляемой энергии в 2009 году в Германии

Примерно 60 % возобновляемой энергии в Германии обеспечивается биомассой. Прогнозы исходят из того, что участие биомассы в конечном потреблении энергии сегодня с 6 % может подняться к 2030 году до 13 %. Потенциал биомассы составляют внутренние виды сырья. Импорт биомассы со значительными транспортными затратами считается нерациональным. Большие колебания экономических потенциалов использования биомассы вызваны ее разнородностью и конкуренцией использования различных видов сырья, внешнеторговыми тенденциями и экологическими требованиями ЕС. Ситуация экономически поддающихся освоению потенциалов биомассы разная в отдельных странах и регионах. Поэтому повышение его потенциала имеет большое значение для регионального биоэнергетического развития. Эффективное использование биоэнергетического потенциала особенно важно для районов с собственным лесом, большими источниками вторичного тепла, значительным потреблением тепла, деревообрабатывающей индустрией, большими площадями с.-х. угодий.

С учетом производственно-климатических условий Республики Беларусь и европейской части России на ближайшую перспективу в качестве источника возобновляемой энергии наибольшие возможности имеет при-

менение различных видов биомассы и биогаза. В качестве биомассы выступает древесина, пеллеты, солома сельскохозяйственных растений [1], биоэнергетические растения (кукуруза, рапс, зерно, мискантус, силфия (сильфиум дольчатый), ятрофа) [2].

Производство и использование биогаза – интенсивно развивающееся направление в децентрализованной биоэнергетике. Подсчитано, что для снабжения домашнего хозяйства из четырех человек в течение года электроэнергией, получаемой из биогаза, требуются животноводческие стоки от 4 коров, 20 свиней, или урожай с 2,2 га кукурузного поля.

Биогаз – естественный продукт, произведенный анаэробными бактериями при исключении доступа кислорода. Получение энергии в биогазовой установке в принципе является ничем иным, как ускоренным природным циклом: растения или другие органические вещества разлагаются, и при этом образуется биогаз.

Биогазовые установки вырабатывают энергию независимо от погоды. Основой являются возобновляемое сырье, и получение энергии из биогаза включается в естественный природный круговорот. Биогазовая технология предлагает длительную перспективу получения энергии. В установках и комплексах для получения биогаза используются специальные анаэробные бактерии. В отличие от естественных процессов, брожение на биогазовой установке управляется и очень эффективно. Сегодня возможно произвести 27000 кВт-часов электричества и снабжать приблизительно шесть домов годовым электричеством от урожая одного гектара кукурузы – и это производится на возобновляемой основе. Эффективность современных технологий поразительна: один гектар «энергетических» культур поставляет в пять раз большее количество энергии, которая необходимо для выращивания урожая и преобразования его в биогаз.

Проанализированы различные варианты биогазовых установок с учетом мощности, принципа работы и эксплуатационной надежности различ-

ных систем производства биогаза. На основании предварительного анализа из 413 биогазовых установок, была отобрана 61 биогазовая установка с различными техническими характеристиками и принципами работы.

В ходе одногодичного периода исследования в отношении каждой установки были собраны регистрируемые данные по еженедельным объемам загрузки субстрата, выработке газа и электроэнергии. Кроме того, ежемесячно проводились анализы для определения структурных свойств используемых субстратных смесей, а также материала ферментера и остатка брожения. В заключение аттестации были собраны экономические данные на основе расчетов, договоров и опросов организаций, которые занимаются эксплуатацией биогазовых установок. Результаты общегерманского сбора данных с участием 413 биогазовых установок наглядно демонстрируют, что при выработке биогаза использование возобновляемого сырья, средняя доля которого в субстратной смеси составляет 63 %, достигло очень большого значения. Кукурузный силос используется на более чем 94 % всех биогазовых установок и является главным субстратом с массовой долей, равной 48 %. В общегерманском сравнении доминируют (рисунок 2) небольшие установки, работающие в диапазоне мощности на уровне 250 кВт электрической энергии, со средним объемом ферментера в 3000 м³.

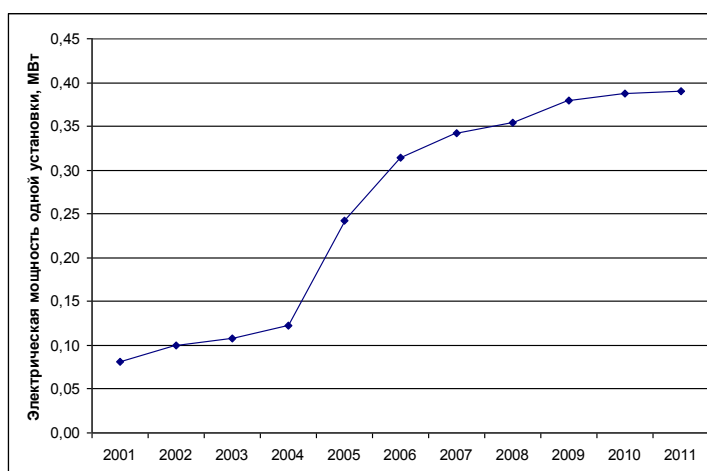


Рисунок 2 – Изменение единичной мощности биогазовых установок в Германии

Суммы общих инвестиций на рассматриваемых биогазовых установках находятся в пределах от 290000 € до 5,0 млн. €, причем величина удельных капиталовложений по отношению к установленной электрической мощности установок лежит в диапазоне от 1529 до 6140 €/кВт электрической энергии. Средняя доля расходов на эксплуатацию двигателя в общем объеме капиталовложений составляет 22,5 %.

Изменение стоимости субстрата оказывает большое влияние на экономическую эффективность биогазовых установок, а увеличение ставки оплаты переданной в сеть электроэнергии на 1 цент/кВт.ч электрической энергии может лишь частично компенсировать увеличение расходов на субстрат в размере 25 %. Помимо показателя использования мощности по выработке электрической энергии в рамках сравнительной оценки биогазовых установок в качестве критерия эффективности производства биогаза рассматривались также величины выхода метана и удельной выработки электроэнергии. Оба параметра показывают однозначную зависимость от времени отстаивания субстрата и имеют самые низкие величины на одноступенчатых установках с высокой долей навозной жижи в сырье. Для проведения комплексной оценки также рассматривались величины потенциала остаточного газа в остатке брожения, что является важным критерием и при рассмотрении выбросов метана на биогазовых установках. Только на 20% установок есть хранилище остатков ферментирующей массы, оборудованное покрытием, а, соответственно, на 80 % установок имеющийся потенциал метана используется не в полном объеме. В результате этого на установках происходят выбросы метана, которые оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду в контексте изменения климата. Это распространяется, прежде всего, на все установки, время отстаивания массы в которых составляет менее 100 дней.

