

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



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

Том 2. Часть 1. Технические науки

*Сборник научных трудов по результатам работы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*



**Вологда–Молочное
2022**

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

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

Том 2. Часть 1. Технические науки

*Сборник научных трудов
по результатам работы VII Всероссийской
научно-практической конференции
с международным участием*

Вологда–Молочное
2022

ББК 65.9
М 75

Редакционная коллегия:

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор;
к.т.н., доцент **А.А. Кузин**;
к.т.н., доцент **Н.Н. Кузнецов**;
к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**.

М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – 178 с.

ISBN 978-5-98076-367-1

Сборник составлен по материалам работы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 21 апреля 2022 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

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

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

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

ББК 65.9

ISBN 978-5-98076-367-1

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.352

ПРИНЦИП РАБОТЫ РОТОРНОЙ КОСИЛКИ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: данная работа посвящена принципу работы роторной косилки, которая предназначена для ухода за приусадебным участком.

Ключевые слова: центробежная сила, рабочее положение, диаметр дисков, ширина захват, манипулятор

Трактор – основная сельскохозяйственная машина, выполняющая множество различных операций, а установка на такую технику роторной (дисковой) косилки позволяет использовать трактор для:

- заготовки сена или силоса;
- очистки территории от дикорастущей травы;
- стрижки озеленных территорий;
- покоса травы на обочинах или берегах дренажных канав.

Основу роторной косилки составляет толстый стальной диск (ротор), на котором установлены свободно вращающиеся ножи.

Когда косилка подключена к валу отбора мощности (ВОМ) трактора, то диск вращается со скоростью 1,5–3 тысячи об/мин (зависит от передаточного числа редуктора).

Под действием центробежной силы ножи занимают рабочее положение, а при встрече с травой перерезают или перерубают ее.

Если же нож встречается с твердым препятствием, то на него воздействует не кинетическая энергия, накопленная диском, а центробежная сила, поэтому сила удара невелика, и если не удалось срубить препятствие, то он поворачивается вокруг своей оси и возвращается в рабочее положение.

Оптимальный диаметр дисков составляет 30–50 см, причем зависимость между диаметром и массой нелинейная, поэтому диски диаметром свыше полуметра получаются слишком тяжелыми. Чтобы увеличить ширину захвата такой косилки, в ряд устанавливают несколько дисков, встречаются четырех и даже восьмидисковые устройства.

Если даже такая ширина захвата недостаточна, то устанавливают одну косилку спереди и две сзади, однако это применимо лишь для тракторов второго или более высокого тягового класса.

Поскольку направление/скорость вращения ВОМ и режущего диска

не совпадают, для передачи энергии от вала отбора мощности используют карданную передачу и различные редукторы.

На четырех и шестироторных косилках, которые крепят к стандартной задней подвесной системе, используют комбинацию из ременного и шестеренчатого редукторов.

Такая конфигурация наиболее эффективна на аппаратах, косилка которых в транспортном положении установлена вертикально. Несмотря на то, что направление вращения режущих дисков меняется на 90 градусов, это изменение полностью компенсируется обоими типами редукторов.

Чтобы избежать столкновения ножей с землей, на дальнем от трактора краю косилки устанавливают лыжу или колесо, от которого затем выставляют необходимую высоту покоса. Наиболее крупные шестидисковые косилки нередко оснащают рамой с двумя колесами, между которой находится режущий инструмент [1-2].

Способы установки

Все роторные косилки устанавливают одним или несколькими из следующих способов: (рисунок 1)

- а) навеска спереди;
- б) навеска сбоку;
- в) навеска сзади;
- г) крепление через манипулятор;



Рис. 1. Способы установки роторных косилок к трактору

Переднюю навеску используют только для стрижки травы на полях, потому что такая установка сильно ограничивает маневренность трактора.

Боковая и задняя навеска являются самыми популярными, ведь они

не только обеспечивают оператору хороший контроль над режущим инструментом, но и позволяют перевести косилку в транспортное (вертикальное) положение без ухудшения переднего обзора и маневренности трактора.

Манипулятор ставят сзади или сбоку не через стандартную подвесную систему, а крепя его напрямую к корпусу. Это связано не только с большой массой оборудования, но также с его габаритами – будучи установленным спереди, манипулятор сильно ухудшит обзорность из кабины трактора [3].

Подключение полуприцепных и прицепных аппаратов производится с помощью различных ТСУ, часть из которых должна не только тащить косилку, но и менять ее положение относительно трактора, сдвигая вбок.

Вне зависимости от способа установки, энергию для работы режущего инструмента косилки получают от вала отбора мощности, а перевод из транспортного в рабочее положение осуществляют гидроцилиндры, работающие от гидравлической системы трактора.

Таким образом, роторная косилка позволяет использовать трактор для покоса различных трав на ровных участках, поэтому можно механизировать заготовку сена или силоса, а также расчистку территории от бурьяна и сорняков. Кроме того, косилки на манипуляторе применяют для облагораживания любых покрытых травой поверхностей, например, придорожной обочины или стенок водоотводной канавы, расположенной вдоль дороги.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Сегментные и роторные косилки / А.А. Авдеев, Н.П. Занькин. – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.25-292.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы роторной косилки / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. 20-21 мая 2020 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II – С. 7-9.
3. Авдеев, А.А. Обзор и анализ косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК. Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – 2021. – С. 10-13.

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в данной статье представлены два вида сегментных косилок для мотоблока. Так же представлен принцип действия работы каждой косилки.

Ключевые слова: мотокультиватор, косилка, брус, кривошипно-шатунный механизм, беспальцевые, существующие модели

Косилки к мотоблокам, мотокультиваторам и мини-тракторам выпускают как сегментные, так и ротационные. Предусматривается применение косилок в агрегате с энергоблоком, который используют с мотокультиватором. По принципу работы сегментная косилка сходна с ножницами, приближающиеся друг к другу лезвия срезают попавшую между ними траву.

Благодаря этому снижается травматическое воздействие на растительность.

Основу этого механизма составляют две плотно прилегающие друг к другу стальные полосы (брус и стол), одна из которых (стол) закреплена на каркасе или раме, соединяющей аппарат с транспортным средством, а другая (брус) движется относительно первой влево-вправо [1-2].

Движение второй полосы обеспечивает кривошипно-шатунный механизм. Существуют модели, в которых двигаются оба бруса, при этом каждый подсоединен к собственному кривошипному механизму, что обеспечивает противофазное смещение каждого бруса (рисунок 1).

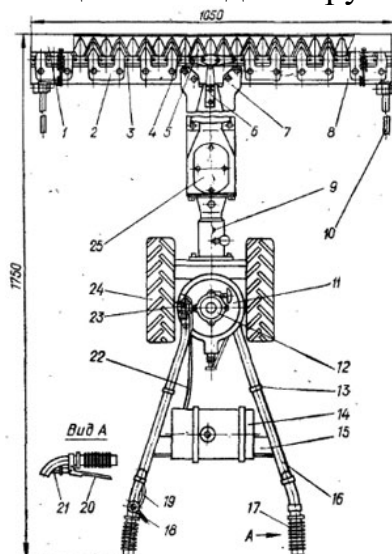


Рис.1. Схема сегментной косилки мотоблока

1 – защитный кожух; 2 – прижим; 3 – спинка ножа; 4, 5 – сегменты; 6 – первый рычаг; 7 – кронштейн; 8 – брус; 9 – фланец фиксирующий; 10 – полозок; 11 – двигатель; 12 – стартер; 13 – хомут; 14 – топливный бак; 15 – переключатель; 16 – рукоятка; 17 – ручка руля; 18 – рычаг управления подачей воздуха (газа); 19 – трос воздушного карбюратора и дросселя; 20 – рычаг управления сцеплением; 21 – трос сцепления; 22 – бензопровод; 23 – резиновая втулка; 24 – ходовое колесо; 25 – приводная коробка.

Кривошипно-шатунный механизм через карданную или ременную передачу подключен к двигателю трактора или мотоблока. На обоих брусьях закреплены режущие сегменты из стали или чугуна. Если они обладают треугольной формой, то такая косилка называется беспальцевой, если же помимо треугольной основы на них установлены длинные узкие фрагменты (пальцы), то это пальцевая косилка [3].

Беспальцевые аппараты дешевле и проще в обслуживании, однако менее эффективны там, где вперемишку растут толстые и тонкие, в том числе плетущиеся, растения.

Расстояние между сегментами подвижной и неподвижной пластин составляет десятые или сотые доли мм, чем оно меньше, тем эффективней и аккуратней аппарат срезает траву. Все сегменты закреплены так, что в случае их повреждения можно быстро снять дефектную деталь и установить вместо нее новую.

Принцип действия пальцевых и беспальцевых аппаратов основан на эффекте ножниц (рисунок 2), то есть траву перерезают треугольные зазубренные сегменты, но беспальцевым устройствам приходится работать в более тяжелых условиях, ведь перед резкой они уплотняют траву. Пальцевые устройства лишены этого недостатка, ведь длинные узкие наконечники разделяют стебли растений на небольшие пучки

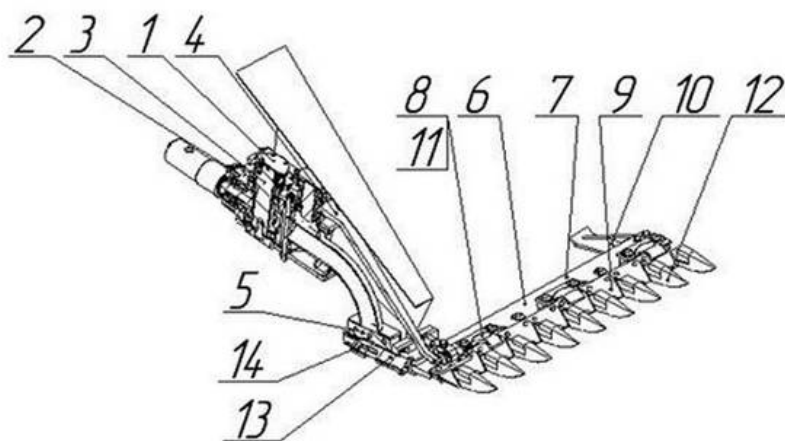


Рис.2. Косилка фронтальная:

1 – механизм, 2 – редуктор с конической зубчатой передачей, 3 – вал-эксцентрик, 4 – рычаг, 5 – кронштейн, 6 – режущий аппарат, 7 – ножевой брус, 8 – прижим, 9 – нож, 10 – лыжа, 11 – пластинка трения, 12 – палец, 13 – переходник, 14 – клин.

Расположенные по обоим сторонам бруса башмаки (лыжи) скользят по земле, обеспечивая постоянную высоту скашивания относительно грунта, а отвал (полевая доска) препятствует разлету скошенной травы, благодаря чему она остается на месте.

Сенокосилка на мотоблок может быть как куплена, так и сделана самостоятельно. При необходимости можно создать любой тип механизма. Требуется соблюдать все требования и правила в отношении совместимости устройства и мотокультиватора.

Список литературы

1. Артемьев, В.Г. Математические методы в технике и технологиях / В.Г. Артемьев, Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин. – Ростов-на-Дону: Издательство Росно, 2003. – С. 154-155. – Текст: непосредственный.
2. Авдеев, А.А. Разработка самодельной сегментной косилки для малых фермерских хозяйств/ А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 7-10.
3. Авдеев, А.А. Способ работы косилки / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 10-12.

УДК 631.352

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ СЕГМЕНТНОЙ КОСИЛКИ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** работа посвящена обзору и анализу существующих косилок. Разработана таблица для целесообразного применения техники в зависимости уборочной площади трав от ширины захвата и класса косилки. Которые будут применяться не только в нашей стране, но и за рубежом*

***Ключевые слова:** ширина захвата, косилка, массы, внедрение, анализ, сегментно-пальцевая косилка*

На основании анализа основных показателей технической характеристики освоенных промышленностью косилок определены закономерности изменения от ширины захвата, их массы, потребляемой мощности и

производительности в час основного времени, являющихся технологическими параметрами машины для выполнения технико-экономического расчета процесса скашивания.

Основная проблема кормопроизводства состоит в том, чтобы минимальными затратами в рабочей силе вырабатывать больше питательных веществ для животноводства наряду с химизацией и мелиорацией. Решение этой проблемы возможно при внедрении в производство высокопроизводительных уборочных машин и на первом этапе косилок, которые бы гарантировали скашивания кормовых культур при их минимальных затратах.

В нашей стране и за рубежом на кормоуборочных машинах для скашивания сеяных и естественных трав преимущественно применяются скоростные режущие аппараты с возвратно поступательным движением ножей с неподвижными противорежущими элементами.

Принцип работы сегментной сенокосилки напоминает конструкцию многочисленных ножиц. Между двух металлических брусков расположены рабочие пальцы, одни из которых в движении, вторые стоят на месте. Трава попадает между ножами — пальцами и остригается. Они подходят для небольших личных хозяйств и аграриев, для которых сельское хозяйство является бизнесом. Отличаются модели сегментных косилок по мощности, комплектации, способу агрегатации с минитрактором. Различают навесные и полунавесные модели. Полунавесная сегментная техника имеет опорное колесо, при помощи которого можно отрегулировать высоту скаса. Поднимаются и транспортируются они при помощи гидравлических цилиндров. У фронтальных устройство проще и основное действие происходит от привода минитрактора [1].

Для освоенных производством косилок с сегментно-пальцевым и сегментным режущим аппаратом, зависимость размеров уборочной площади прямо пропорциональна ширине захвата косилки и может быть определена следующим эмпирическим выражением:

$$F_c = C_c B_c \quad (1)$$

где F_c — размер площади, скашиваемой сегментно-пальцевыми косилками, м^2 ;

B_c — ширина захвата косилки, м;

C_c — эмпирический коэффициент, в метрах и равный $35 \cdot 10^3$ м.

При анализе основных косилок с сегментно-пальцевым и сегментным режущим аппаратом можно отметить, что с увеличением ширины захвата изменяется конструктивное исполнение машины — от навесных, прицепных к самоходным косилкам.

Так как основные агротехнические требования, предъявляемые к заготовке кормов поставлены на получение высококачественного сена во многом зависит от сроков уборки трав. Растения рекомендуется скашивать на сено в фазе бутонизации бобовых и колошения злаковых в большинстве зон России. Общая продолжительность периода заготовки сена не должна

превышать 10 - 15 дней [2].

Технологию и комплекс машин выбирают с таким расчетом, чтобы устранить излишнее ворошение, перетряхивание, что снижает качество сена и увеличивает его потери.

Высота среза растений для естественных сенокосов и сеяных трав при первом укосе должна составлять 5 - 6, при втором - 6 - 7 см. Срез луговых и сеяных трав (1-го года) не должен быть ниже 10 - 12 см, однолетние травы и их смеси скашивают на высоте 4 - 6 см. Допустимое отклонение высоты среза от установленного уровня - $\pm 0,5$ см по всей длине режущего аппарата. Необходимо обеспечить их ровный и полный срез, чтобы растения не выдергивались из почвы, а корни их не попадали в скошенную массу. Общие потери при скашивании трав не должны превышать 2%.

Часовая производительность агрегатов на скашивании и сгребании выражается в гектарах за час. Их производительность в тоннах за час с учетом урожайности $U_T = 20$ т/га и коэффициента выхода сена из травосмеси $K_B = 0,17 - 0,20$ будет равна:

$$\text{На скашивании } W_{\text{ЧСК}} = W_{\text{ЧСК(ГА)}} \cdot U_T \cdot K_B = 1,5 \cdot 20 \cdot 0,18 = 5,4 \quad (2)$$

где U_T - урожайность травосмеси;

K_B - часовая производительность отдельных агрегатов.

«Ширина вала должна быть меньше ширины захвата подборщика поэтому, учитывая многообразие косилок, целесообразно их классифицировать по ширине захвата. Так, косилки с шириной захвата до 2 м следует отнести к машинам класса 1. Они изготавливаются в основном в навесном исполнении к тракторам класса 0,6–0,9. Косилки с шириной захвата от 2,1 до 3,0 м могут представлять машины класса 2 в навесном и прицепном исполнении к тракторам класса 0,9–1,4. Косилки шириной захвата от 3,1 до 4,0 м будут представлять машины класса 3, изготавливаются как в навесном, так и прицепном исполнении к тракторам класса 1,4. Косилки с шириной захвата 4,–5,0 м относятся к классу 4 и изготавливаются в прицепном, навесном к тракторам класса 1,4–2,0. К классу 5 относятся косилки с шириной захвата 5,1–6,0 м. Однако они пока не нашли широкого применения, кроме навесных косилок, используемых в степных зонах заготовки кормов [3]. На основании анализа типажа и основных технологических параметров косилок, определяющих в зависимости от ширины захвата класс машин, определены размеры уборочной площади, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость уборочной площади трав от ширины захвата и класса косилки

Наименование	Показатели				
Ширина захвата косилки, м	1,0–2,0	2,1–3,0	3,1–4,0	4,1–5,0	5,1–6,0
Классификация косилок, класс	1	2	3	4	5
Уборочная площадь, га	35–70	73,5–105	108,5–140	143,5–175	178,5–210

Для разработки новых косилок нужно в совершенстве знать строение их предшественников, недостатки в их конструкции и работе и применять различные методы для их устранения.

Именно с целью изучения, облегчения и совершенствования сегментно-пальцевой косилки проводится данная работа, которая включает в себя сведения о способах срезки, осмотр конструкций, сегментных аппаратов, их регулировку и агротехнические требования к ним, расчет технического обслуживания и технику безопасности при работе с сегментно-пальцевыми косилками.

Список литературы

1. Косолапов, В.М. Управление агроландшафтами для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель России / В.М. Косолапов // Доклады РАСХН. – 2010. – № 2. – С. 32-35. – Текст: непосредственный
2. Косолапов, В.М. Новый этап развития кормопроизводства России / В.М. Косолапов – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 3-7.
3. Обзор сегментных косилок для минитракторов – особенности выбора, анализ цены и дилеров. – Текст: электронный. – URL: <https://oselhoztehnike.ru/mini-tehnika/navesnoe/obzor-segmentnyx-kosilok-dlya-minitraktorov-osobennosti-vybora-analiz-ceny-i-dilerov.html>
4. Парахин, Н.В. Кормопроизводство: учебник / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев и др. – Москва: КолосС, 2006. – С. 432. – Текст: непосредственный.

УДК 631.352

ОБЗОР И АНАЛИЗ КОСИЛОК МОТОБЛОКА

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: косилки – это тип навесного оборудования, предназначенный для скашивания сорняков и кустов подросших клубневых культур непосредственно перед их сборкой. Практическое применение косилки для мотоблока позволяет избавиться от лишней растительности практически любой высоты и толщины, сэкономив, при этом, время и силы фермера.

Ключевые слова: косилка, процесс эксплуатации, преимущества, недостатки, навесное оборудование, режущий элемент

Роторная косилка к мотоблоку – это вид навесного оборудования, функция которого заключается в скашивании сорняков и кустов на лугах и полях. Это приспособление успешно справляется с удалением травы на больших участках, почва которых не обрабатывается гербицидами[1].

Зачастую роторную косилку также называют дисковой – это связано с принципом ее работы и конструктивными особенностями. В зависимости от способа соединения с мотоблоком такая косилка может быть полунавесной, навесной или прицепной. Также навесное оборудование этого типа классифицируется по месту расположения режущих элементов по отношению к используемому мотоблоку. Поэтому факторы различают роторные косилки с передним, задним и боковым расположением режущих ножей.

В процессе эксплуатации на участке роторная косилка приводится в движение посредством передачи и колес мотоблока. Конструкция такого навесного оборудования крайне проста – один или несколько режущих дисков вместе с опорным колесом закреплены на раме. Как только опорное колесо начинает движение, вместе с ним начинают вращаться диски, осуществляющие скашивание растительности[2].

Области применения роторной косилки довольно обширны – она может применяться на пастбищах, лугах и крупных огородах. При этом, чем больше дисков входит в конструкцию оборудования – тем большей может быть обрабатываемая площадь.



Рис.1. Роторная косилка к мотоблоку

Преимущества роторных косилок:

- динамическая уравновешенность режущего аппарата и механизма привода;
- простота конструкции рабочих органов и механизма привода;
- высокая производительность в связи с повышенной скоростью

резания;

- более высокая надежность технологического процесса.

Недостатки роторных косилок:

- неоправданное излишнее измельчение растений;
- невозможность применения для уборки зерновых культур в связи с наличием ударных воздействий на хлебную массу.

Сегментная косилка на мотоблок – это один из простейших вариантов оборудования. Ее конструкция состоит из рамы на которой установлены 2 бруска. Между ними помещены режущие элементы. В процессе совершения поступательных движений непосредственно от привода используемого мотоблока, режущие элементы косилки начинают двигаться подобно ножницам, срезая, таким образом, траву. При этом один из сегментов постоянно передвигается вправо-влево, а второй – находится в неподвижном состоянии. При попадании травы между пальцами косилки ее стебли быстро и равномерно срезаются. Такого рода конструкция позволяет сегментной косилке успешно работать на площадях со сложным рельефом.

Все приспособление удерживается на опорных колесах, и может крепиться к передней или задней части мотоблока. По краям конструкции расположены салазки, предназначенные для регулировки высоты скашивания растительности.

Сегментная косилка не отличается скромными габаритами, что не позволяет эффективно применять ее на участках с большой территорией. Тем не менее, приспособление этого типа успешно справляется со скашиванием сорняков, имеющих высокие и толстые стебли, что позволяет применять ее для скашивания сухой травы. Благодаря этому сегментная сенокосилка для мотоблока пользуется довольно высоким спросом среди фермеров, владеющих крупным рогатым скотом[3-4].



Рис.2. Сегментная косилка к мотоблоку

Преимущества сегментно-пальцевых косилок:

- более низкие энергозатраты на единицу убранной площади в сравнении с ротационными косилками;
- высокое качество среза растений;
- отсутствие измельчения растений;

Недостатки сегментно-пальцевых косилок:

- динамическая неуравновешенность режущего аппарата;
- в сравнении с ротационными косилками, более низкая надежность и долговечность

В число основных преимуществ сегментной косилки входит простота в эксплуатации, отсутствие необходимости частого ремонта, а также невысокая стоимость. Среди минусов оборудования выделяется низкая производительность и невысокая эффективность на участках с низкой травой.

Список литературы

1. Артемьев, В.Г. Математические методы в технике и технологиях / В.Г. Артемьев, Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин. – Ростов-на-Дону: Издательство Росно, 2003. – С. 154-155. – Текст: непосредственный.
2. Авдеев, А.А. Принцип работы сегментной косилки / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.19-22.
3. Авдеев, А.А. Режущий аппарат сегментной косилки / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.22-25.
4. Авдеев, А.А. Сегментные и роторные косилки/ А.А. Авдеев, Н.П. Занькин – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.25-29.

УДК 631.352

АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ СЕГМЕНТНОЙ КОСИЛКИ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** в данной работе представлена важнейшая часть косилок, а также механизм привода рабочих органов. В большинстве случаев механизм привода сегментно-пальцевых режущих аппаратов сложнее, чем сам режущий аппарат. Произведен обзор и анализ кинематических схем сегментной косилки.*

Ключевые слова: Привод, сегменты, ход ножей, кривошип, режущий аппарат

Привод аппаратов обеспечивается от ВОМ или от гидромотора через планетарный или кривошипно-шатунный механизм с различными вариантами конструкций трансмиссий его привода. Их схемы приведены на рисунке 1.

При использовании планетарного привода режущие сегменты 5 (рисунок 1, а) приводятся в действие шатуном 4, совершающим возвратно-поступательное движение, благодаря тому, что делительный диаметр сателлита 3, приводимого во вращение кривошипом 2, в два раза меньше делительного диаметра корончатого колеса 1. Величина хода ножей равна двум радиусам кривошипа, или диаметру сателлита.

У сегментного аппарата с кривошипным приводом (рисунок 1, б) шатун совершает сложное колебательно-возвратно-поступательное движение. Величина хода ножей равна двум радиусам кривошипа.

У сегментного аппарата с вилкой и кривошипом (рисунок 1, в) вращающийся диск 8 вращает вал вилки 6. При этом происходит колебание относительно вертикальной оси вала 7. С ним связан шатун 4, который и обеспечивает возвратно-поступательное движение сегментов 5.

Сегментный двухножевой аппарат с кривошипным приводом (рисунок 1, г) работает аналогично сегментному с кривошипным приводом, но верхние и нижние сегменты перемещаются одновременно в противофазе.

У сегментного двухножевого аппарата с кривошипно-кулисным приводом (рисунок 1, д) ножи перемещаются кулисами 9, которые в противофазе совершают колебательные движения под воздействием шатунов 4, приводимых в движение кривошипами 2. Величина хода сегментов зависит от соотношения длин кривошипов и мест крепления шатунов к кулисам [1].

Схемы, приведенные на рисунке 1, а, б, в, г являются схемами режущих аппаратов с центральным приводом. К ним относятся приводы, у которых ось спинки (ползуна) пересекает центр вращения кривошипа.

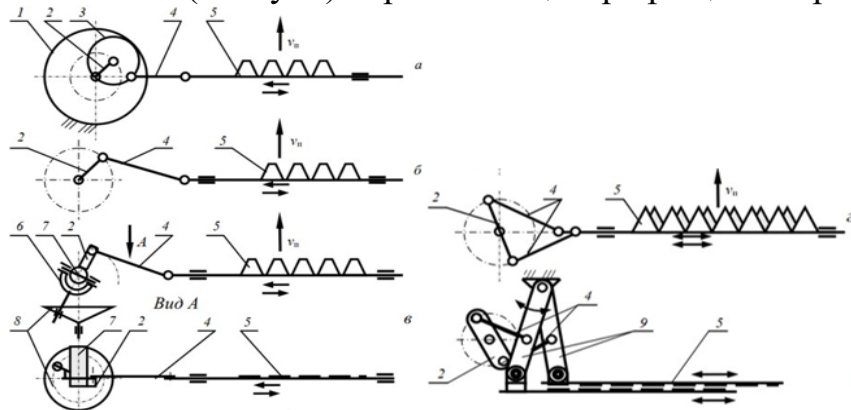


Рис.1. Кинематические схемы сегментных режущих аппаратов:

а – сегментного с планетарным приводом; б – сегментного с кривошипным приводом; в – сегментного с вилкой и кривошипом; г – сегментного двухножевого с кривошипным приводом; д – сегментного двухножевого с кривошипно-кулисным приводом; 1 – корончатое колесо; 2 – кривошип; 3 – сателлит; 4 – шатун; 5 – сегменты; 6 – вал вилки; 7 – вал; 8 – диск; 9 – кулисы

Для некоторого увеличения хода ножей и соответственно их скорости до 10 % центр вращения кривошипа может быть смещен на 7...8 радиусов кривошипа. Такое смещение называется дезаксиалом, а привод режущего аппарата – дезаксиальным.

Один из вариантов привода мелиоративной сегментно-пальцевой косилки приведен на рисунке 1, в. Конструкция варианта привода по рисунку 1, в показана на рисунке 2.

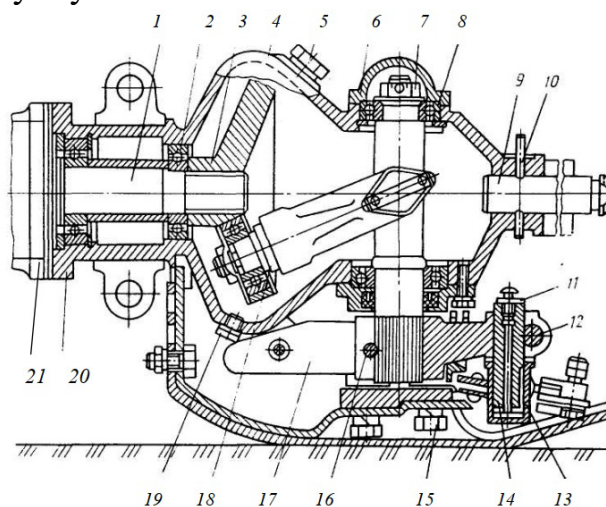


Рис.2. Конструкция привода с вилкой и кривошипом сегментного аппарата:

1 – вал гидромотора; 2 – подшипники; 3 – диск; 4 – корпус; 5 – пробка; 6 – крышка; 7 – вертикальный вал; 8 – подшипники; 9 – палец; 10 – штифт; 11 – масленка; 12 – винт; 13 – цапфа; 14 – палец; 15 – болты; 16 – штифт; 17 – кривошип; 18 – вилка; 19 – пробка сливная; 20 – стакан; 21 – гидромотор

Режущий аппарат приводится в действие от гидромотора 21, установленного в стакане 20. Вал гидромотора 1 опирается на подшипники 2. На шлицах вала гидромотора установлен диск 3, с которым связана вилка 18, шарнирно соединенная с вертикальным валом 7, установленным в подшипниках 8, которые накрыты крышкой 6. На нижний конец вала насажен кривошип 17, зафиксированный штифтом 16.

Механизм привода смонтирован в корпусе 4, смазываемом маслом, заливаемым через пробку 5. При необходимости масло может быть слито через отверстие, закрытое сливной пробкой 19. С навеской аппарат связан пальцем 9 со штифтом 10.

Вращение вала гидромотора приводит к вращению диска, вилки и поворотным движениям вертикального вала и колебательным движениям кривошипа с пальцем 14, входящим в цапфу 13, связанную с ножевым полотном. Палец в кривошипе зажимается винтом 12. Смазывание соедине-

ния пальца с цапфой производится маслом, нагнетаемым через масленку 11. Соединение привода с опорой производится болтами 15[2].

Основные варианты исполнения присоединения спинки сегментно-пальцевого режущего аппарата к приводу показаны на рисунке 3. Присоединения с горизонтальными осями (рисунок 3, а и б) могут использоваться с кривошипно-кулисным приводом, присоединение с вертикальной осью (рисунок 3, г) – с остальными, а присоединение с шаровым элементом (рисунок 3, в) является универсальным.

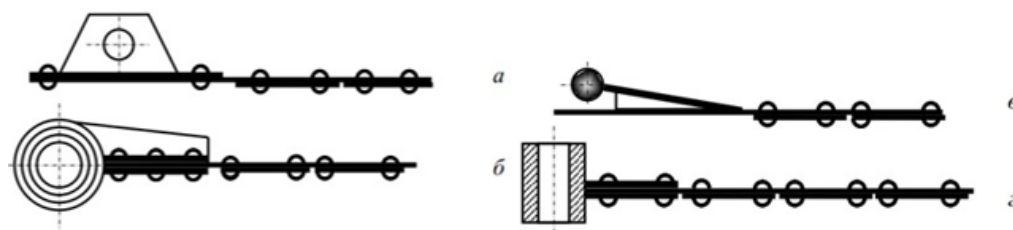


Рис. 3. Основные варианты исполнения присоединения спинки режущего аппарата к приводу: а – с кривошпем с горизонтальной осью; б – с подшипником с горизонтальной осью; в – с шаровым соединением; г – с подшипником с вертикальной осью

Для комплектования режущих аппаратов используются различные типы сегментов: с гладкой режущей кромкой (рисунок 4, а), с рифленой режущей кромкой (рисунок 4, б) и с режущей кромкой с зазубринами (рисунок 4, в). Сегменты с гладкой режущей кромкой проще в изготовлении и легко затачиваются при затуплении лезвия, но сегменты с рифленой режущей кромкой и с режущей кромкой с зазубринами дают лучшее качество среза.

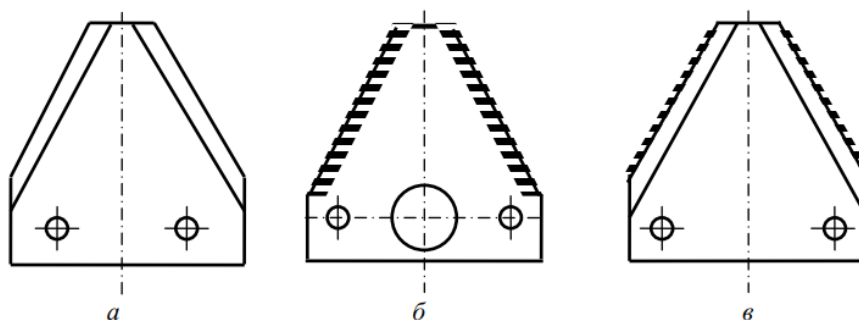


Рис. 4. Основные варианты исполнения сегментов сегментно-пальцевого режущего аппарата: а – с гладкой режущей кромкой; б – с рифленой режущей кромкой; в – с режущей кромкой с зазубринами

Основные варианты исполнения противорежущих пластин (вкладышей) сегментно-пальцевого режущего аппарата показаны на рисунке 4. Их режущая кромка может быть гладкой или, что чаще, рифленой. К пальцу они крепятся посредством выступа, имеющегося в передней части пластины, и винта, для чего в пластине сделано отверстие, или двух винтов[1].