В итоге результаты исследования показывают, что в отношении принципа работы, мощности и эксплуатационной безопасности, а также с

точки зрения экономической эффективности, между отдельными биогазовыми установками существуют значительные различия. Становится очевидным, что оплата электроэнергии по ставкам в соответствии с законом EEG не является гарантией рентабельности эксплуатации биогазовых установок. Ключ к экономическому успеху производства биогаза заключается в правильном выборе параметров и размеров установки в сочетании с оптимальным выбором субстратов, а также в достижении высоких показателей использования двигателей установленной мощности по выработке электроэнергии при одновременной утилизации вырабатываемого тепла. Не в последнюю очередь важную роль играет также и квалификация предприятия, в ведении которого находится биогазовая установка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_291heizen_mit_getreide_2007.pdf).
2. <http://www.energiepflanzen.info>; <http://www.energiepflanzen.at/de> и <http://www.energie-pflanzen-technologie.org/index.php>.

УДК 638.142.003.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХБЛОЧНЫХ И СТАНДАРТНЫХ УЛЬЕВ ДЛЯ ПЧЁЛ

*Д.т.н. Петровец В.Р., д.с.-х.н. Серяков И.С., к.э.н. Хроменкова Т.Л.,
аспирант Шершнев А.Н., УО «Белорусская ГСХА»*

Даётся практический расчёт экономического потенциала двухблочного пчелиного улья в сравнении с широко применяемым на пасеках «белорусского» лежака. Проведен сравнительный экономический анализ их использования. Дано обоснование закономерности получения высоких результатов при содержании и объединении пчелиных семей в двухблочном пчелином улье с технологической комбинированной перегородкой. Указаны составляющие, необходимые для достижения экономического эффекта.

Для полного удовлетворения потребности населения в таком ценном продукте, как мёд, необходимо систематически повышать продуктивность пчеловодства. Это обуславливает актуальность проводимого исследования

по снижению трудоёмкости обслуживания и повышению эффективности производства продукции пчеловодства.

В настоящее время на большинстве пасек сохранилась старая технология обслуживания пчелиных семей с помощью ненужных приёмов, требующих больших затрат труда, и не оказывающих существенного влияния на рост и продуктивность пчёл. Такие трудоёмкие операции как закладка реек между рамками, сокращение гнезда весной, расширение гнёзд одиночными рамками, предупреждение роения и многие другие работы. Стремление любой ценой исправить на пасеке слабые и отрутневевшие пчелосемьи способом периодического подсиливания за счёт сильных пчелосемей по существу ничего не даёт кроме формального сохранения их численности. На выполнение этой работы пчеловод затрачивает много рабочего времени, не получая от таких пчелосемей запланированного дохода. Укоренившийся индивидуальный уход за пчелиными семьями является основным препятствием в повышении производительности труда на пасеках. При индивидуальном уходе за пчелиными семьями пчеловод большую половину производительного сезона вынужден тратить на расширение гнёзд рамками, установку магазинных надставок, удаление роевых маточников, формирование отводков, замену 2...3-х летних пчеломаток [1]. Промышленная технология обслуживания приемлема только для тех пчелиных ульев, с использованием которых возможно вырастить и содержать сильные пчелиные семьи, способные использовать медосбор любой силы, производя большое количество продукции.

Главной особенностью промышленной технологии в пчеловодстве является групповой метод обслуживания пчелиных семей [1], а это возможно при использовании на точках пчелиной пасеки предлагаемых двухблочных пчелиных ульев, позволяющих безошибочно определять сроки выполнения следующей работы, не вмешиваясь в жизнь пчелиной семьи.

Переход пчеловодства на промышленную основу и повышение производительности труда совершенно невозможно без механизации основных производственных процессов, которые сокращают затраты труда и численность работников на данном производственном участке, что в результате снижает себестоимость полученной продукции.

Переход на содержание пчёл в разработанных нами двухблочных ульях откроет большие перспективы в области пчеловодства. Проведённые исследования в 2009...2012 г.г. показали, что содержание пчёл в двухблочных ульях увеличивает продуктивность пчелиных семей по всем продуктам пчеловодства.

Для более убедительной экономической оценки возникает необходимость сравнить развитие и продуктивность пчелиных семей двух типов ульев: широко используемого в нашей стране, стандартного, «белорусского» с экспериментальным двухблочным.

В связи с тем, что мёд является важным, но не единственным видом продукции пчеловодства, а пчелиная семья также производит прополис, воск, пчелопакеты, пчеломаток, что делает необходимым перевод названной продукции в условные единицы. Для удобства расчётов используем следующие переводные коэффициенты (таблица 1) [2,3].

Таблица 1 - Перевод продукции пчеловодства в условные единицы

Продукция	Един. измерения	В условных единицах 1кг мёда
Мёд валовой (товарный)	1 кг	1,0
Воск топлёный	1 кг	2,5
Плодная матка	1 шт	0,5
	Пчёл 1,2 кг и плодная. матка	8,0
Пчелиный расплода	1 кг	10,0
Перга	1 кг	6,5

Очевидно (таблица 1), что экономический потенциал, любого типа, в том числе и двухблочного пчелиного улья, включает в себя стоимость пчеломаток, расплода, взрослых особей, мёда, воска, перги и т.д. за весь медосборный период.

В первую очередь рассчитаем ценность пчеломаток непосредственно в пересчёте на медовые единицы (Y_B) т.к. дополнительных условий не требуется. Она определяется [3, 4]

$$Y_B = B \times k, \quad (1)$$

где k – коэффициент перевода; B – количество пчеломаток.

Определяя количество пчелиного расплода помним, что он рассчитывается по площади им занимаемым на каждом соте. Зная, что общая площадь пчелиного расплода любой пчелосемьи на каждой стороне сота потенциально должна занимать 40 см^2 , определим количество расплода (F_M) [3]. В нашем случае для двухблочного пчелиного улья в пересчёте на массу пчёл получим следующее решение:

$$F_M = f \times Q \times F \times B, \quad (2)$$

где f – масса расплода в одном квадрате, кг; F – количество расплода в каждом стандартном соте (по 40 см^2 с каждой стороны); B – двухблочный пчелиный улей предполагает одновременное расположение двух пчелосемей; Q – количество рамок, шт.