При относительно небольших окашиваемых площадях могут использоваться конные косилки, обычно имеющие ширину захвата около 1,1 м. Привод режущего аппарата у них осуществляется механической трансмиссией от вала колес косилки.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Механизмы привода сегментно-пальцевых режущих аппаратов / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 15-18.
2. Авдеев, А.А. Механизация косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 12-15.
3. Авдеев, А.А. Анализ привода сегментно-пальцевых аппаратов / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. 20-21 мая 2020 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II. – С. 3-6.

УДК 631.352

ОБЗОР И АНАЛИЗ КОСИЛОК ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в данной работе представлены основные виды зарубежных косилок измельчителей, а также показаны виды работ, для которых они предназначены. Следовательно, данная статья поможет в работе по обмену опытом между российскими и зарубежными сельскохозяйственными производствами.

Ключевые слова: спиральные ножи, кронштейн, ротационные косилки, ось вращения, скорость резанья, кожух

К ротационным косилкам относятся барабанные косилки-измельчители. Они имеют спиральные ножи или ротационные барабаны с шарнирными ножами. Ось вращения рабочего органа параллельна обрабатываемой поверхности.

Срезание растительности барабаном со спиральными ножами происходит благодаря защемлению ее между вращающимися спиральными но-

жами и неподвижным противорежущим ножом.

Так, например, фирма Vomford выпускает косилки-измельчители со спиральными ножами. У данной косилки барабан образуется плоскими изогнутыми по спирали ножами, защемляющими и измельчающими растительность между прямым противорежущим ножом.

Косилка с шарнирно закрепленными ножами является косилкой-измельчителем, которая барабаном 1 (рисунок 1) с ножами 2 срезает, измельчает и, благодаря высокой скорости резания, выбрасывает измельченную растительность через кожух за пределы канала или при отсутствии такого кожуха оставляет ее на откосе.

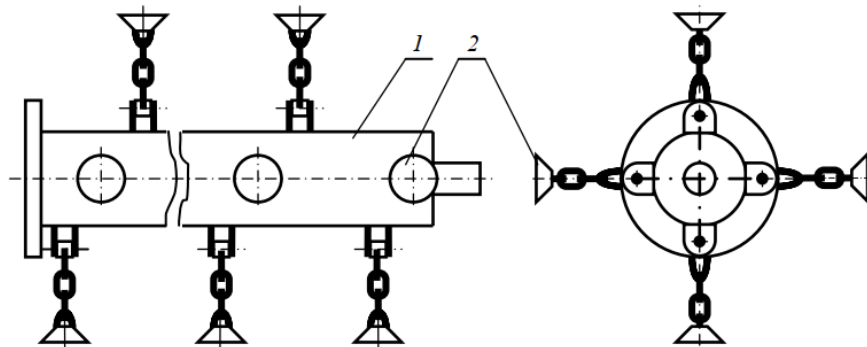


Рис. 1. Схема ротора косилки-измельчителя с шарнирно закрепленными чашечными ножами: 1 – барабан; 2 – ножи

По такому же принципу работают косилки-измельчители с Г-образными ножами. Наиболее часто применяющиеся ножи схематически показаны на рисунок 1.

Виды рабочих органов мелиоративных косилок-измельчителей показаны на рисунке 2. Все рабочие органы имеют боковой привод и возможность изменять с помощью гидроцилиндра угол наклона режущеизмельчающего аппарата.

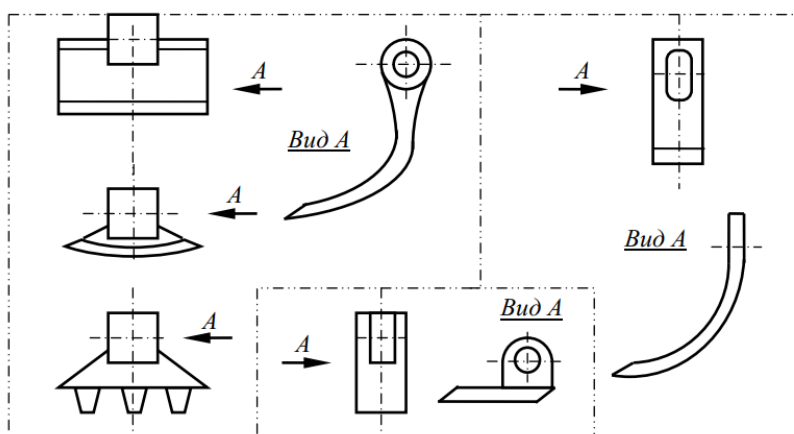


Рис. 2. Ножи косилки-измельчителя с шарнирно закрепленными Г-образными ножами

Особенностью косилочного органа фирмы ORSI (Италия) (рисунок 3, а) является возможность его крепления к кронштейну рукояти как консольно, так и по центру.

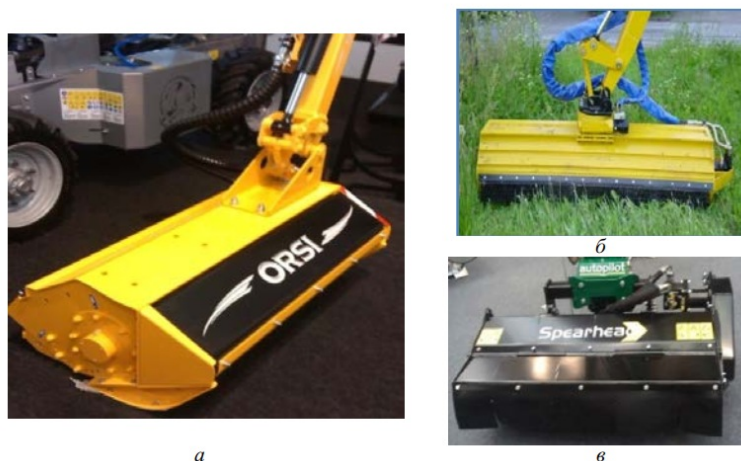


Рис. 3. Рабочий орган косилки-измельчителя:
а – фирмы ORSI; б – фирмы Berky; в – фирмы Spearhead

На рисунок 3, б и в представлены сменные навесные рабочие органы фирм Berky и Spearhead, которые крепятся к рукояти по центру аппарата.

Используются различные варианты навешивания косилок-измельчителей. Так, например, фирма Berky выпускает тракторную косилку-измельчитель с рабочим органом, установленным на поворотной платформе (рисунок 4, а), косилку-измельчитель с рабочим органом, навешенным сбоку, навешенным сзади на поворотной колонке, навешенным фронтально и сбоку (рисунок 4, б).



Рис. 4. Косилки-измельчители с рабочими органами:
а – на поворотной платформе; б – навешенными фронтально и на поворотной колонке

Технические данные некоторых зарубежных косилок-измельчителей приведены в табл. 4.7. Мощность, потребляемая рабочими органами, перечисленными в табл. 7, находится в пределах 14,7...25,7 кВт. Белорусской системой машин для скашивания растительности на берегах предусмотрено использование бильной фронтальной косилки КБФ-2,5, имеющей ширину захвата 2,5 м. Рабочий орган косилки может смещаться вправо или влево на 0,5 м.

Выпускаются полнопрофильные внутриканальные косилки на наклоняемых колесах. Такая машина скашивает растительность на дне горизонтальным барабанным, а на откосах – наклонными сегментными или роторными аппаратами. Известна также гусеничная надканальная машина,

которая за один проход срезает растительность на обоих откосах канала сегментным косилочным аппаратом и очищает дно канала многоковшовым цепным рабочим органом продольного копания.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Разработка сегментной косилки для малых фермерских хозяйств / И.Р. Салахутдинов, М.М. Замальдинов, И.Ф. Фахретдинов, А.А. Авдеев. – Текст : непосредственный // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Национальной научно-практической конференции. 20-21 июля 2019 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Том II. – С. 104-110.
2. Авдеев, А.А. Разработка самодельной сегментной косилки для малых фермерских хозяйств / А.А. Авдеев – Текст: непосредственный // В сборнике: Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – 2019. – С. 5-9.
3. Авдеев, А.А. Разработка самодельной сегментной косилки / А.А. Авдеев – Текст: непосредственный // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 18-24.

УДК 631.352

РУЧНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

***Аннотация:** работа посвящена ручным машинам для скашивания растительности в целях благоустройства своего участка. Представлен обзор и анализ ручных косилок.*

***Ключевые слова:** ручные косы, газонокосилки, удаление кустарника, мотопилы, ширина захвата*

При малых заросших площадях и в местах, не доступных для навесных косилок, используются ручные косы или механизированные ручные косилки, косилки на мотоблоках, газонокосилки, ручные штанговые косилки (триммеры), ручные кусторезы и сучкорезы, обрезчики ветвей. Газонокосилки и триммеры могут быть снабжены сборниками срезанной травы. Источниками энергии могут быть стационарная электросеть, передвижные электрогенераторы, компрессоры или бензиновые двух или четырехтактные мини-двигатели.

Газонокосилки обычно имеют дисковый рабочий орган с консольным ножом или шарнирно закрепленными ножами. Высота скашивания регулируется, как правило, в пределах 25...100 мм. Отдельные электрические газонокосилки могут иметь привод на колеса. Ширина захвата – 30...60 см [1].

Предприятия, выполняющие сводку деревьев, удаление кустарника и поросли, обрезку защитных и декоративных насаждений на каналах и дорогах, часто используют цепные мотопилы фирм Husqvarna или Stihl. На них применяются цепной (рисунок 1, а) или сегментный (рисунок 1, б) рабочие органы. Последний имеет возвратно-поступательное перемещение режущих элементов и более удобен при обрезке кустарников и тонких гибких ветвей.



Рис. 1. Мотопилы:

а – с цепным рабочим органом и двигателем внутреннего сгорания; б – с сегментным рабочим органом (ножницы)

Они выпускаются с бензиновым и электрическим двигателями. Первые имеют мощность 0,9 кВт, рабочий объем – 24,5 см³, массу – 5,5...5,9 кг; вторые – мощность – 0,5 кВт, массу – 3,3 кг.

Мотопилы фирмы Stihl имеют рабочий объем двигателя от 30,1 до 121,6 см³, мощность – от 1,2 до 6,4 кВт, массу моторного агрегата – от 3,9 до 9,9 кг. Мощность электропил этой фирмы составляет от 1,4 до 2,2 кВт, масса – от 3,2 до 5,2 кг.

Мотопилы фирмы Husqvarna имеют рабочий объем двигателя от 35,2 до 118,8 см³, мощность – от 1,5 до 6,2 кВт, массу моторного агрегата – от 3,5 до 10,4 кг. Электропилы этой фирмы имеют мощность от 1,5 до 2,0 кВт, массу – 3,8 кг.

Выпускаются также штанговые сучкорезы с цепным рабочим органом. Некоторые из них имеют телескопическую регулируемую по длине штангу. Они способны перерезать сучья диаметром до 150 мм на высоте до 2,5 м, а с применением телескопической вставки – до 5 м, поэтому их иногда называют высоторезами.

Триммеры снабжаются дисковым ножом диаметром 20...26 см, стальной многозубой дисковой пилой или диском с двумя – четырьмя лесками диаметром от 1,2 до 2,4 мм. Благодаря высокой частоте вращения

диска (7000...8000 мин⁻¹) леска срубает траву, захватывая полосу шириной 35...41 см в зависимости от мощности двигателя. Кусторезы и сучкорезы с сегментным рабочим органом обычно имеют антивибрационные рукоятки дугообразную (рисунок 2, а) или двуручную (рисунок 2, б) для защиты оператора от вибрации[2-3].



Рис. 2. Ручные косилки (триммеры):
а – с дугообразной рукояткой; б – с двуручной рукояткой

Форма роторов, которыми при скашивании травы снабжаются косилки, показана на рисунок 3. На рисунке 3, а приведен вид ротора с лесками, на рисунке 3, б – вид ротора пластикового четырехконсольного и на рисунке 3, в – пластикового двухконсольного.

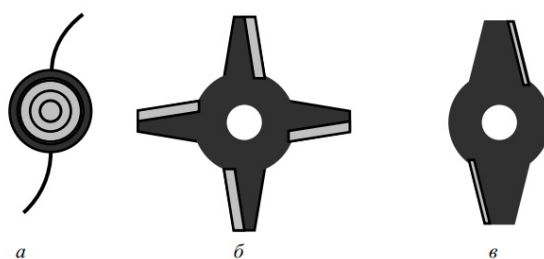


Рис. 3. Типы сменных роторов ручных косилок:
а – с лесками; б – дисковый четырехконсольный; в – дисковый двухконсольный

Ручные косилки с мини-двигателями обычно имеют диаметр дискового ножа 20 см, массу – 4,2...11,5 кг, двигатель с рабочим объемом 24,0...53,0 см³, мощностью 0,9...2,5 кВт, топливный бак вместимостью 0,6...1,2 л.

Электрические косилки имеют мощность 0,39...1,0 кВт, диаметр лески – 1,2...2,4 мм, две лески, ширину скашивания лесками – 35...40 см, массу – 2,6...5,3 кг.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Механизация косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России. Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 12-15.

2. Авдеев, А.А. Классификация косилок / А.А. Авдеев, Н.П. Занькин. – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.12-16.
3. Авдеев, А.А. Режущий аппарат сегментной косилки / А.А. Авдеев – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы II Международной студенческой научно-практической конференции. 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – Том III, Ч. 1. – С. 22-24.

УДК 631.34

МАШИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ КАНАЛОВ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: данная работа посвящена обзору и анализу машинам для уборки растительности из каналов. Так же представлен принцип их работы.

Ключевые слова: подборка, растительность, уход, рабочие органы, транспортное положение

Механическим рабочим органом для подборки срезанной растительности является конвейерный цепной подборщик. На рисунке 1, а приведен его вид сзади, а на рисунке 1, б – его кинематическая схема. Подборщик состоит из рамы 1 с ведущими 4 и ведомыми 5 звездочками и тяговой цепи 2 с шарнирно прикрепленными к ней пружинными граблями 3.

Подборщик является машиной непрерывного действия, которая перемещается вдоль канала. Движущаяся цепь перемещает граблины и выносит ими срезанную растительность на бровку канала. Рабочий орган опирается на колеса 6. Привод осуществляется от гидромотора [1].

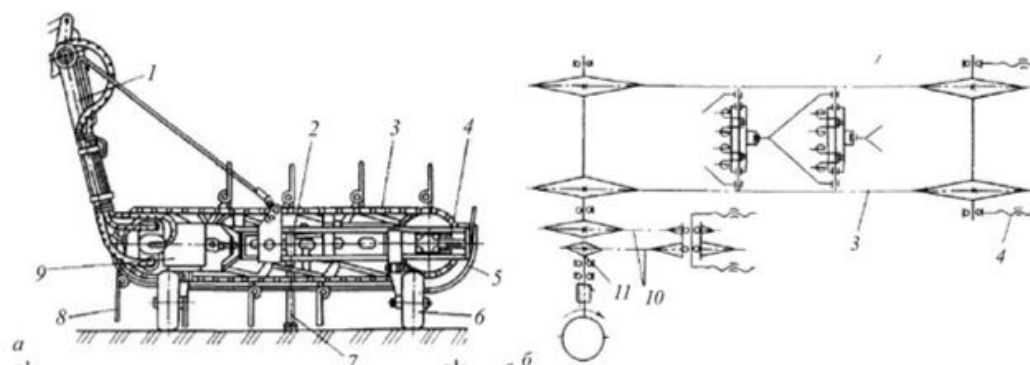


Рис. 1. Конвейерный цепной подборщик:

а – вид сзади; б – кинематическая схема; 1 – рама; 2 – тяговая цепь; 3 – грабли; 4, 5 – ведущая и ведомая звездочки; 6 – колесо; 7 – опора; 8 – кожух; 9 – привод; 10 – цепи; 11 – звездочка привода транспортера

Вид одного из подборщиков в транспортном положении показан на рисунке 2, а, в рабочем – на рисунок 2, б.



Рис. 2. Общий вид цепного подборщика:
а – в транспортном положении; б – в рабочем положении

Наряду с цепными подборщиками для ухода за мелиоративными системами применяются ротационные грабельные рабочие органы. Они созданы с использованием ротационных грабельных рабочих органов сельскохозяйственного назначения, однако, в отличие от последних, являются, как правило, однороторными. Привод ротора обычно осуществляется от гидромотора (рисунок 3), от вала отбора мощности посредством карданной передачи или от вала отбора мощности посредством ременной передачи.

В процессе вращения ротора грабли, находящиеся в вертикальном положении, захватывают срезанную растительность и перемещают ее к месту укладки валка. При подходе к этому месту механизм поворота грабель переводит их в горизонтальное положение и освобождает от перемещаемой растительности[2].

Грабли мелиоративного назначения обычно навешиваются сбоку и работают по полунавесной схеме, т. е. в рабочем положении они опираются на дополнительные колеса.



Рис. 3. Роторный рабочий орган с гидроприводом подборщика срезанной растительности

Многие ремонтно-эксплуатационные машины совмещают операции скашивания и сгребания, для чего они комплектуются и косилочным, и сгребющим цепным или роторным рабочими органами. Косилочный агрегат с сегментным косилочным с изогнутым брусом и грабельным цепным рабочим органом показан на рисунке 4, а, на рисунке 4, б – косилочный агрегат с сегментным косилочным с изогнутым брусом и роторным грабельным рабочим органом[3].



Рис. 4. Косилочные агрегаты:

а – с сегментным косилочным с изогнутым брусом и грабельным цепным рабочим органом; б – с сегментным косилочным с изогнутым брусом и роторным грабельным рабочим органом

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Обзор и анализ косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – 2021. – С. 10-13.
2. Авдеев, А.А. Способ работы косилки / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 10-12.
3. Авдеев, А.А. Механизация косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. 2020. – С. 12-15.

ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ ЗЕРНА

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Артемьев Вадим Викторович, студент-магистрант
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: сушка зерна – это важный завершающий обработку зерна технологический этап, при котором сырьё доводится до кондиционной влажности пригодной для дальнейшего хранения

Ключевые слова: сушка зерна, бункер, общая сеть, теплообменник, элеватор, центр управления

Перед началом сушки сушиллка должна быть заполнена зерном. Зерно сыпается в самосвальный бункер. Бункер сконструирован таким образом, что зерно стекает в полость, где элеватор должен поднимать зерно по верх всего зерносушильного комплекса, на котором зерно стекает через 3-ходовой распределитель в сушиллку. Когда сушиллка заполнена, заслонка бункера закрывается, и можно начинать сушку.

Этот тип сушиллки представляет собой сушиллку с теплым воздухом с избыточным давлением. Вентилятор втягивает наружный воздух в сушиллку и продувает его через нагреватель. Горелка всасывает топливо из внешнего бака в горелку, и горелка регулируется собственными операциями, пытаясь поддерживать постоянную температуру сушиллки в 80 градусов. Воздух поступает в осушитель со стороны теплообменников. Там воздух проходит по каналам теплообменников на другую сторону, поглощая влагу из зерна. С другой стороны теплообменников охлажденный влажный воздух выводится из осушителя. Зерносушиллка обеспечивает циркуляцию зерна в сушиллке так, что зерно проходит через сушиллку один раз в час. Когда зерно достаточно сухое, горелка выключается и зерно циркулирует в сушиллке несколько часов. Когда зерно и печь остынут, весь процесс останавливается. Затем зерно выгружается из сушиллки с элеватором в 3-ходовой распределитель, где выбор места хранения осуществляется изменением расположения распределителей [1-2].

Когда сушиллку необходимо заполнить, кнопки подъема и предварительной очистки нажимаются на панели управления старого центра (рисунок 1), а люк разгрузочных бункеров должен быть открыт. Зерно сыпается в бункер, откуда элеватор подает зерно к 3-ходовому распределителю. Когда сушиллка заполнена, слив зерна из защиты от переполнения по трубе сбрасывается обратно в демпфирующий бункер. Затем необходимо закрыть люк разгрузочного бункера и выключить кнопки элеватора и предварительной очистки. Отключение двигателей снижает пики тока двигате-

лей в общую сеть, когда начинается фактическая сушка.



Рис.1. Центр управления зерносушилки

Сначала необходимо установить подходящее время сушки для часов вентилятора. При определении времени работы вентилятора необходимо учитывать время охлаждения. Затем устанавливается время работы горелки, которое обычно на несколько часов меньше, чем время работы вентилятора. Затем переключатель звезда-треугольник (рисунок 2) устанавливается в среднее положение и двигатель начинает разгон. Переключатель необходимо вручную удерживать в этом положении несколько секунд, а затем повернуть в конечное положение. Причина такого метода пуска заключается в том, что пусковой ток снижается почти до половины нормального пускового тока двигателя, а использование только двухпозиционного выключателя приводит к слишком большому пику тока и сжиганию предохранителей.

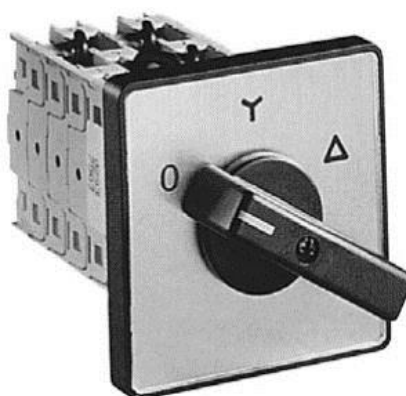


Рис. 2. Переключатель звезда-треугольник

Следующим шагом является поочередный запуск двигателей от своих кнопок в следующем порядке: предварительный очиститель, элеватор, очиститель пола и питатель. При включении питателя зерно медленно

проходит через ролики питателя в нижнюю часть сушилки, где элеватор снова поднимает зерно. Фактическая сушка происходит в середине сушилки, где расположены более широкие боковые профили. Питатель вращается с постоянной скоростью, а скорость циркуляции зерна зависит от размера зерна[3]. Охранник лифта следит за скоростью лифта и подает сигнал тревоги, когда лифт движется слишком быстро или слишком медленно. Когда часы горелки заканчиваются, сушилка начинает охлаждать систему, сушилка охлаждается около двух часов, а когда часы вентилятора заканчиваются, все двигатели выключаются, кроме элеватора, который отключается с небольшой задержкой, чтобы предотвратить засорение.

Список литературы

1. Хисаметдинова, В.Р. Сушка зерна – способы и режимы / В.Р. Хисаметдинова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. 20-21 мая 2020 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II – С. 412-415.
2. Курдюмов, В.И. Использование критериев подобия при проектировании зерносушилок / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Г.В. Карпенко // Достижения техники и технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, акад. РАН, д-ра технических наук, проф. Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – С. 170-176.
3. Сутягин, С.А. Определение режимных параметров сушки зерна в установке контактного типа / С.А. Сутягин, Р.Ш. Байкиев. – Текст: непосредственный // Молодежь и наука XXI века: материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. 16-20 сентября 2014 г. – Ульяновск: УГСХА, 2014. – Том II. – С. 188-190.

УДК 66.047

ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ СУШКИ ЗЕРНА

Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Артемьев Вадим Викторович, студент-магистрант
Сутягин Сергей Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия

Аннотация: в работе представлены традиционные способы сушки зерна, а также представлены принципы их работы.

Ключевые слова: сушка, теплообменники, эффективность, рентабельность, затраты

Финляндия имеет давние традиции производства зерна. Зерно было многопрофильным товаром, оно было источником пищи для людей и животных, а в средние века служило валютой при уплате налогов. Обмолот производился вручную, сначала обрезали древком серпа на снопы, а затем снопы отвозили в сушильные амбары для сушки. Хлебные снопы устанавливали на стержнях высоко под потолком, после чего включали отопление амбара. Амбар прогревался и наполнялся дымом, сушил и обеззараживал зерно, чтобы оно сохранилось. Отопление амбара было рискованным делом, потому что горючие сухие снопы легко воспламеняются, и амбар горит так же, как и продукты на следующую зиму вместе с ним. После сушки зерна отделяли от снопов, например обмолоченные ржаные снопы прибивали к стене так, что зерна падали на пол у стены. Затем зерна отделялись от плевел путем перебрасывания зерна от одной стены к другой, при этом только зерно летело к стене с другой стороны помещения, а мякина и другой мусор падали при перелете на середину помещения. Другой распространенный способ разделения снопов и зерна заключался в том, чтобы разрубить снопы двухсоставной палкой, называемой «варста», что привело к тому же результату. Семена сортировали для посева и измельчения, соломой кормили животных или использовали в качестве набивки матрасов. Качество жизни людей зависит от урожая. Иногда были хорошие годы, когда еды хватало на зиму, а иногда она заканчивалась [1].

В Финляндии 80% зерносушилок – это сушилки с теплым воздухом. Они основаны на внешнем подогреве теплого воздуха, который всасывается или продувается через теплообменники, благодаря чему теплый воздух связывает влагу зерна. После этого прохладный влажный воздух направляется из сушилки. В сушилке с теплым воздухом воздух обычно циркулирует в сушилке, поэтому всхожесть зерна и его пищевые качества не ухудшаются. Если зерно не циркулирует, поток горячего воздуха сжигает зерно, и зерно больше нельзя использовать в качестве семян или продуктов питания. Наиболее распространенным топливом в этих сушилках является масло.

В естественной воздушной сушилке зерно сушат ненагретым воздухом. Этот метод медленнее, чем сушка теплым воздухом, и сушка зерна в Финляндии этим методом обычно влажной осенью может занять много времени, потому что холодный воздух не связывает столько влаги из зерна, сколько теплый воздух. Затраты на естественную воздушную сушилку намного меньше, чем на тепловоздушную, так как в процессе сушки зерно не должно перемещаться, а топливо не расходуется на обогрев. Естественные осушители воздуха часто используются в теплые дни позднего лета, а также в качестве предварительных осушителей перед осушителями с теплым воздухом. Таким образом, сокращается время сушки теплым воздухом и экономится топливо. Преимущество естественной воздушной сушилки еще и в том, что обмолоченное зерно не гниет в этой сушилке так же легко,

как в тележке, в ожидании полноценной сушки.



Рис.1. Сушилки естественного и теплого воздуха

В зерносушилке с избыточным давлением через зерно продувается нагретая воздушная масса. Этот метод является наиболее распространенным, но он имеет недостаток в виде запыленности. В настоящее время технология сушки под давлением все чаще заменяется вакуумной сушкой из-за большей эффективности и рентабельности.

В вакуумной сушилке нагретый воздух продувается через теплообменники центробежным вентилятором. Поскольку воздух проходит через зерно, при сушке почти не образуется пыли[2]. Вакуумирование зерна также удаляет споры плесени из зерна. Теплый воздух с пониженным давлением поглощает больше влаги, чем воздух с избыточным давлением. Производители вакуумных сушилок часто позволяют использовать постоянно более высокую температуру сушки, чем в сушилках с избыточным давлением, потому что сушильные установки не содержат пыли, а вакуум снижает риск возгорания. Повышение температуры сушильного воздуха с 70 до 100 градусов снижает расход топлива на 10-15%, поэтому вакуумная сушилка является лучшим выбором для новых сушильных установок.

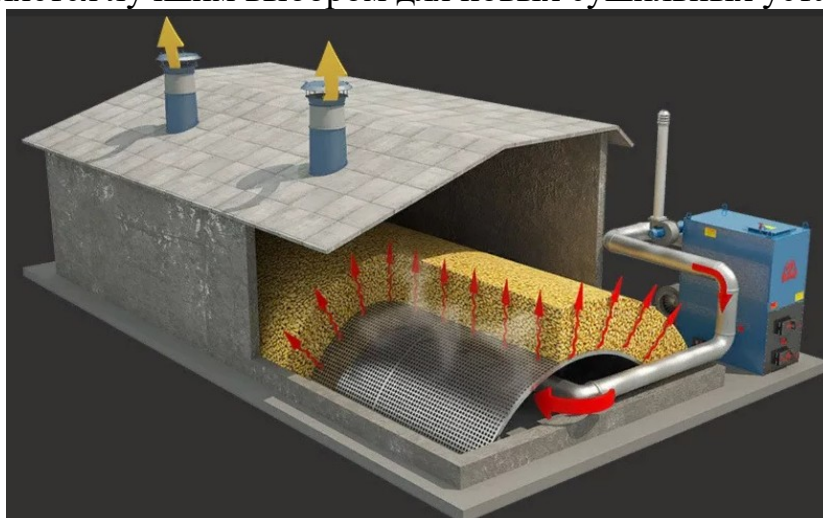


Рис. 2. Вакуумные сушилки и сушилки под давлением

Зерно должно быть сухим, чтобы обеспечить длительное хранение зерна и сохранить его свойства. Двумя основными факторами сохранности зерна являются температура хранения и процент влажности зерна. Зерно должно быть высушено до содержания влаги около 14 процентов, чтобы предотвратить развитие спор плесени и предотвратить гниение, сохраняя при этом характеристики прорастания зерна, когда оно используется в качестве семян. 14-процентная влажность также используется в качестве предела влажности в торговле, потому что более влажное зерно представляет большой риск гниения при длительном хранении (рис. 1). Сушка ниже 14% не нужна, так как сушка зерна требует больших затрат энергии, достигаемые преимущества очень малы, а всхожесть посевного зерна ухудшается [3].

Список литературы

1. Сутягин, С.А. Определение режимных параметров сушки зерна в установке контактного типа / С.А. Сутягин, Р.Ш. Байкиев. – Текст: непосредственный // Молодежь и наука XXI века: материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. 16-20 сентября 2014 г. – Ульяновск: УГСХА, 2014. – Том II. – С. 188-190.
2. Хисаметдинова, В.Р. Сушка зерна – способы и режимы / В.Р. Хисаметдинова. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. 20-21 мая 2020 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II. – С. 412-415.
3. Курдюмов, В.И. Использование критериев подобия при проектировании зерносушилок / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Г.В. Карпенко. – Текст: непосредственный // Достижения техники и технологий в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, акад. РАН, д-ра технических наук, проф. Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск: УлГАУ, 2018. – С. 170-176.

УДК 631.352

ОБЗОР И АНАЛИЗ ОДНОРОТОРНЫХ КОСИЛОК

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в данной статье представлен обзор и анализ наиболее распространенных однороторных косилок. Следовательно данная статья поможет сделать правильный выбор при покупке косилки.

Ключевые слова: ротор, кожух, рабочий орган, сегментные ножи, инерция

Наиболее распространенными аппаратами, применяющимися при окашивании откосов каналов, являются роторные аппараты с осью вращения ротора, перпендикулярной откосу. Они срезают растительность роторами-дисками с жестко или шарнирно закрепленными ножами.

Ротор ударного резания с жестко прикрепленными режущими элементами изображен на рис. 1, а.

На рис. 1, б показан ротор, состоящий из тарельчатого диска и жестко закрепленных на нем сегментных ножей. Ротор также работает по принципу ударного, или инерционного, резания[1].

Ротор ударно-скользящего резания показан на рис. 1, в. В отличие от ротора ударного резания (рис. 1, а) он вращается в противоположном направлении и имеет другое расположение режущих кромок, выполненных по спирали Архимеда. Срезание растений происходит в результате скольжения режущей кромки по упругому стеблю.

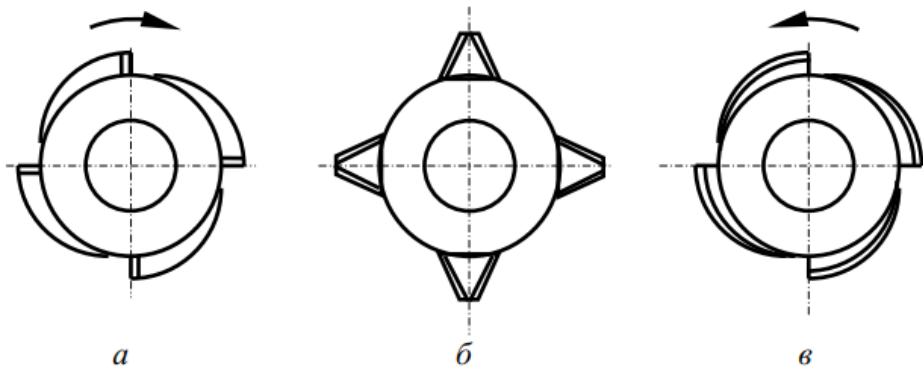


Рис. 1. Схемы рабочих органов роторных косилок:

а – ударного резания с жестко прикрепленными элементами; б – ударного резания с сегментными элементами; в – ударно-скользящего резания

Однороторный двухножевой рабочий орган с ножами 1, шарнирно установленными на серьгах 2 траверсы 4, показан на рис. 2. Рабочий орган навешивается сбоку на трактор посредством стрелы 6 и приводится в действие от ВОМ или гидромотора посредством редуктора 3 и служит для срезания за счет сил инерции и сил упругости грубостебельных растений, в основном кустарника.