В пересчёте на медовые единицы (Y_F) количество расплода рассчитываем по формуле:

$$Y_F = F_M \times k_1, \quad (3)$$

где k_1 – коэффициент перевода принимается равным 10,0.

Общее количество взрослых особей (M) в данном пчелином улье

$$M = Q' \times V, \quad (4)$$

где Q' – в двухблочном улье пчёлы находятся в гнездовом и втором корпусах предполагающих расположение 42-х рамок разме-

рами 300×435 мм - 20 шт. и 435×300 мм - 22 шт. соответственно; V – количество пчёл в одной улочке (среднее значение), шт. [5]

Пересчитав на медовые единицы (Y_M) общее количество взрослых особей в двухблочном пчелином улье выражается следующим уравнением:

$$Y_M = M \times k_2, \quad (5)$$

где k_2 - коэффициент перевода принимаем равным 8, т.к. в гнездовом корпусе применяется узковысокая рамка.

Наиболее результативным показателем определения экономической эффективности пчелиного улья любой конструкции считается масса полученного товарного мёда (M'). В каждом соте она определяется по разности между массой сота с мёдом и пустого. Масса пустого сота в рамке с наружным размером 435×300 мм, либо 300×435 мм составляет 450...500 г. В таком соте, полностью запечатанным находится 3,5...4 кг мёда [4,6,7]. С математической точки зрения это выражается следующим уравнением

$$M' = (T+U) \times H, \quad (6)$$

где $(T+U)$ – количество рамок магазинного и второго корпусов занятых печатным мёдом; H – среднее значение от 3,5...4 кг мёда[8].

Для перевода полученного результата в медовые единицы ($Y_{M'}$) используем следующее выражение:

$$Y_{M'} = M' \times k_3, \quad (7)$$

где k_3 – коэффициент перевода принимаем равным 1.

Не менее важным показателем определения экономического эффекта является полученное количество воска (G), которое определяется исходя из того, что один сот в рамке применяемой в двухблочном пчелином улье

435×300 мм, либо 300×435 мм содержит 140 г (t) [8]. Рассчитывается это по следующей формуле

$$G = Q \times t, \quad (8)$$

Для перевода в медовые единицы (Y_G) воспользуемся формулой:

$$Y_G = G \times k_4, \quad (9)$$

где k_4 – коэффициент перевода принимаем равным 2,5 [4].

В активный период жизни пчелиной семьи биологически необходимо достаточное количество перги (Z). Оно определяется визуально, по площади, занимаемой ячейками с пергой на каждом соте. Масса перги на одной трети сота размером 435×300 мм двухблочного пчелиного улья составляет 1,2...1,5 кг [4] и определяется формулой:

$$Z = (I + P) \times m, \quad (10)$$

где $(I + P) = (2 \times 2)$ – два гнезда и в каждом гнезде по две рамки с пергой; m – средняя величина от 1,2...1,5 кг = 1,35 [4].

В пересчёте на медовые единицы (Y_Z) масса перги рассчитывается по формуле

$$Y_Z = Z \times k_5, \quad (11)$$

где k_5 - коэффициент перевода, принимаем равным 6,5 [3].

На основании вышеприведённых математических решений экономический потенциал двухблочного пчелиного улья (W) будет описываться формулой

$$W = Y_B + Y_F + Y_M + Y_{M/} + Y_G + Y_Z \quad (12)$$

В результате решения уравнения (12) получим численное значение экономического потенциала в сопоставимых единицах $W = 945,5$ медовых единиц. Продолжая экономический анализ двухблочного пчелиного улья,

проведём его сравнение с широко используемым в нашей стране и ближнем зарубежье стандартным «белорусским» лежаком.

Аналогично, по используемой методике, проведём расчёт соответствующих параметров стандартного улья. Исходя из приведённых расчётов, используя формулу (12), экономический потенциал стандартного улья (W^*) будет иметь выражение (* обозначает, что улей стандартный):

$$W^* = Y_{B^*} + Y_{F^*} + Y_{M^*} + Y_{M/^*} + Y_{G^*} + Y_{Z^*}, \quad (13)$$

$$W^* = 152,59 \text{ медовые единицы.}$$

Однако для определения не только математической логики, но и смыслового содержания, необходимо сделать сравнительный анализ, который выражается:

$$\Sigma = W / W^*. \quad (14)$$

Подставив в (14) численные значения, получим $\Sigma = 6,19$ раза.

Полученные результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ экономического потенциала пчелиных ульев в медовых единицах

Виды основной продукции	Стандартный «белорусский»		Предлагаемый двухблочный (II)	Отношение (II) к (I) в %
	(I)	(I+I)		
Ценность пчеломаток, шт.	0,5	1	1	200
Количество расплода, кг	51,2	102,4	672	1312,5
Взрослые особи, кг	40	80	84	210
Товарный мёд, кг	41,25	82,5	138,7	336,24
Количество воска, кг	5,6	11,2	14,7	262,5
Количество перги, кг	14,04	28,8	35,1	250
Итого, в медовых единицах	152,59	305,18	945,5	619,63

Проведя сравнительный анализ экономических составляющих двухблочного пчелиного улья с широко используемым в нашей стране стандартным лежаком можно утверждать, что экономический потенциал предлагаемого нами двухблочного пчелиного улья в 6,19 раза превосходит стандартный «белорусский» улей, а в пересчёте на одну пчелосемью более чем в 3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Советы пчеловоду / М.Ф.Шеметков, Н.И.Смирнова, М.М.Кочевой. [и др] – 2-е изд., перераб. и доп.– Минск: Ураджай, 1983.– 256 с.
2. Механизация пчеловодства и пасечный инвентарь / Н.Ф. Крахотин, А.П. Раджабов, Е.К.Еськов. [и др] – Ташкент: Мехнат, 1987.– 176 с.
3. Астафьев, Н. Расчёт причиненного ущерба и его возмещение / Н. Астафьев // Пчеловодство. - 2011.- № 8. - С 48-50
4. Инструкция по профилактике отравления пчёл пестицидами. Главное управление ветеринарии / Государственная ветеринарная инспекция Госагропрома СССР // Пчеловодство. - 1989. - № 5. С.45-47, 1990. - № 6. - С.41-44.
5. Пчела и улей, под ред. Т.И.Губиной и с предисл. И.А.Халифмана. пер. с англ. А.А.Воровича [и др.]; М., «Колос», 1969. 503с. с илл.
6. Гранцов, М.Э. Что мы знаем о мёде / М.Э. Гранцов– Новосибирск. Кн. изд-во, 1991. – 112 с.
7. Шершнева, А.Н. Определение объёма двухблочного пчелиного улья / А.Н. Шершнева // Вестник. Белорус. гос. сельхоз академ.– 2012г, №2, - С. 115-119.
8. Темнов, В.А. Переработка воскового сырья на пасеке / В.А. Темнов. М., Россельхозиздат, 1966. - 103с.