Для защиты машины от срубаемой растительности служит кожух 5, который может быть накрыт стальной сеткой.

Наличие сетки на кожухе режущей траверсы обеспечивает достаточную безопасность работы, не мешая водителю вести наблюдение за работой ножей. К стреле может крепиться опорная тарелка[2]. Она позволяет режущему аппарату сохранять постоянный клиренс 0,3 м.

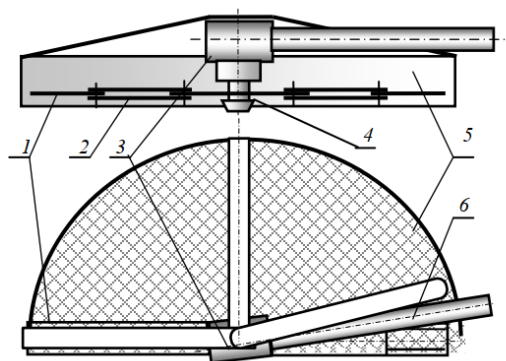


Рис. 2. Схема однороторной двухножевой косилки:
1 – ножи; 2 – серьги; 3 – редуктор; 4 – траверса; 5 – кожух; 6 – стрела

Сходным по назначению и принципу действия является однороторный четырехножевой рабочий орган с жестко закрепленными ножами. На рисунке 3 показан общий вид косилки КР-1,3 с таким рабочим органом.

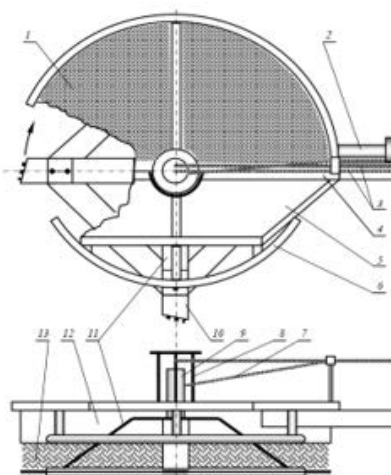


Рис. 3. Однороторная четырехножевая косилка КР-1:
1 – верхняя часть кожуха; 2 – гидроцилиндр; 3 – шланги; 4 – рукоять; 5 – верхняя часть кожуха; 6 – защитная дуга; 7 – дренажный шланг; 8 – ограждение; 9 – гидромотор; 10 – зубчатые ножи; 11 – ротор; 12 – задняя часть кожуха; 13 – цепной фартук

Рабочий орган служит для срезания травы и грубостебельных растений, в основном кустарника. Ротор 11 представляет собой пространственную конструкцию из полосовой стали. Режущими элементами являются жестко прикрепленные к нему зубчатые ножи 10. Рабочий орган посредством стрелы с рукоятью 4 навешивается на трактор и приводится в действие гидромотором 9. Для повышения удобства в работе рукоять выполнена телескопической. Изменение ее длины производится гидроцилиндром 2. Во вращение ротор приводится гидромотором 9, к которому подается рабочая жидкость по шлангам 3. Утечки ее из гидромотора отводятся по дренажному шлангу 7. Гидромотор защищен от возможного столкновения

с растительностью ограждением 8.

Для защиты персонала и трактора от срубаемой растительности служит кожух, состоящий из цепного фартука 13, задней 12, верхней 5 частей, выполненных из листовой стали, и верхней части 1, выполненной из стальной сетки. Предохранение ротора от возможного попадания под кожух крупных растений осуществляется защитной дугой 6 [3].

Таким образом, представлены основные виды одноротонных косилок, которые используются не только для коммунальных нужд, но и для заготовки трав на сено.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Принцип работы роторной косилки / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции. 20-21 мая 2020 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II. – С. 7-9.
2. Авдеев, А.А. Способ работы косилки / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 10-12.
3. Авдеев, А.А. Механизация косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 12-15.

УДК 638.17

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВЫТОПКИ ВОСКА

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в статье представлены основные устройства для вытопки воска из рамок с последующей дезинфекцией. Представлены основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: рамки, воск, пар, парогенератор, обеззараживание, пчеловодство, давление, парообразователь, парогенератор

Парогенератор – это специальный аппарат, который предназначен для производства водяного пара с давлением выше атмосферного. Как правило, выработка водяного пара в аппарате происходит за счет нагрева воды.

В современном пчеловодстве нельзя обойтись без парогенератора, так как он необходим не только для плавки старых рамок на воск, но и для обеззараживания рамок и ульев в пчеловодстве.

Пчёлы вполне справедливо относятся к весьма чистоплотным, однако необходимо регулярно ухаживать за их жилищем, ульем, поскольку он со временем будет загрязняться естественными продуктами в результате жизнедеятельности пчёл. На днище улья накапливаются нежелательные микроорганизмы, может появиться вредоносная плесень, а в пазах для рамок образуются мешающие излишки прополиса и воска. Поэтому ульи необходимо регулярно чистить, а после чистки - дезинфицировать. Пчеловоды предпочитают чистить и затем дезинфицировать с помощью паяльной лампы ульи, сделанные из дерева. Пламя, высокая температура прекрасно уничтожают все накопившиеся бактерии, а также следы плесневелости и прочую грязь. Однако для тех ульев, которые сделаны из таких синтетических материалов, как пенополистирол или пенопласт, такой метод не годится, - не выдержит материал жара паяльной лампы. В этом случае лучше всего чистить улей парогенератором чистим улей парогенератором. Температура пара, которую выдает этот агрегат, + 120 градусов. Так как пар вырывается под давлением в две атмосферы, то становится понятным, что это очень эффективная практика очистки улья. Пар из парогенератора под таким давлением очень эффективно отбивать со стенок и днища улья, из летков, трещин и щелей воск и прополис, плесень и грязь[1-2]. Пар попадающей в улей под давлением моментально очищает улей от прополиса и воск и плесени.

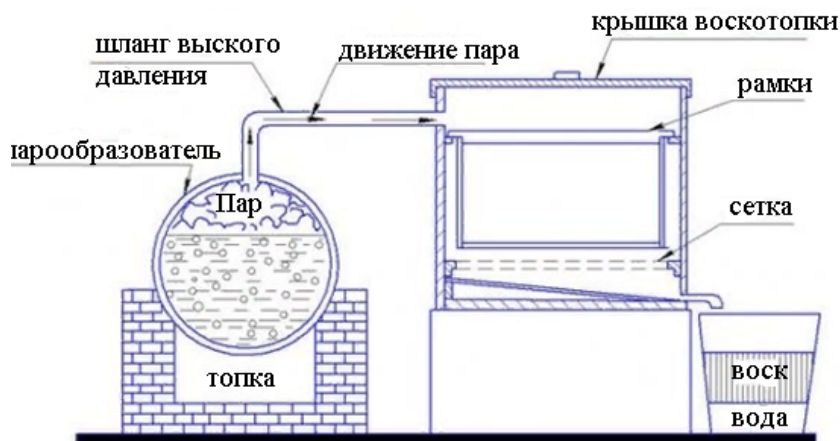


Рис. 1. Паровая воскотопка

Для того, чтобы наиболее эффективно производить очистку и дезинфекцию улья с помощью парогенератора, необходимо правильно его подобрать. Для этого проведен обзор и анализ парогенераторов для очистки и обеззараживания ульев, определены общие преимущества и недостатки двух основных групп конструкций для плавки воска и обеззараживания улья и рамок, проведена их сравнительная оценка.

- Высокая скорость подачи сухого высокотемпературного пара (140-150 градусов).

- Не нужно постоянно доливать воду: объем резервуара для воды в парогенераторе 10-30 литров

- малый вес
- компактность
- возможность регулирования процесса выработки пара
- вмещать 30 и более рамок
- экономичность и экологичность изделия
- дезинфекцию рамок и ульев

К недостаткам паровых воскотопок следует отнести, они требуют много топлива, а так же постоянного присутствия человека.

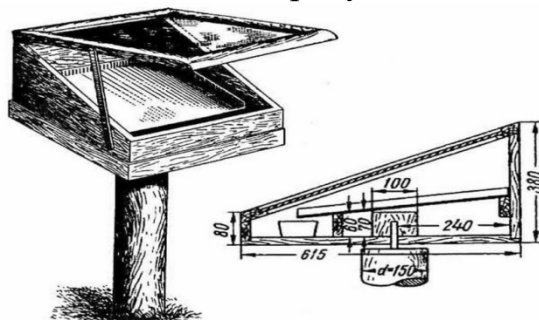


Рис. 2. Солнечная воскотопка

- экономия энергии (газ, эл.энергия, дрова)
- за солнечный день можно пройти 2 цикла перетопки
- дешевая и простая в использовании
- не нужно постоянно возле нее находиться, что бы контролировать процесс

Недостатки такой воскотопки являются, что она работает только в солнечный день, а так же при вытопки воска из рамок они не проходят дезинфекцию [3].

Таким образом, каждый пчеловод должен подобрать для себя самый удобный способ для вытопки воска из рамок и их дезинфекция.

Список литературы

1. Кашковский, В.Г. Советы пчеловодам / В.Г. Кашковский // Кн. изд – Кемерово, 1991. С. 53-59. – Текст: непосредственный.
2. Лебедев, В.И. Технология получения и переработки воска на пасеках / В.И. Лебедев, Ю.И. Кирьянов, Г.А. Шаповалов, Л.В. Репникова Текст: непосредственный // Москва: Аграрная Россия. Информационный бюллетень, 2000. – №1. – С. 54-78.
3. Нагаев, Н.Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата / дис. ... канд. техн. наук. – Рязань, 2015. – С.23-52. – Текст: непосредственный.

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в данной работе проведен анализ конструкций современных серийно выпускаемых сегментно-пальцевых режущих аппаратов. Представлены особенности среза, а так же принцип работы режущих аппаратов сегментных косилок.

Ключевые слова: редуктор, брус, пальцы, частота вращения, привод, растительность

Одними из часто применяющихся на косилках режущих аппаратов являются сегментно-пальцевые. Они могут иметь механический привод от ВОМ или гидравлический – от гидромотора. Конструктивная схема рабочего оборудования сегментно-пальцевой косилки с гидроприводом показана на рисунке 1.

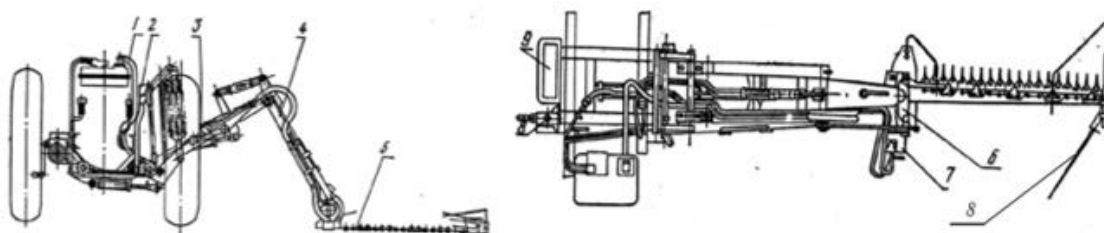


Рис. 1. Схема рабочего оборудования сегментно-пальцевого режущего аппарата:
1 – гидросистема; 2, 3 – системы управления; 4 – стрела; 5 – режущий аппарат; 6 – редуктор привода; 7 – гидромотор; 8 – полевой делитель; 9 – рама

Оборудование состоит из гидросистемы 1, систем управления 2 и 3, стрелы 4, режущего аппарата 5 с редуктором привода 6 и гидромотором 7. Для образования валка срезанной растительности режущий аппарат может быть снабжен полевым делителем 8. Оборудование навешивается на трактор посредством рамы 9.

Продольный разрез по пальцу режущего аппарата косилки приведен на рисунке 2.

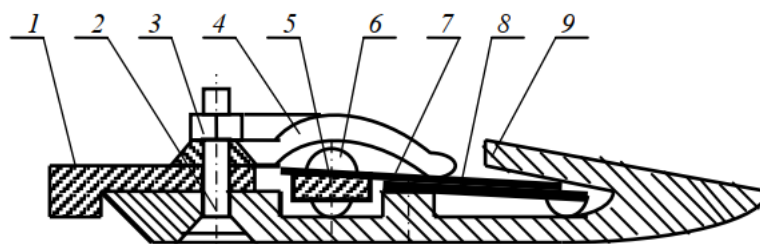


Рис. 2. Разрез рабочего оборудования сегментно-пальцевого режущего аппарата:
 1 – брус; 2 – пальцы; 3 – болты; 4 – прижимы; 5 – подвижная спинка; 6 – заклепки; 7 –
 режущие сегменты; 8 – противорежущие ножи; 9 – перо пальца

Основой режущего аппарата является брус 1, к которому крепятся пальцы 2 с противорежущими ножами 8, защищенными пером 9 пальца. Противорежущие ножи также называют противорежущими пластинами, или вкладышами. Вдоль бруса установлена подвижная спинка 5 с прикрепленными к ней заклепками 6 режущими сегментами 7. Для обеспечения прижатия режущих сегментов к противорежущим ножам служат прижимы 4, упруго прикрепленные к брусу болтами 3. Спинка соединена с приводом и в процессе работы вместе с сегментами совершает возвратно-поступательные движения. Пальцы упорядочивают процесс резания и защищают режущие сегменты от крупных посторонних предметов[1].

Сегменты движутся с большой частотой (до 500 двойных ходов в минуту), вызывая сильные инерционные нагрузки в рабочем органе. Этого недостатка лишен сегментный двухножевой режущий аппарат, у которого сегменты совершают встречно или противоположно направленные возвратно-поступательные движения, взаимно уравнивающие силы инерции (рисунок 3). Кроме того, он имеет возможность работать с повышенными поступательными скоростями, что почти в два раза позволяет увеличить производительность косилки с подобным аппаратом.

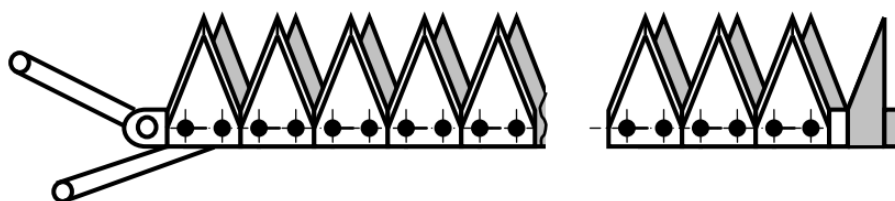


Рис. 3. Схема сегментного двухножевого режущего аппарата

Привод аппаратов обеспечивается от ВОМ или от гидромотора через планетарный или кривошипно-шатунный механизм с различными вариантами конструкций трансмиссий его привода. Их схемы приведены на рисунке 5.

Механизм перемещения сегментов двухножевого режущего аппарата показан на рисунке 4. Здесь приведен разрез по нижнему шатуну и по плоскости, проходящей между сегментами и шатунами. Механизм имеет

кривошипно-кулисный привод, перемещающий верхнее 6 и нижнее 7 ножевые полотна (спинки с прикрепленными к ним сегментами). Привод заставляет посредством тяг колебаться опоры 1, к которым крепятся нижний 3 и верхний 5 шатуны. Шатуны устанавливаются на каждом пятом сегменте. Основой аппарата является брус, состоящий из двух полос 2, стянутых болтами 4. Ножевые полотна прижимаются друг к другу упругими элементами 9 и 10. При необходимости верхнее полотно может быть поднято. Взаимная фиксация элементов обеспечивается штифтом 8.

Фирма «Беркенхегер» выпускает сменное рабочее оборудование, предназначенное для полнопрофильного окашивания каналов. Оно представляет собой два изогнутых сегментных режущих аппарата, устанавливаемых на самоходное колесное внутриканальное шасси[2]. Машина одновременно окашивает оба откоса и дно канала и, кроме того, может быть оснащена грабельным аппаратом для удаления скошенной растительности за пределы канала.