УДК 662.636

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ЛЬНОКОСТРЕ

*К.т.н. Кругленя В.Е., к. т. н. Алексеенко А.С., аспирант Сентюров Н.С.,
УО «Белорусская ГСХА»*

Раскрыты перспективы производства топливных гранул из различных видов топлива в Республике Беларусь. Представлено содержание целлюлозы и лигнина в льняном волокне, костре, хвойных и лиственных пород древесины. Рассмотрены стандарты на топливные гранулы. Определено наличие содержания минеральных примесей.

Из одной тонны тресты завод получает 600 килограммов костры. В среднем за год перерабатывается 7...8 тысяч тонн льнопродукции, и в отходах оказываются 4,2...4,8, а иногда и все пять тысяч тонн костры. Это не менее 40 тысяч кубометров никому не нужного мусора. Да, раньше его использовали для изготовления костроплит, но с распадом СССР поставки

клея прекратились. Вот тогда и решено было костру сжигать в котельной для отопления [1]. При ее сжигании выделяется небольшая теплота сгорания. Чтобы ее повысить, необходимо перерабатывать отходы льна в топливные гранулы и тем самым будет осуществляться безотходная переработка льна [2]. Необходимость использования современных технологий при переработке льносодержащего материала связана и с запланированным существенным ростом производства льноволокна до 60 тыс. тонн/год в Республике Беларусь, согласно государственной программы развития села на 2011-2015 г.г. [3].

Все топливные гранулы, независимо из какого сырья они произведены, имеют ровную, гладкую, глянцевую поверхность, без образования на ней видимых трещин и вздутий, что свидетельствует о их прочности (плотности) и минимальном истирании, стандартная длина составляет 10...50 мм, диаметр может быть 4; 6; 7; 8; 10, 12 мм [4,7].

В Европе на топливные гранулы действуют стандарты, у которых очень высокие требования по зольному остатку. Самые строгие требования распространяются на гранулы Первого сорта А1, максимально допустимая зольность для этих гранул 0,5 % (гранулы из хвойных породы дерева) и 0,7 % (из лиственных пород). В основном только такие гранулы могут быть использованы в частном секторе Западной Европы. Второй сорт гранул А2 может быть произведён из смешанных сортов дерева и обладать зольностью до 1 %. Такие гранулы обычно используется в котлах и котельных более широкого профиля и в основном пользуются спросом на юге Европы. Гранулы третьего сорта В, так называемые промышленные гранулы (Industriepellets), предназначены для использования на крупных тепловых станциях, утверждаются сертификатом EN-B [4].

Костра льна в виде топливных гранул по своим теплотворным характеристикам превышает древесное топливо [5]. У топливных пеллет в качестве связующего вещества выступает составляющий компонент растений -

лигнин, пластифицирующийся в процессе грануляции под действием высокой температуры и давления. Процесс формирования пеллет происходит под давлением около 300 атм., без каких-либо добавок и клея.

Можно отметить (таблица 1), что в льняном волокне и костре содержится больше целлюлозы и лигнина, чем в хвойных и лиственных породах древесины [6, 8].

Таблица 1 - Содержание целлюлозы и лигнина в льняном волокне, костре, хвойных и лиственных пород древесины

Исходное сырье	Часть стебля	Содержание %	
		Целлюлоза	Лигнин
Солома	Волокно	52-58	2-4
	Костра	38-40	23-24
Треста	Волокно	76-80	3-5
	Костра	24-27	35-37
Хвойные		53-54	26-29
Лиственные		43-45	19-26

Топливные гранулы представляют собой экологически чистый вид топлива. При сжигании гранул в атмосферу выбрасывается столько же углекислого газа, сколько образовалось при естественном разложении древесины [7]. При этом процесс сжигания топливных гранул полностью автоматизирован. При производстве топливных гранул из льнокостры и растительных остатков льна масличного существует проблема наличия засоренности минеральными примесями, которые как абразив приводят к быстрому износу основных рабочих органов пресса (матрицы и роликов), одних из самых дорогостоящих узлов агрегата прессования.

Для определения содержания минеральных примесей в льнокостре на льноперерабатывающем предприятии брались пробы из разных мест отвала. Образцы были переданы в химико-экологическую лабораторию УО «БГСХА» где проводилась обработка данных для определения количества минеральных примесей по следующей методике. Из отобранных проб бра-

лась навеска массой 10 г и насыпалась в предварительно взвешенную и доведенную до постоянной массы выпарительную чашку. Далее чашки с навеской взвешивались на прецизионных весах марки ПС 360С-2.

Отобранные пробы состоят из льнокостры, содержащей в себе минеральные примеси в виде песка, почвы и других веществ. Определение количества этих примесей проводилось следующим образом. Выпарительные чашки с пробами помещались в муфельную печь SNOL 8.2-1100 и пробы сжигались при температуре от 250° С с постепенным ее увеличением на 20° С до полного озоления льнокостры. После остывания печи вместе с чашками, чашки с остатком взвешивались на прецизионных весах. Остатком являются минеральные примеси и зола.

Для выделения из минеральных примесей золы проводилось растворение её в 20 % соляной кислоте. Далее растворенное вещество переносили в предварительно взвешенный и доведенный до постоянной массы выпарительный бюкс с фильтром. На фильтре растворенное вещество промывали азотной кислотой и оставшийся осадок сушили в сушильном шкафу марки SNOL 6-350 при температуре 105° С. После высушивания бюкса с фильтром и осадком, в виде минеральных примесей, взвешивали на прецизионных весах. Масса минеральных примесей в пробе определялась

$$m_{\text{в}} = m_1 - m_2, \quad (1)$$

где $m_{\text{в}}$ – масса минеральных примесей в пробе, г; m_1 – масса бюкса с фильтром и осадком после сушки, г; m_2 – масса бюкса с фильтром, г.

Массовая доля минеральных примесей в льнокостре определяется соотношением массы минеральных примесей к общей массе льнокостры. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Массовая доля минеральных примесей в льнокоостре

Виды сырья	Вес пустой чашки, г	Вес навески, г	Вес золы, г	Вес бюкса с фильтром, г	Вес бюкса с фильтром и осадком, г	Массовая доля минеральных примесей, г/кг	Процентное содержание мин. примесей в коостре, %
Льнокостра из верхней части отвала	58,801	10	0,354	31,904	32,170	26,6	2,66
Льнокостра из вышесредней части отвала	57,053	10	0,253	31,491	31,911	42,0	4,20
Льнокостра из средней части отвала	64,867	10	0,575	24,022	24,451	42,9	4,29
Льнокостра из нижесредней части отвала	65,626	10	0,575	32,180	32,641	46,1	4,61
Льнокостра из нижней части отвала	63,119	10	0,723	31,159	3,740	58,1	5,81

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что наибольшее количество минеральных примесей содержится в нижней части отвала и составляет 58,1 г/кг, так как тяжелые минеральные примеси оседают в процессе перемешивания костры. Среднее значение массовой доли минеральных примесей в льнокоостре составляет 43,2 г/кг.

Таким образом перед производством топливных гранул необходимо производить предварительную очистку льнокостры и растительных остатков льна масличного от минеральных примесей, которые как абразив приводят к быстрому износу основных рабочих органов пресса (матрицы и роликов), одних из самых дорогостоящих узлов агрегата прессования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градюшко, А. Льнокостра – не треста... / А. Градюшко // Белорусская нива. –2011. – 22 декаб. – С. 5.
2. Тимошук, А..Л. Изготовление пеллет из отходов продукции растениеводства / А..Л. Тимошук, В.А. Чернобай, В.В. Чумаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник, / Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П. Казакевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Выпуск 45 – С. 110–114.

3. Государственная комплексная программа модернизации энергетической системы в 2011-2015 годах: Указ Президента Республики Беларусь, 31 дек. 2010 г., №1926 // Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс].-2011 .-Режим доступа: <http://www.president.gov.by/press20032.html>. - Дата доступа: 10.07.2011.

4. Рябова, С.В., Биотопливо: с уверенностью в будущее / С.В. Рябова. – М.: НП «ЦЭИТ», 2010. – 31 с. – (Обзорная информация / Некоммерческое партнерство «Центр энергосбережения и инновационных технологий»).

5. Пунько, А.И. Результаты предварительных испытаний линии приготовления гранулированного топлива из отходов растениеводства / А.И. Пунько, С.В.Гаврилович, Д.И. Романчук// Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник, в 2-х томах / Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П. Казакевич (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 2. Выпуск 44 – С. 283–288.

6. Влияние материала на процесс экструдерного прессования. Или какие отходы можно прессовать./[Электронный ресурс].-2012.-Режим доступа: <http://prombriket.com/pererabotka-otchodov/pererabotkagastitelnich-otchodov/> - Дата доступа 16.02.2013.

7. Энергетическая эффективность производства топлив из растительной массы / В.В. Смирский [и др.]: тезисы докладов 2-й Междунар. науч.-техн. конф.. Минск, 26-28 мая 2009 г. -Минск, 2009. - С. 33.

8. О пеллетах как топливе./[Электронный ресурс].-2011.-Режим доступа: <http://magasro.com.ua/> - Дата доступа 16.07.2012.

УДК 631.365.23.662

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аспирант Самсонов В.Л., д.т.н. Петровец В.Р., УО «Белорусская ГСХА»

Раскрыты перспективы возделывания картофеля в Республике Беларусь. Приведены основные показатели плотности почвы, которые влияют на урожайность картофеля. Рассмотрены пути повышения урожайности картофеля. Представлены зависимости основных параметров гребня от скоростных режимов работы агрегата.

На современном этапе развития сельского хозяйства, на первое место ставятся вопросы о повышении эффективности функционирования технических средств и технологий. Поэтому в первую очередь возникает необходимость внедрения в производство рациональных технологий и перспективных технических средств возделывания картофеля и междурядной обработки пропашных культур. Одним из важных элементов технологии ухода за растениями выступает обработка междурядий пропашных культур, главной задачей которой в зоне недостаточного увлажнения выступает сохранение и накопление влаги в почве за счет уничтожения сорной растительности и создания рыхлого верхнего слоя.

В текущей пятилетке будет продолжена работа по концентрации производства картофеля в специализированных сельхозпредприятиях средняя площадь картофельного поля в расчете на одно хозяйство должна быть не менее 200 гектаров. Предполагается, что к 2015 году площадь посадки, урожайность и валовой сбор картофеля в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах составят соответственно 67 тыс. гектаров, 300 ц/га и 20,0 млн. т. [1, 2].

Если с.-х. организациями и фермерскими хозяйствами будет производиться в год по 20 миллионов тонн картофеля, это не только полностью обеспечит наши внутренние потребности (продовольственный фонд, семена, промпереработка), но и позволит с 2015 года сформировать ежегодный экспортный ресурс в объеме не менее 10 миллиона тонн.