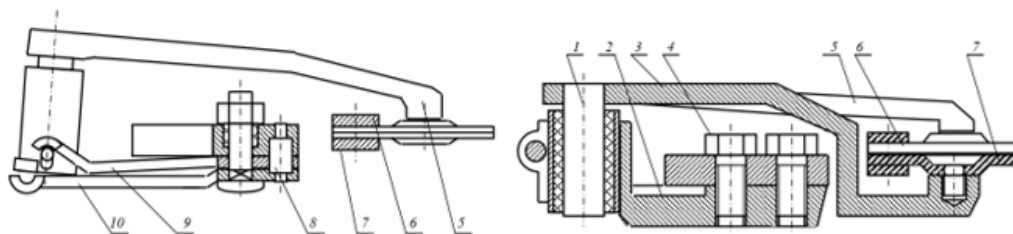


Рис. 4. Схема привода сегментного двухножевого режущего аппарата:
1 – опоры; 2 – полосы; 3 – нижний шатун; 4 – болты; 5 – верхний шатун; 6 – верхнее
ножевое полотно; 7 – нижнее ножевое полотно; 8 – штифт; 9, 10 – упругие элементы

При срезании грубой травяной растительности, стеблей кустарников или ветвей деревьев, что, например, имеет место при обрезке лесозащитных полос или шпалер, защемленный между режущими элементами стебель может выдавливаться вперед из зоны срезания. Этому недостатка лишены рабочие органы, представленные на рисунке 5. На рисунке 5, а показан рабочий орган, режущие сегменты 1 которого прикреплены к спинке 3, совершающей возвратно-поступательные движения. Противорежущие элементы 2 неподвижны. Срезание стеблей происходит при зажимании их между режущими кромками сегментов и противорежущих элементов. Благодаря форме режущих элементов рабочие участки режущих кромок почти параллельны друг другу, что предотвращает выталкивание стеблей. Такой аппарат срезает ветви диаметром до 30 мм.

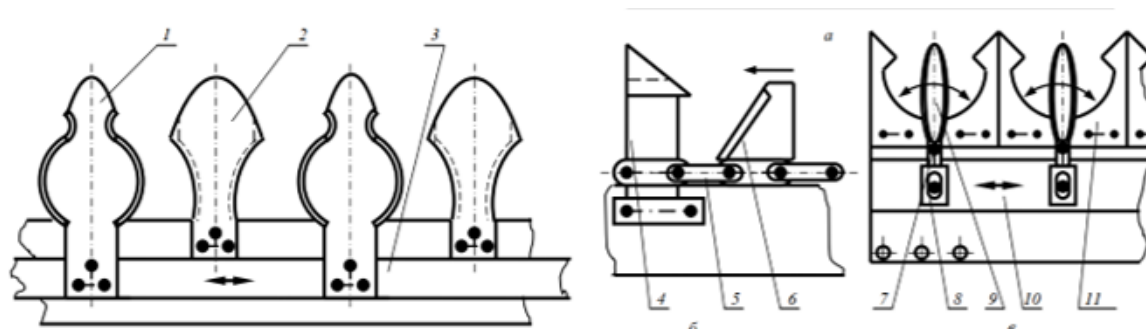


Рис. 5. Схемы рабочих органов косилок для срезания грубой растительности:
а – с возвратно-поступательным движением ножей; б – цепной с поступательным движением ножей; в – с колебательным движением ножей; 1 – режущие сегменты; 2 – противорежущие элементы; 3 – спинка; 4 – противорежущая часть; 5 – цепь; 6 – подвижные сегменты; 7 – ось; 8 – штифт; 9 – овальные режущие элементы; 10 – ползун; 11 – противорежущие части

На рисунке 5, б показана схема цепного режущего аппарата, у которого подвижные сегменты 6 прикреплены к цепи 5, перемещающейся по раме. Срезание происходит при защемлении стебля между сегментом 6 и неподвижной противорежущей частью 4, имеющей клиновой выступ, предотвращающий выталкивание стебля [3].

У режущего аппарата (рисунок 5 в) с качающимися овальными режущими элементами 9 срезание происходит при защемлении стебля между этими элементами и противорежущими частями 11. Качание элементов на осях 7 обеспечивается возвратно-поступательным движением ползуна 10 и связанными с ним штифтами 8. Данные аппараты срезают стебли и ветви толщиной до 20...25 мм.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Механизмы привода сегментно-пальцевых режущих аппаратов / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 15-18.
2. Авдеев, А.А. Сборка в домашних условиях самодельной навесной сегментной косилки / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. – 2020. – С. 18-22.
3. Авдеев, А.А. Обзор и анализ косилок / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов. – Текст: непосредственный // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – 2021. – С. 10-13.

МАШИНЫ ДЛЯ УГНЕТЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: данная статья посвящена машинам для сплошного или избирательного уничтожения или подавления роста (угнетения) растительности. С их помощью борются с травяной растительностью, кустарниковой порослью и кустарником, растущими в русле канала, на его откосах и берме, а также на сходных элементах дамб, дорог и других подобных им объектов.

Ключевые слова: борьба с растительностью, сжигание, обработка каналов, машины, ширина захвата

Данные машины классифицируются на огневые, химические, механические и электроискровые действия.

Машины огневого действия (травосжигатели) выпускаются навесными и полуприцепными. Навесное оборудование (рисунок 1) состоит из стрелы 1, рукояти 2, форсунки 3 и гидроуправления 4. К форсунке насосом подается топливо и вентилятором подается воздух. Сгорающая в форсунке топливовоздушная смесь образует факел, который направляется стрелой в нужное место и периодически перемещается поперек канала, сама машина движется вдоль канала. Полуприцепные машины базируются на одноосной тележке. Они состоят из самой тележки, топливного бака, насоса, вентилятора, приводимого в действие от вала отбора мощности, а также трубчатой стрелы с форсунками[1]. Машина обрабатывает откос на ширине захвата стрелы.

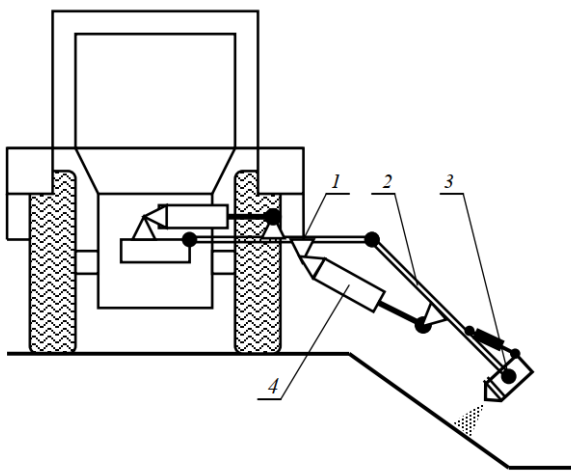


Рис. 1. Схема машины огневого действия:
1 – стрела; 2 – рукоять; 3 – форсунка; 4 – гидроуправление

Способ пожароопасен. Его можно с соответствующими мерами предосторожности применять, если грунтовые воды находятся от поверхности грунта не более чем на 0,3 м. К тому же этот способ достаточно дорогой.

Действующие в настоящее время нормативы запрещают борьбу с растительностью путем ее сжигания.

Машины химического действия аналогичны огневым, но могут применяться для борьбы как с травянистой, так и с древесно-кустарниковой растительностью. Так, например, навесные штанговые опрыскиватели марок «Зубр НШ 04.11.М2» и «Зубр НШ 06.11.М2» состоят из колесного трактора тягового класса не ниже 0,9 с навешенной на него емкостью объемом соответственно 400 или 600 л с мембранно-поршневым насосом, регулятором давления, трехступенчатой системой фильтрации и штанговым опрыскивателем с восемью щелевыми и одним асимметричным распылителями. Положение опрыскивателя регулируется с помощью гидросистемы в зависимости от параметров канала и высоты кустарника.

Основные варианты положения штангового опрыскивателя показаны на рисунке 2.

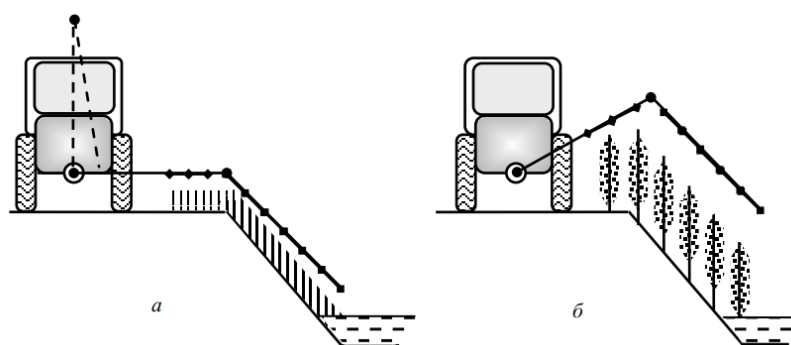


Рис. 2. Основные положения штангового опрыскивателя:
а – транспортное и при обработке низкорослой растительности; б – при обработке высокорослой растительности

Ширина горизонтальной полосы захвата составляет 9 м, скорость рабочего передвижения – до 9 км/ч. Для обработки каналов используются гербициды общего или избирательного действия. Основными средствами для борьбы с древесно-кустарниковой растительностью являются Глифос, Раундап и Раундап Макс. Последний является предпочтительным, так как при применении гербицидов Глифос и Раундап для наступления требуемого эффекта продолжительность между обработкой и возможным дождем должна составлять не менее 6 ч, тогда как для гербицида Раундап Макс достаточно 30 мин. Обработка производится в сухую безветренную погоду с соблюдением мер безопасности и норм расхода препаратов, так как гербициды или арборициды достаточно дорогие и могут быть токсичными и экологически опасными. Превышение рекомендуемых доз приводит к загрязнению окружающей среды[2].

Одним из возможных вариантов химической обработки каналов больших размеров является способ, схематически представленный на рисунк 3.

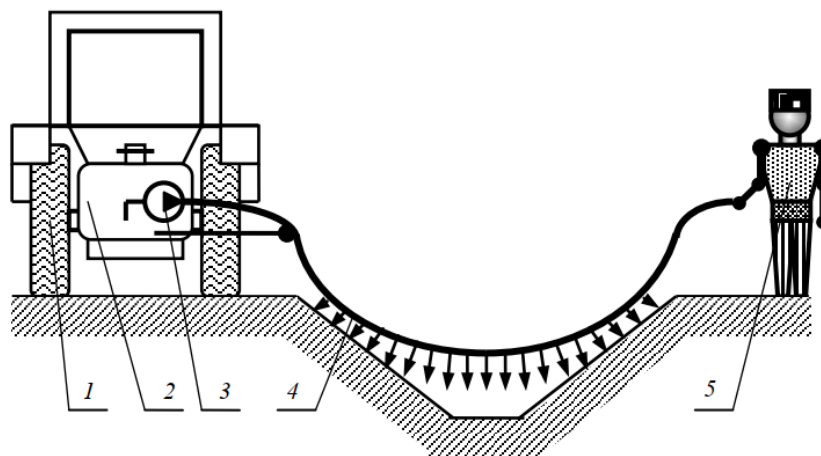


Рис. 3. Схема обработки канала:
1 – трактор; 2 – емкость; 3 – насос; 4 – шланг; 5 – оператор

По этой схеме жидкий препарат, находящийся в емкости 2, навешенной на трактор 1, насосом 3 нагнетается в шланг 4 с отверстиями или с распылителями. Второй конец шланга поддерживает оператор 5, перемещающийся вдоль канала синхронно с трактором.

Способ требует строгого выполнения требований по защите работников от возможного воздействия используемого препарата.

Угнетение растительности может выполняться методом электроискровой обработки. Для ее выполнения используется машина, имеющая поперечную штангу, на которую подается высокое напряжение (порядка 25 кВ). При перемещении штанги над растениями происходит электрический разряд по цепи штанга – растение – земля. Проходящий по растению ток разрушает ткань стеблей и корней, подавляя таким образом рост растений.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Классификация косилок / А.А. Авдеев, Н.П. Занькин. – Текст: непосредственный // Материалы II Международной студенческой научной конференции «В мире научных открытий», 23-24 мая 2018 г. – Ульяновск: 2018. – С.12-16.
2. Бидеев, С.И. Анализ конструкции режущих аппаратов и их приводов / С.И. Бидеев, И.Х. Бидеева, А.М. Агузаров. – Текст: непосредственный // Материалы I -й Международной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов 23-24 декабря 2004г. – Владикавказ: Изд-во «Горский гос-агроуниверситет», 2005. – С.193-195.

МЕХАНИЗАЦИЯ КОСИЛОК

*Авдеев Антон Александрович, студент-магистрант
Салахутдинов Ильмас Рифкатович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г. Ульяновск, Россия*

Аннотация: в данной работе представлены принципы работы роторной и сегментной косилки, представлены их преимущества и недостатки. Следовательно, данная работа поможет при выборе косилки.

Ключевые слова: косилки, достоинства, недостатки, сенокосилки, модификации

Косилка для тракторов МТЗ, ЛТЗ – это современный и эффективный способ ухода за своим фермерским участком, покоса зерновых культур или диких растений. Технологичные модели используются в тёплое время года и позволяют быстро привести в порядок сельскохозяйственную территорию. Стрижка растительности, заготовка сена и поддержание порядка занимают короткое время. Пользоваться навесным оборудованием для трактора или его мини-варианта гораздо удобнее, чем устаревшими инструментами.

При выборе косилки для трактора производители рекомендуют обращать внимание на следующие моменты:

- соответствует ли навесной инструмент мощности двигателя трактора;
- совпадает ли частота вращения съёмного приспособления и вала отбора мощности мототрактора;
- не превышает ли вес оборудования допустимые нормы, то есть 30% от массы трактора;
- какой тип крепления имеет сельхозорудие, и совместим ли он с конструкцией сельхозмашины.

Перед тем, как приобрести навесной инструмент на трактор, важно изучить основные параметры, размеры оборудования и эксплуатационно-технические характеристики самого агрегата. И если они совместимы, то останется только – выбрать соответствующую модель по наиболее подходящей стоимости.

Любой тип косилок-культиваторов – это существенное облегчение труда при сельскохозяйственных работах. Для выбора того или иного устройства нужно ознакомиться с описанием моделей, в которых указан список применяемых видов спецтехники и мощность. Факторы, которые повлияют на приобретение: тип скашиваемой растительности, площадь и рельеф участка, цель покоса и стоимость оборудования.

Современные сенокосилки представлены несколькими видами, каж-

дый из которых имеет свои плюсы и минусы. Выбор между роторным и сегментным косилкой-агрегатом зависит от особенностей сельхозугодий и поставленных целей. И то, и другое устройство в качественном исполнении производительно, эффективно и прочно, а также влияет на надёжность всего оборудования [1].

Роторная косилка – это опорная рама, на которой установлено несколько режущих дисков, обычно 2 или 4. По бокам находятся салазки для скольжения устройства по грунту. Срезка травы осуществляется дисками с ножами, которые крутятся во время движения. Они вращаются в разном направлении, чтобы растительность срезалась равномерно. В косилке можно менять угол наклона. Роторные культиваторы удобны для обработки заболоченных, засорённых и неровных участков.

На трактор косилка крепится спереди, сбоку или позади к раме. Агрегат также состоит из подрамника, противовеса, привода, гидросистемы. Режущая система косилки основана на применении нескольких роторов в зависимости от того, на какое оборудование косилка устанавливается. У навесной конструкции, которая располагается сзади, отсутствует своя ходовая часть, но она может иметь одно или несколько колёс. Прицепное устройство, расположенное впереди мотоблока или трактора, имеет свою раму, к которой крепятся режущие детали и элементы управления.

Сегментная косилка подходит и для мини-трактора, и более мощного его варианта. Конструкция такой косилки напоминает множество ножниц, которые срезают траву. Использование навесного или прицепного оборудования в несколько раз ускоряет заготовку сена.

К основным узлам сегментного агрегата относятся: рамная основа на колёсной базе, режущий аппарат, состоящий из множества ножей, привод и штанга. Настройка высоты происходит с помощью боковых салазок. Исполнительный орган у аппарата бывает двух типов: сегментно-пальцевый и двухножевой беспальцевый.

Роторные косилки измельчают растения, косят и укладывают в ровные валы или равномерно по полю, что существенно облегчает транспортировку сена. Во многих моделях есть предохранитель, который отводит ножи при столкновении с каким-либо препятствием. Также в некоторых вариантах косилок ножи могут отклоняться до 45° , что обеспечивает лучшую чистоту среза.

Модификации этого устройства отличаются между собой количеством режущих деталей, способом крепления и площадью обработки. Многие модели могут применяться для заготовки кормов, так как оборудованы измельчителем сорняков. Работа приспособления происходит при помощи вала отбора тягача с использованием конической, карданной или иной передачи. Устройства кошения роторного типа отлично подходят для:

- очистки поля от сорняков;

- покоса пастбища;
- удаления травы.

Роторный агрегат обладает достаточной маневренностью и простотой в эксплуатации. Его ширину нужно подбирать с учётом объёма работ и размера обрабатываемого участка.