Урожай картофеля и его качество зависит от плотности, а также от твердости почв. Всходы картофеля на уплотненных до 1,35...1,5 г/см³ суглинистых почвах появляются на 5...6 дней позднее, чем на почвах с меньшей плотностью – 1,1...1,2 г/см³. С уплотнением почвы до 1,57...1,6 г/см³ посадочные клубни загнивают и не дают всходов. При уплотнении тяжелосуглинистой почвы до 1,4...1,5 г/см³ большая часть клубней формируются уродливыми. На таких почвах корни развиваются в верхнем слое, слабо ветвятся. Оптимальные условия для возделывания картофеля представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Оптимальные значения основных показателей

Тип почвы	Глубина посадки клубней, см	Плотности почвы, г/см ³
Суглинистые почвы	6...8	1,1...1,2
Супесчаные и песчаные почвы	8...10	1,4...1,5
Торфяники	до 12...14	0,9...1,1

На урожае картофеля уплотнение различных по механическому составу почв сказывается по-разному. Так, на суглинистой почве уплотнение сверх 1,2 г/см³ вызывает резкое снижение урожая клубней, а на песчаной почве уплотнение до 1,5...1,6 г/см³ сказывается на урожае слабо. Черноземы – преимущественно среднего механического состава, и поэтому более благопри-

ятное состояние почвы для картофеля будет, когда плотность ее не превысит $0,9...1,1 \text{ г/см}^3$. Оптимальное содержание гумуса в почве должно находиться в пределах $3,5...4 \%$. Для выращивания семенного материала картофеля, хорошими почвами являются торфяники, обладающие потенциально высоким плодородием и благоприятными физическими свойствами (оптимальными скважностью и влагоемкостью, а также малой плотностью).

Производство картофеля в Республике Беларусь с каждым годом повышается и выводится на европейский уровень. Важную роль в производстве картофеля играет уход за посадками, т.е. проведение междурядной обработки картофеля. Уход за посадками предусматривает уничтожение сорняков, формирование гребней с окучиванием и поддержание почвы в гребнях и междурядьях в рыхлом состоянии вплоть до уборки.

В интенсивной технологии возделывания картофеля важное место занимает окучивание. Задачей окучивания является не только удаление сорняков, рыхление почвы вокруг растений и создание лучших условий для клубнеобразования, но и защита клубней от высоких температур.

За последние годы получили значительное развитие активные рабочие органы, в частности, фрезерные культиваторы-гребнеобразователи, которые требуют повышенный расход энергии при выполнении операции. Так ЗАО «Славянская технология» выпускает ряд культиваторов-гребнеобразователей-окучников: КГО-3,0; КГО-3,0Г; КГО-3,6; КГО-3,6Г; предназначенных для подготовки гряд, междурядной обработки и окучивания пропашных культур с междурядьями 70, 75 и 95 см. они позволяют выполнять следующие операции: готовить предпосевные гряды с подготовкой технологической колеи и семенного ложа; обрабатывать междурядья с помощью всего комплекса рабочих органов [4].

В зависимости от типа почв придается большее или меньшее значение различным факторам жизни растений картофеля, которые регулируются обработкой почвы. На суглинистых почвах большое значение имеет создание

рыхлой почвы в зоне корнеобитания. Так как равновесное состояние объемной массы таких почв выше требуемой для растений картофеля. При выравнивании картофеля на супесчаных почвах важно сохранить в ней влагу, торфяных - уничтожить сорняки. Поэтому исследования, направленные на выявление оптимальных форм и размеров гребней для получения максимальной продуктивности картофеля, являются актуальными.

Цель настоящего исследования – выявить эффективность приемов нарезки гребней и ухода за посадками картофеля с междурядьем 90 см культиватором КГО-3,6 в агрегате с ротационными диско-зубовыми рабочими органами. Для достижения поставленной цели необходимо изучить параметры гребня после их нарезки диско-зубовыми и традиционными рабочими органами.

Традиционная агротехника подготовки почвы под картофель, включает следующие операции: предпосадочную культивацию с боронованием; нарезку гребней культиватором КОН-2,8. Вариант обработки почвы с применением диско-зубовых рабочих органов, предусматривает проведение предпосадочную культивацию и нарезку гребней культиватором КГО-3,6 с диско-зубовыми гребнеобразователями-окучками (рисунок 1).

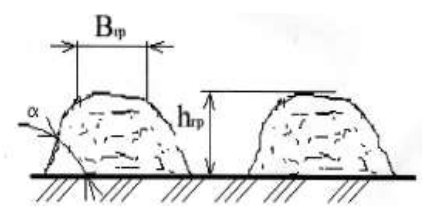


Рисунок 1 - Основные параметры гребней

Опыты показали, что форма и размеры получаемых гребней оказывают значительное влияние на качество посадки картофеля и условия развития растений при их вегетации. При проведении исследований определялись высота гребня $h_{гр}$, ширина гребня по верху $B_{гр}$, угол откоса гребня α . Зависимость α , образованного диско-зубовыми рабочими органами, от скорости движения агрегата V представлена на рисунке 2.