Полотно для резки у сегментно-пальцевой косилки состоит из двух металлических частей: подвижной и неподвижной. По принципу работы механизм устройства напоминает ножницы. Режущие детали имеют вид треугольников с острыми краями, которые называются сегментами или пальцами. Трава срезается, попадая между кромок ножей, укладывается рядами и её легко собирать. Двухножевая беспальцевая косилка отличается двумя подвижными частями, которые двигаются взаимно противоположно. Такое приспособление чище срезает, не забивается мусором. Основное применение для сегментных косилок:

- скашивание толстых стеблей сухой травы;
- покосы естественно растущей травы и сеяных зерновых культур.

При эксплуатации сегментных агрегатов обязательно должны быть соблюдены меры защиты. Сегментная косилка легко справляется с растениями толщиной в 10 мм и проволокой в 3 мм.

Одно из главных достоинств роторных моделей в том, что они практически не требуют технических знаний для эксплуатации и обслуживания. Такое оборудование выбирают фермеры из-за простоты конструкции и отсутствия необходимости частого ремонта. За состоянием приспособления потребуется следить, потому что запчасти на прицепные косилки со временем изнашиваются и требуют замены или техобслуживания. Ремонт несложен, с действиями может справиться один человек. Для эффективной работы проверяются смазка, детали на неисправность или повреждения, выполняется регулировка узлов и цепи[2-3].

Необходимость в частом техобслуживании сегментной косилки зависит от её модели. Навесные устройства для крупной техники могут нуждаться в этом в каждую смену и в конце сезона работ. Косилка для любого тягача очищается от грязи, травы, проверяется надёжность крепления ножей режущей пластины. Периодически потребуется заточка элементов или их замена, также необходима смазка. Сегментная косилка труднее в обслуживании, поскольку имеет более сложное строение и трудоёмкий процесс навешивания.

Список литературы

1. Авдеев, А.А. Разработка самодельной сегментной косилки / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 18-24.

2. Разработка сегментной косилки для малых фермерских хозяйств / А.А. Авдеев, И.Р. Салахутдинов, М.М. Замальдинов, И.Ф. Фахретдинов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Национальной научно-практической конференции, 20-21 июля 2019 г. – Ульяновск: УлГАУ, 2019. – Том II. – С. 104-110.
3. Авдеев, А.А. Анализ привода сегментно-пальцевых аппаратов / А.А. Авдеев. – Текст: непосредственный // В мире научных открытий: материалы IV Международной студенческой научной конференции, 20-21 мая 2020. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – Т. II. – С. 3-6.

УДК 331.45

ИЗУЧЕНИЕ ОХРАНЫ ТРУДА С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Ажорин Александр Игоревич, студент-бакалавр
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в данной статье описана актуальность использования дистанционной формы обучения по дисциплине «Охрана труда»

Ключевые слова: охрана труда, информационные технологии, дистанционное образование, обучение

Изучение дисциплины «Охрана труда» – это одно из самых важных мероприятий по обеспечению безопасности труда. Тем не менее, на данный момент имеется ряд проблем в области изучения охраны труда:

1. Согласно информации Госстатистики более 70 % несчастных случаев на производстве – это следствие отсутствия знаний либо нарушение требований охраны труда, а также безопасного проведения работ. В организациях, где обучение по охране труда было пройдено у 30 и более процентов сотрудников, показатель производственного травматизма гораздо меньше, чем на тех предприятиях, где обучение прошли менее 30 % работников.

2. Большая часть специалистов в области охраны труда на предприятии имеют низкий показатель профессиональных знаний в сфере охраны труда и не в силах организовать на должном уровне обучение своих работников по вопросам охраны труда. Следует упомянуть, что в квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих вводятся новые требования к руководителям и специалистам служб охраны труда. Между тем, большая часть специалистов по охране

труда не владеют нужной профессиональной подготовкой, таким образом, не вправе работать в сфере охраны труда.

3. Классическое обучение занятий по охране труда в аудиториях обладает ограниченными возможностями и затруднена для учащихся, которые находятся на удалении от учебных центров.

С целью разрешения вышеупомянутых проблем целесообразно применять дистанционные образовательные технологии.

Перевод на дистанционные образовательные технологии способствует предоставлению информационных ресурсов удаленным пользователям, кроме того появляется возможность проводить изучение дисциплины одновременно с выполнением производственных обязанностей, одновременное обучение и тестирование неограниченного количества слушателей.

Порядок электронного обучения прописан в статье 15 Федерального Закона «Об образовании», а так же законодательных и нормативных правовых актах. В них говорится, что при проведении образовательных программ, несмотря на форму получения образования, возможно использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Электронное обучение – это организация образовательного процесса с использованием имеющейся в базах данных и применяемой при выполнении образовательных программ информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие участников образовательного процесса.

К дистанционным образовательным технологиям в свою очередь относятся образовательные технологии, осуществляемые, прежде всего с использованием информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном общении обучающихся и педагогических работников.

Для выполнения образовательных программ с использованием только электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, в образовательном учреждении необходимо создать условия для работы электронной информационно-образовательной среды, состоящей из:

- электронных информационных и образовательных ресурсов;
- комплекса информационных и телекоммуникационных технологий;
- необходимых технологических средств.

Приказом Минобрнауки РФ от 06.05.2005г. № 137 утвержден Порядок установления правил применения дистанционных образовательных технологий образовательными учреждениями при выполнении основных и дополнительных образовательных программ профессионального образования.

Согласно п. 2.3.5. Постановления Министерства труда и социального развития РФ и Министерства образования РФ от 13 января 2003 года №

1/29 "Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций", во время изучения охраны труда возможно применение модульных и компьютерных программ и дистанционное обучение.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что обучение по охране труда на основе информационных технологий и дистанционных образовательных технологий представляет собой квалифицированный инструмент для реализации обучения и контроля полученных знаний в сфере охраны труда.

Список литературы

1. Литвинов, В.И. Охрана труда: учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с. – Текст: непосредственный.
2. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда–Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с. – Текст: непосредственный.
3. Шпилева, А.И. Значимость безопасности труда на производстве / А.И. Шпилева, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – С.236-242.
4. Литвинов, В.И. Специфика обучения безопасности жизнедеятельности в вузе / В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // Сборник Передовые достижения науки в молочной отрасли. – 2021. – С. 137-142.
5. Рацлав, В.В. Дистанционное обучение студентов педагогических вузов по дисциплине «охрана труда» / В.В. Рацлав, С.Н. Боровская. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 1268-1271.

УДК 517.518

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ

***Богатырева Ксения Алексеевна**, студент-бакалавр
Ивановская Вероника Юрьевна, науч. рук. к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в современном научном мире все более актуально применение методов дифференциального исчисления при решении задач оптимизации любых процессов и функций.*

***Ключевые слова:** оптимальное решение, дифференциальное исчисление, экстремальное значение*

В реальной жизненной ситуации часто возникает необходимость выбора оптимального варианта и нахождения экстремумов определенной функции. Ежедневно, при решении проблем в различных областях, мы сталкиваемся с терминами наибольшая прибыль, наименьшие затраты, наибольшее напряжение, наибольший объем, наибольшая площадь и т.д. Такого рода задачи связаны с нахождением максимального или минимального значения величины и называются задачами на оптимизацию. Для решения данных задач применяется производная [1, 4].

Цель работы – иметь представление о применении производной в различных областях науки и окружающей нас действительности, алгоритме нахождения наибольшего и наименьшего значений функций как универсального метода решения различных задач на оптимизацию [3].

Живым сечением называют площадь ω поперечного сечения канала, а смоченным периметром канала считается длина λ границы такого сечения. С помощью теоретических расчетов и экспериментов было установлено, что из всех каналов, имеющих живое сечение, максимальной пропускной способностью и в то же время минимальной фильтрацией отличаются каналы с наименьшим смоченным периметром.

В мелиоративной практике чаще всего сооружаются и используются каналы или лотки с поперечным сечением в форме прямоугольника, треугольника, трапеции или сектора круга. Поэтому важно произвести расчет именно самого гидравлически выгодного профиля для каналов разной формы.

При каком же отношении глубины к ширине канал с прямоугольным сечением будет иметь гидравлически наивыгоднейший профиль? Допустим, x – ширина канала, ω – живое сечение. Тогда глубина канала будет равна $\frac{\omega}{x}$, а его смоченный периметр $\lambda(x) = x + \frac{2\omega}{x}$ (рис.1).



Рис.1. Прямоугольное сечение канала

Найдем минимальное значение функции λ на отрезке $(0; +\infty)$. Вычислим производную: $\lambda'(x) = \frac{x^2 - 2\omega}{x^2}$. Так как $\lambda'(\sqrt{2\omega}) = 0$, $\lambda'(x) < 0$, если $0 < x < \sqrt{2\omega}$ и $\lambda'(x) > 0$ при $x > \sqrt{2\omega}$, то функция λ в точке $\sqrt{2\omega}$ достигает минимального значения [1, 5].

Таким образом, в данном случае ширина канала должна быть $\sqrt{2\omega}$,

глубина $\frac{\omega}{\sqrt{2\omega}}$, а искомое отношение будет равно 0,5.

Если сечением канала является равнобедренная трапеция (рис. 2) с углом откоса α таким, что $\operatorname{ctg}\alpha = m$. При каком отношении ширины дна к глубине канал имеет гидравлически наивыгоднейший профиль?

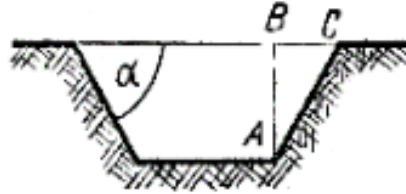


Рис. 2. Сечение канала трапеция

Допустим, ширина дна канала – b , а его глубина – h , тогда $BC = h \operatorname{ctg}\alpha = mh$, $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = h\sqrt{1 + m^2}$, $\omega = \frac{1}{2}h(2b + 2mh) = bh + mh^2$ (1) $\lambda = b + 2AC = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$. Найдем, $b = \frac{\omega - mh^2}{h}$, а $\lambda(h) = \frac{\omega}{h} - mh + 2h\sqrt{1 + m^2}$ при ($h > 0$). При помощи производной находим, что функция λ доходит до минимального значения в периоде $(0; +\infty)$ при $h_0 = \sqrt{\frac{\omega}{2\sqrt{1+m^2}-m}}$.

Таким образом, отношение будет равно $\frac{b}{h_0} = \frac{\omega}{h_0^2} - m = 2(\sqrt{1 + m^2} - m)$.

Сечением канала представлен сегмент (рис. 3).

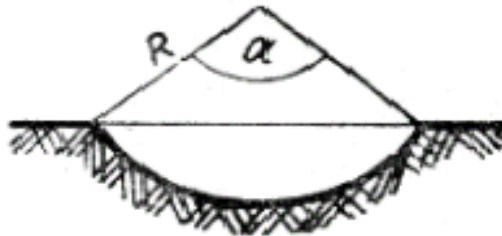


Рис. 3. Сечение канала сегмент

Найдем какое же значение должен иметь центральный угол α ($0 < \alpha \leq \pi$) для того, чтобы у канала был гидравлически наивыгоднейший профиль?

Пусть R – радиус круга. Живое сечение канала найдем как разность площадей треугольника и сектора:

$$\omega = \frac{R^2}{2}(\alpha - \sin\alpha). \text{ Далее получаем, что } R = \sqrt{\frac{2\omega}{\alpha - \sin\alpha}} \text{ и выходит, что}$$

$$\text{смоченный периметр равен } \lambda(\alpha) = R\alpha = \sqrt{2\omega} \times \sqrt{\frac{\alpha^2}{\alpha - \sin\alpha}}.$$

Рассмотрим другую функцию $f(\alpha) = \frac{\alpha^2}{\alpha - \sin \alpha}$. При $0 < \alpha < \pi$ получаем $f'(\alpha) = \alpha \frac{\alpha(1+\cos \alpha) - 2\sin \alpha}{(\alpha - \sin \alpha)^2} = \frac{\alpha(1+\cos \alpha)}{2} \times \frac{\frac{\alpha}{2} - \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{(\alpha - \sin \alpha)^2}$. Так как $\sin \alpha < \alpha$ и $\frac{\alpha}{2} < \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ в данном периоде, то производная на отрезке $(0; \pi)$ отрицательна и определена. Из этого следует, что функция f на данном интервале $(0; \pi)$ убывает. Из-за непрерывности функции λ на промежутке $(0; \pi)$ получаем, что λ убывает и на таком отрезке. Таким образом, функция λ имеет минимальное значение при $\alpha = \pi$. [2, 6]. Сечением канала должен являться полукруг.

В современном научном мире дифференциальное исчисление нашло применение во всех областях экономических и технических процессов и исследований. В заключение хочется напомнить слова знаменитого русского математика П.Л. Чебышева: «Особенную важность имеют те методы науки, которые позволяют решать задачу, общую для всей практической деятельности человека, как располагать своими средствами для достижения по возможности большей выгоды».

Список литературы

1. Кремер, Н.Ш. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин. – 3-е изд. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 479 с. – Текст : непосредственный.
2. Красс, М.С. Математика для экономического бакалавриата: учебник для студентов вузов / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 472 с. – Текст : непосредственный.
3. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург, 2007. – Текст: непосредственный.
4. Кузнецов, Н.Н. Обоснование способа досушивания провяленной и прессованной в рулоны травы / Н.Н. Кузнецов – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2006. – № 78. – С. 119-124.
5. Ивановская, В.Ю. Математика: краткий курс и задания для индивидуального выполнения / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2021. – Текст : непосредственный.
6. Ивановская, В.Ю. Математический анализ / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2018. – 106 с. – Текст : непосредственный.

ИЗУЧЕНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ КОЛЕСНЫХ ПОЛНОПРИВОДНЫХ ТРАКТОРОВ ПУТЕМ СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ШИНАХ ПРИ ПАХОТЕ СТЕРНИ

*Бурлаков Егор Иванович, студент-магистрант
Литвинов Владимир Игоревич, науч. рук., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: использование тракторов повышенной мощности дает возможность за счет совмещения ряда операций за один проход, избежать последствий многократного прохода по полю, снизить энерго- и трудозатраты выполнять работы в лучшие агротехнические сроки.

Значительная доля работ в сельскохозяйственном производстве приходится на колесные тракторы, т.к. они наиболее полно отвечают возрастающим требованиям сельскохозяйственного производства: более универсальны, имеют меньшую стоимость и эксплуатационные затраты, эффективно используются на пропашных и транспортных работах. Не случайно в структуре тракторного парка экономически развитых стран на долю колесных тракторов приходится 80-95 %.

Колесные тракторы, несмотря на свои явные преимущества перед гусеничными, имеют один существенный недостаток – относительно низкие тягово-сцепные свойства. Последнее, является причиной неполного использования мощности двигателя, снижения крюковой мощности и производительности, повышенному расходу топлива. Сравнительно низкие тягово-сцепные показатели и проходимость ограничивает их применение на ранневесенних работах, затрудняет проведение работ в лучшие агротехнические сроки, приводит к снижению годовой наработки и рентабельности машинно-тракторного парка.

Особое место среди колесных тракторов занимают полноприводные тракторы с шинами равного размера. По своим тягово-сцепным свойствам при той же массе они в 1,5 раза выше тракторов с традиционной схемой и приближаются к гусеничным. Высокая универсальность этих тракторов позволяет им выполнять основной комплекс сельскохозяйственных работ и тем самым снизить количественный и марочный состав машинно-тракторного парка. На рыхлых переувлажненных и несвязанных почвах применение полноприводных тракторов с шинами равного размера снижает уплотнение и распыление почв.

Однако применение полноприводных тракторов с шинами равного размера не всегда дает желаемый результат. Поэтому повышение тягово-сцепных показателей полноприводных колесных тракторов с шинами равного размера по своей экономической целесообразности имеет большое народно-хозяйственное значение. Однако отсутствие убедительных

теоретических положений, связанных с повышением тягово-сцепных свойств полноприводных тракторов и сопоставимых экспериментальных исследований не позволяют в полной мере использовать их тягово-сцепные возможности.

Ключевые слова: трактор, шина, полноприводный, момент, давление воздуха, стерня

Исследования проводились на тракторе ЛТЗ-155 в почвенно-климатических зонах, характерных для среднего Поволжья.