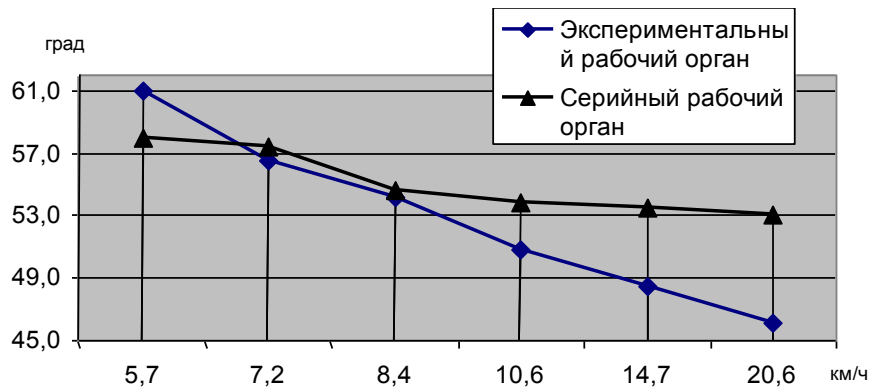


Рисунок 2 - Зависимость угла откоса гребня α от скорости движения агрегата V

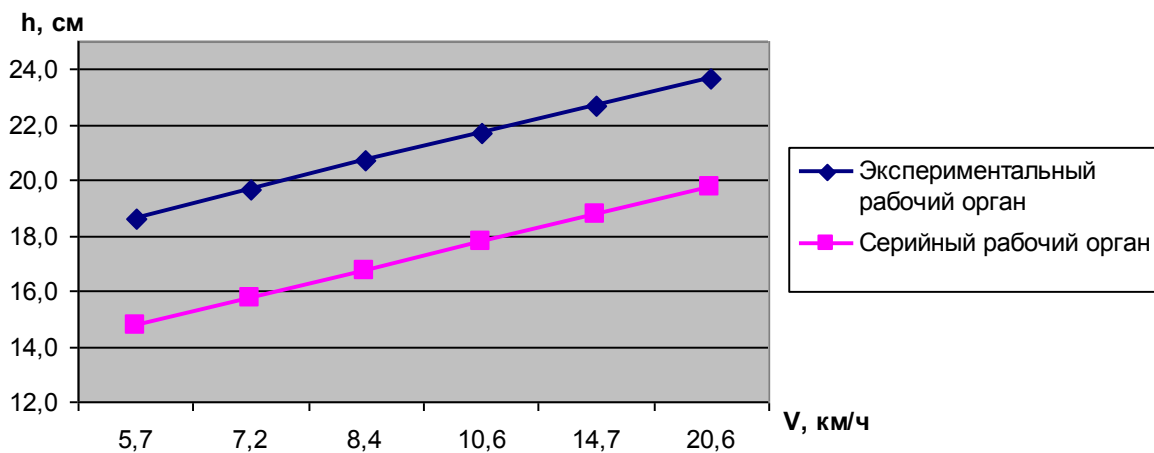


Рисунок 3 - Зависимость высоты гребня h от скорости движения агрегата V

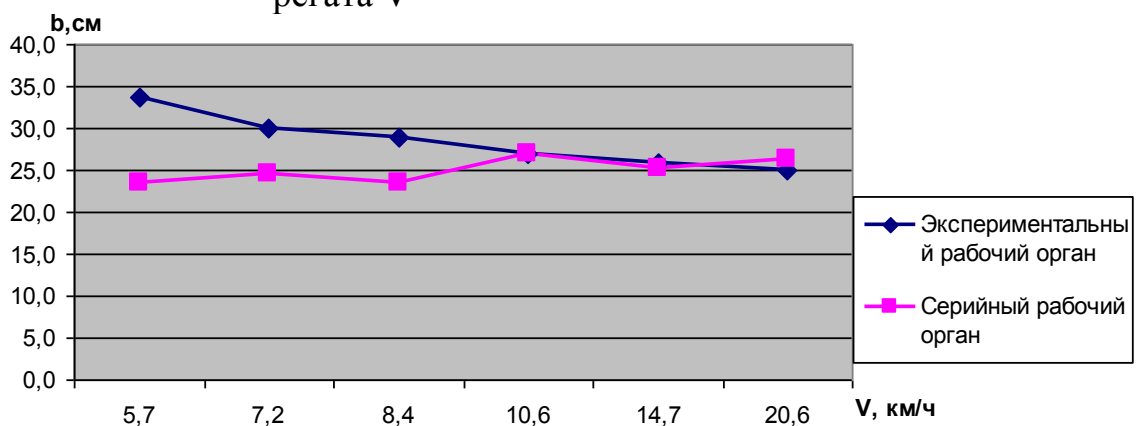


Рисунок 4 - Зависимость ширины вершины гребня b от скорости движения агрегата V

С увеличением скорости движения агрегата происходит уменьшение угла откоса гребня (рисунок 2). Это связано с тем, что изменяется высота гребня как следствие, уменьшается угол откоса гребня. Зависимости высоты гребня h и ширины вершины гребня b от скорости движения агрегата V

представлены на рисунке 3 и 4. Эти показатели характеризуют устойчивость и стабильность работы рабочих органов как результат жесткости размещения их на раме культиватора-гребнеобразователя-окучника.

Выращивание картофеля станет высокорентабельным, если использовать почвенную влагу, создать необходимый режим питания растений, внедрить системы интегрированной защиты растений, обеспечить рациональную организацию труда. Повышение урожайности и качества картофеля достигается при использовании технологии возделывания картофеля на гребнях. Использование этой технологии позволит ускорить на два-пять дней начало посадки благодаря более быстрому прогреву почвы, а также обеспечит групповую работу сажалок и повысит на 10...15% производительность посадочных агрегатов. Возделывание картофеля с нарезкой гребней снижает развитие ризоктониоза в 2...4,9 раза, парши обыкновенной в 2,1...2,8 раза по сравнению с обычной обработкой почвы, к тому же предотвращает развитие гнилей клубней [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный статистический комитет республики Беларусь [Электронный ресурс].-2011. Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. - Дата доступа: 18.07.2011.
2. Государственная комплексная программа модернизации энергетической системы в 2011-2015 годах: Указ Президента Республика Беларусь, 31 дек. 2010 г., №1926 // Официальный Интернет-портал Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс].-2011 .-Режим доступа: <http://www.president.gov.by/press20032.html>. - Дата доступа: 10.07.2011.
3. Лещиловский, П.Б. Экономика предприятий и отраслей АПК: учебник / П.В. Лещиловский, В.Г. Гусаков, Е.И. Кивейша; под редакцией П.В. Лещиловского. – Минск: БГЭУ, 2007. – 574 с.
4. Ярохович, А.Н. Белорусскому картофелеводству – инновационный путь развития / А.Н. Ярохович // Наше сельское хозяйство. – 2011.-№3.- С. 8-10.
5. Ленон, З. Бульба Белорусская / З. Ленон//Белорусская Нива.- 2008. – С.5.
6. Гусаков, В.Г. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса / В.Г. Гусаков. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 702 с.
7. Шпаар, Д. Картофель / Под общей редакцией Д. Шпаара.- М.: ИД ООО «DLVAгродело», 2007 – 495 с.
8. Proizvodstvo-spirta-i-likero-vodochnyx-izdelij./[Электронный ресурс].-2011.-Режим доступа: <http://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk//> - Дата доступа 19.04.2011.
9. Клименко, В.И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля: [монография] / В.И. Клименко. – Гомель: БелГУТ, 2009. – с 81.
10. Культиватор КГО-3,6. Руководство по эксплуатации. Завод литья и нормалей. Гомель, 2000.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА

<i>Варьвдин В.В., Романев Н.А.</i> СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ТРАВМИРОВАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ.....	3
<i>Шкуратов Г.В., Купреенко А.И.</i> ВЕНТИЛЯЦИОННО-ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПАНЕЛИ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	7
<i>Ченин А.Н., Купреенко А.И.</i> БАРАБАННАЯ ГЕЛИОСУШИЛКА С РЕЗЕРВНЫМИ СИСТЕМАМИ ПОДОГРЕВА И ВЕНТИЛЯЦИИ.....	13
<i>Подшиваленко И.Л., Кузюр В.М.</i> ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ШТАНГИ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ.....	16
<i>Греков Д.В., Петровец В.Р.</i> МАШИНЫ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПРЕССОВАННОГО СЕНА.....	21
<i>Барыгин Н.А.</i> МОЛОТИЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ И СЕПАРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ.....	27
<i>Круглень В.Е., Цайц М.В., Сентюров П.Д.</i> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	32
<i>Круглень В.Е., Радовский А.С.</i> БАРАБАННО-ЩЕЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ГОЛОВОК ЛЬНА.....	38
<i>Сидорчук С.С.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ТРАВ ПЛЮЩЕНИЕМ С ОБРАБОТКОЙ ИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ.....	42
<i>Лабух В.М.</i> СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ФРЕЗЕРНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ.....	47
<i>Кузнецов В.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАСТЕНИЙ МАЛИНЫ, КАК ОБЪЕКТОВ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ХИМЗАЩИТЫ.....	51
<i>Латик В.П., Адылин И.П.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ МТА НА ПОЧВЫ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	55
<i>Рыченкова Ю.А.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПОСТА.....	60
<i>Панова Т.В., Панов М.В.</i> СОБЛЮДЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРИ ЗАГОТОВКЕ И ХРАНЕНИИ ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ..	66
<i>Сентюров П.Д., Цайц М.В.; Круглень В.Е.</i> ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО ОЧЕСЫВАЮЩЕГО АППАРАТА.....	71
<i>Козлов С.И., Дубовик А.В., Мельник Д.Ю.</i> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ УГЛУБЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ.....	75
<i>Зимин С.А.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ НАПЛАВОЧНОЙ УСТАНОВКИ 011-1-02 «РЕМДЕТАЛЬ».....	81

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Круглень В.Е., Левчук В.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ УДАРА ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА БИЛЬНОГО ТИПА В ЛИНИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА.....	84
<i>Козлов С.И., Медведева Е.Н.</i> ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКА ЭКСПАНДЕРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА.....	89
<i>Старовойтов С.И., Блохин В.Н., Чемисов Н.Н.</i> ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РЕЗАНИЯ ЛЕЗВИЯ ЛЕМЕХА.....	94

<i>Ковалев А.Ф., Случевский А.М.</i> КОМПОНОВКА ГИДРОЦИЛИНДРА ГРУЗОВОЙ САМОСВАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	1000
<i>Ковалев А.Ф., Случевский А.М.</i> ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ УШКОВЫХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ.....	1033
<i>Ковалев А.Ф., Случевский А.М.</i> РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ГИДРОЦИЛИНДРА ГИДРОПРИВОДА ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ	10909
<i>Царегородцев Е. Л., Иванов А.С., Степуров Р.В.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	114

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕХНИКИ

<i>Мажугин Е.И., Борисов А.Л.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР МАСЛА В РЕДУКТОРЕ МНОГОРОТОРНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ КОСИЛОК.....	1188
<i>Мальшикин П.Ю., Недосеко М.А.</i> УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ.....	121
<i>Рудашко А.А., Полховский Н. Д.</i> ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОРНОГО МАСЛА	1255
<i>Ковалев А.Ф., Случевский А.М.</i> АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ, УСТРОЙСТВ ЗАМЕДЛЕНИЯ ЖИДКОСТНОГО ПОТОКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	1299
<i>Подшиваленко И.Л., Курзенков С.В., Недосеко М.А., Клыбик В.К.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АГРЕГАТА АКПМ-6	1333
<i>Карнович А.П.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ МАСЛА В ЗАКРЫТОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДЛЯ ПРЯМОЗУБЫХ КОНИЧЕСКИХ КОЛЕС.....	1388

РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

<i>Паршикова Л.А., Якушенко Н.А.</i> О ВЛИЯНИИ НАПЛАВОЧНОГО АРМИРОВАНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ЛЕМЕХОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПРИВАРИВАНИЕМ ТЕРМОУПРОЧНЕННЫХ ДОЛОТ.....	1411
<i>Михальченко А.М., Тюрева А.А., Козарез И.В.</i> АНАЛИЗ ИЗНОСОВ ЛЕМЕХОВ ПРОИЗВОДСТВА «KWERNELAND GROUP».....	144
<i>Брезгунов Г.В.</i> УВЕЛИЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗЕРКАЛА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ФРИКЦИОННО-МЕХАНИЧЕСКИМ МЕДНЕНИЕМ.....	148

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И МАШИН. ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

<i>Старовойтов С.И., Блохин В.Н., Чемисов Н.Н., Дунин М.Е.</i> ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЯ НАВЕСНЫХ ПЛУГОВ	1544
<i>Кожухова Н.Ю.</i> ВЛИЯНИЕ АРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛУЖНОГО ЛЕМЕХА НА РАСХОД ТОПЛИВА	1599
<i>Миренков А.А., Кантур Ю.А.</i> СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЛЕЙ.....	164
<i>Коршунов В.Я., Гончаров П.Н.</i> РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ В ПРОЦЕССЕ ТОЧЕНИЯ.....	1699
<i>Коршунов В.Я., Новиков Д.А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ.....	1733
<i>Капошко Д. А., Будко С.И., Кузьменко, Киселева Л.С.</i> МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОЙ НАПЛАВКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ..	1766

БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

Агеенко Л.В. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТТЕСТУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....179.

Самусенко В.И., Пехтерев М.М., Ковалев А.Ф. К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....182

2

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Подшиваленко И.Л., Недосеко М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....188

Мальшикин П.Ю., Яцук Е.С., Дудко Н.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ 1933

Клочков А. В., Новицкий П. М. ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ БИОЭНЕРГЕТИКИ..... 1988

Петровец В.Р., Серяков И.С., Хроменкова Т.Л., Шершнев А.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВУХБЛОЧНЫХ И СТАНДАРТНЫХ УЛЬЕВ ДЛЯ ПЧЁЛ 2033

Кругленя В.Е., Алексеенко А.С., Сентюров Н.С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ЛЬНОКОСТРЕ.....210

Самсонов В.Л., д. т. н. Петровец В.Р. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ21515

Научное издание

**КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
И НАДЕЖНОСТЬ МАШИН
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ

Инженерно-технологический факультет

Редактор Павлютина И.П.

Компьютерная верстка Тюрёва А.А..

Подписано к печати 10.04.2013 г. Формат 60x84 1/16. Бумага печатная.
Усл. п.л. 13,01. Тираж 45. Издат. № 2327.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365. Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино, Брянская ГСХА