Трактор ЛТЗ-155.3.У заводской № 000405, 1999 г. выпуска, с двигателем Д-442/47 проходил испытания в 2001 г. в СПК «Чапаева» Петровского района на тяжелых суглинистых черноземах. Фон - поле, подготовленное под посев. Перед экспериментальными исследованиями трактор в течение двух лет находился в условиях рядовой эксплуатации, наработка трактора составляла 2050 моточасов. Перед началом испытаний трактор прошел ТО № 2.

Программа проведения экспериментальных исследований тяговой динамики трактора на пахоте предусматривала: испытания трактора ЛТЗ-155 с плугом ПЛН-5-35; обработку экспериментальных данных и их анализ с целью решения поставленных задач. В процессе исследования изменялись:

- вид привода ведущих осей трактора: дифференциальный, блокированный;
- давление воздуха в шинах ведущих осей;
- рабочая скорость агрегата;
- глубина пахоты.

Давление воздуха в шинах ведущих осей оказывает влияние не только на величину кинематического несоответствия, но и на характер взаимодействия шины с опорной поверхностью и сопротивление качению трактора. Все это, определенным образом, оказывает влияние на такие показатели тракторного агрегата как рабочая скорость, буксование, и расход топлива.

Так с увеличением давления воздуха в шинах передней оси, на поле, подготовленном под посев, при давлении в шинах задней оси 160 кПа (рис. 1) происходит снижение буксования трактора, что соответственно приводит к увеличению рабочей скорости. При давлении $P_{ВНП} = 100-120$ кПа буксование имеет максимальное значение.

Дальнейшее увеличение давления в шинах передних колес приводит к увеличению буксования трактора и, следовательно, к снижению рабочей скорости. Характер протекания кривых объясняется тем, что в результате действия силы тяги на крюке (рис. 2), вертикальная реакция задней оси значительно превышает реакцию на передней и при давлении воздуха в шинах передней оси менее 100 кПа радиус колес передней оси меньше чем

задней $\Gamma_{СТП} < \Gamma_{СТЗ}$.

Неравенство радиусов колес приводит соответственно к равномерному распределению ведущего момента, при этом задняя ось нагружается в большей степени.

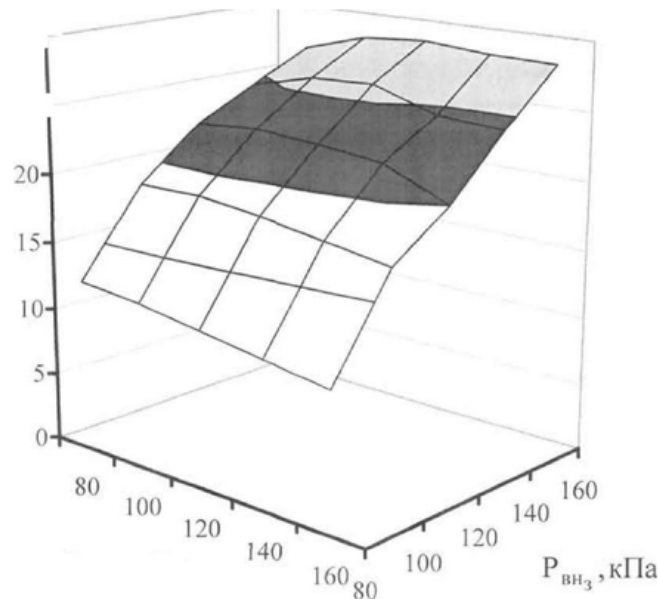


Рис. 1. Влияние давления воздуха в шинах на эксплуатационные показатели трактора:
x - буксование трактора; • - скорость трактора; л - расход топлива

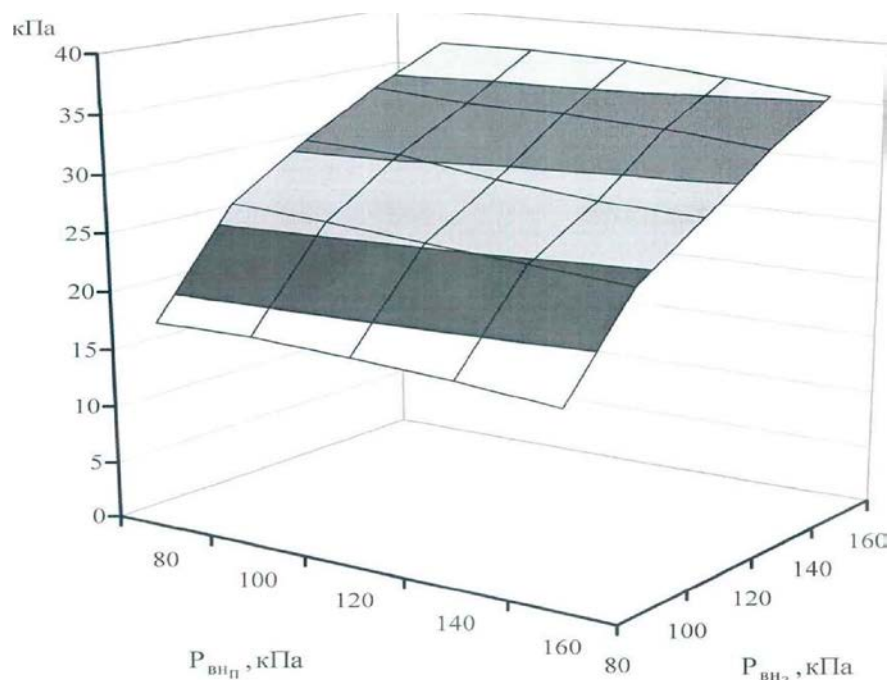


Рис. 2. Влияние давления воздуха в шинах на величину крюковой нагрузки на стерне

При $P = 100-120$ кПа происходит оптимальное распределение ведущего момента по осям, и, следовательно, трактор имеет максимальную скорость и минимальный расход топлива.

При работе трактора с плугом в зависимости от фона и агротехнических условий устанавливается определенное давление воздуха в шинах, которое вызывает перераспределение нормальных реакций. В соответствии с агротехническими требованиями необходимо определить оптимальное давление в шинах ведущих осей.

При заблокированном приводе тяговое усилие, развиваемое трактором, составляет 32-37 кН, что достаточно для агрегатирования пятикорпусного плуга ПЛН-5-35 на тяжелых почвах при глубине пахоты 25-30 см с рабочей скоростью 4,9-6,7 км/час.

Буксование ведущих осей трактора в зависимости от величины кинематического несоответствия и давления воздуха в шинах ведущих осей изменяется в широких пределах от 11,7 до 35 %.

Список литературы

1. Бурлаков, Е.И. Повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора на транспортных операциях / Е.И. Бурлаков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – 2021. – С.16-21.
2. Раков, В.А. Оценка экономической эффективности использования комбинированных и электрических энергоустановок в сельскохозяйственных машинах. / В.А. Раков, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного университета. – 2020. – С.123-128.
3. Раков, В.А. Стабилизация нагрузочного режима ДВС трактора путём использования комбинированной энергоустановки. / В.А. Раков, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2020. – №1. – С.3-9.
4. Раков, В.А. Расчёт мощности двигателя гибридной энергетической установки сельскохозяйственной машины. / В.А. Раков, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2020. – Т.3. – №1. – С.4.
5. Раков, В.А. Обеспечение устойчивого нагрузочного режима двигателя внутреннего сгорания сельскохозяйственной машины за счёт применения комбинированной энергоустановки. / В.А. Раков, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2020. – Т.3. – №2. – С.2.
6. Раков, В.А. Анализ экономической эффективности применения гибридного и электрического двигателей в тракторах. / В.А. Раков, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // АгроЗооТехника. – 2020. – Т.3. – №3. – С.5.

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ ИЗ ТРАВ

*Воробьев Сергей Владимирович, студент-магистрант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в современных цифровых технологиях важным звеном управления является сбор информации и растений на всех этапах технологического цикла, ее обработка, прогнозирование состояния объекта переработка в зависимости от внешних условий и планируемого воздействия, оптимизация решения и подача команды на выполнение воздействия. На современном этапе развития технологии и технических средств все большее значение в выполнении данных действий осуществляется с участием автоматизированных технологических линий и роботизированных технических средств..

Ключевые слова: кормопроизводство, моделирование, корм, трава, система, основы

В современных технологиях заготовки кормов из трав применяют механические, электрические, лучевые, биологические, химические и другие физико-технические и энергетические воздействия с целью раскрытия полного биопотенциала растений и минимизации потерь урожая. Исполнительным органом таких воздействий, как правило, служат механизмы (машины, оборудование). Поэтому современные методы высокотоварного производства основаны на машинных технологиях.

Управление воздействиями осуществляет непосредственно оператор (агроном, механизатор) на основе имеющегося опыта, знаний и интуиции.

Технологию следует рассматривать как комплексную систему, в которой все элементы (подсистемы) имеют устойчивую взаимосвязь. В качестве основных следует рассматривать следующие подсистемы:

- подсистема обоснования объемов производства кормов, их прогнозные качественные характеристики на основе экономических, зоотехнических показателей;
- почвы с их физическими, микробиологическими, химическими и другими показателями;
- климатические условия;
- семена и их селекция, обеспечивающая высокую урожайность, устойчивость к вредителям и болезням, заданные кормовые качества, способность к консервации и машинной обработке;
- подсистема питания растений;
- подсистема защиты растений от вредителей и болезней;

- подсистема машин и оборудования и их эффективного использования и обслуживания, энергоресурсобеспечения и логистики;
- подсистема экологических ограничений;
- подсистема кадрового обеспечения (подготовки и переподготовки кадров), охрана труда.

Основным критерием оценки технологии как системы и отдельных ее подсистем являются экономическая эффективность, максимальное получение энергии корма и допустимое техногенное воздействие на окружающую среду.

Новые технологии производства кормов относятся к машинным технологиям, их формирование, дальнейшее развитие, научное обеспечение может быть реализовано на основе системного подхода и объединения усилий специалистов биологических, технических, информационных и других научных направлений.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- введение национальной системы технологий производства основных видов сельскохозяйственной продукции, которая включает базовые наилучшие доступные технологии для различных природно-климатических условий, обеспечивающие рентабельное производство продукции и минимальное техногенное воздействие на природу. При этом природная среда должна самовосстанавливаться после этих воздействий. Такие технологии получили название наилучших доступных технологий;
- вторая задача направлена на разработку научно-обоснованной нормативной базы и правовое закрепление;
- третья задача связана с требованиями к подсистемам при использовании интенсивных технологий:
 - селекция и производство семян для интенсивных машинных технологий, обладающих высоким потенциалом, производство минеральных и органических удобрений для внесения их на основе точных (прецизионных) технологий с учетом выращиваемой культуры, фазы вегетации растения и карты поля;
 - совершенствование подсистемы защиты растений с использованием преимущественно биологических методов и эффективных препаратов;
 - создание подсистемы эффективных, интеллектуальных машин, обеспечивающих выполнение работ в оптимальные агротехнические сроки с минимальными удельными затратами труда и энергии и щадящими для окружающей среды техногенными воздействиями;
 - подготовка кадров имеющих необходимые знания не только по отдельным процессам производства сельскохозяйственной продукции, но и технологии как системы;
 - организация эффективных консультационных служб, работающих в тесном контакте с научными учреждениями и сельскохозяйственными товаропроизводителями;

– четвертая задача включает в себя организацию производства современных надежных технических средств и их сервисное обслуживание, химических средств для защиты растений, микробиологических и других препаратов.

Разработка машинных технологий производства кормов базируется на системных методах. Система в отличие от множества не связанных элементов характеризуется рядом системных принципов. Принцип (от латинского «принципус») – основа, первоначало, обобщение распространение какого – либо положения на все явления данной системы, из анализа которой принцип сформулирован.

Метод исследования – это последовательность действий, основанных на принципах и правилах для получения научного результата наиболее рациональным путем и умение применять эти знания на практике. Для агротехнологий присущ ряд научных принципов.

Принцип целостности характеризует, что свойства системы в целом нечто больше, чем простая сумма свойств ее элементов. А.С. Образцов [21] указывает, что особенности функционирования агрофитоценоза невозможно предсказать исходя из особенностей функционирования индивидуальных растений, поскольку с переходом от более низкого уровня организации искусственной биологической системы к более высокому возникают новые свойства, которые характерны для данного уровня. Так о качестве работы силосоуборочного комбайна нельзя судить по качеству работы отдельного рабочего органа, а качество работы отдельного органа не позволяет оценить работу всего технологического комплекса машин.

Принцип иерархичности. Производство сельскохозяйственной продукции сложная многоуровневая иерархичная система, представляющая собой на низшем уровне отдельные биологические, механические, химические и физические процессы. На втором уровне отдельные технологические операции как совокупность ряда процессов, обеспечивающих выполнение технологической операции.

Третий уровень состоит из совокупности отдельных взаимоувязанных операций, объединенных единой целью, представляющей технологическую систему. Следующий уровень – система ведения отрасли кормопроизводства, включающая в себя совокупность технологий, обеспечивающих заготовку всех видов кормов. Пятый уровень предусматривает систему ведения сельскохозяйственного производства на уровне хозяйства и включает в себя подсистемы (системы пятого уровня): систему ведения растениеводства, систему ведения животноводства, систему сельскохозяйственных машин, энергетических средств и технического сервиса, систему кадрового обеспечения, финансовую и экономическую подсистему.

На шестом уровне можно рассматривать взаимосвязь систем пятого уровня на отдельной территории.

Принцип взаимосвязи технологической системы и окружающей сре-

ды. Система формирует и проявляет свои свойства в процессе взаимодействия с окружающей средой, являясь активным компонентом. При этом ряд воздействий окружающей среды на технологическую систему носит вероятностный характер (температурные и влажностные воздействия, неоднородность почвы и др.).

Принцип междисциплинарности. В связи с принципиальной сложностью агротехнологий как системы для ее формирования и управления требуются знания биологов – растениеводов, микробиологов, почвоведов, механиков, энергетиков, экономистов, специалистов по информационным технологиям и системам управления.

Принцип динамичности заключается в том, что большинство элементов технологии как системы находятся в непрерывном изменении и развитии. Технологии как система и отдельные ее элементы должны иметь свойства адаптации к меняющимся условиям производства.

Принцип защиты окружающей среды и охраны здоровья человека. Данный принцип предполагает минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду. Экологический принцип должен иметь научно-обоснованные нормативы, которые предусматривают, что техногенная нагрузка на природу не должна быть необратимой. Природа должна иметь возможность самовосстанавливаться в короткий срок или же технология должна иметь инженерные или биологические элементы, обеспечивающие это восстановление.

Условия работы специалистов при выполнении технологических операций должны соответствовать требованиям охраны труда и обеспечивать высокую производительность работы.

Принцип экономии. Реализация технологий производства кормов должна обеспечить рентабельность производства с минимизацией удельных затрат средств энергии и труда, затраченных на единицу питательной ценности корма.

Основополагающие принципы лежат в основе методов разработки технологий производства кормов и их адаптации к природно-климатическим и экономическим условиям.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Математическое моделирование отдельных явлений процесса заготовки кормов из трав / Р.А. Шушков, Н.В. Веденский. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли. – 2021. – С. 132-136.
2. Гайдидей, С.В. Программа управления технологиями заготовки кормов из трав / С.В. Гайдидей. – Текст: непосредственный // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020667046, 21.12.2020. Заявка № 2020662324 от 19.10.2020.
3. Шушков, Р.А. Влияние погодных условий вологодской области на вало-

вой сбор кормовых культур / Р.А. Шушков, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы III научно-практической конференции с международным участием. – 2020. – С. 361-365.

4. Берденников, Е.А. Механическая обработка конструкционных материалов резанием / Е.А. Берденников. – Вологда-Молочное, 2016. – Текст: непосредственный.

5. Ивановская, В.Ю. Математика. Краткий курс и задания для индивидуального выполнения / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное. – 2021.

6. Ивановская, В.Ю. Оценка качества трудовой жизни населения сельских территорий Вологодской области в 2017 году / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 7 (108) – С. 1264-1268.

УДК 628.9

ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРА, СВЕТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПУЛЬСАЦИЙ СВЕТА ПРИ ДИММИРОВАНИИ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Девяткин Илья Спиридонович, студент-магистрант

Соколова Александра Спиро, аспирант

Филатов Дмитрий Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация: пандемия коронавируса изменила образ жизни людей во всем мире. Люди стали больше времени проводить дома, работая дистанционно. В течение дня важна высокая продуктивность в работе и внимание. В зависимости от типа работ в течение дня необходимый уровень освещенности белого света колеблется. Вечером людям необходимо спокойствие и расслабленность. Поэтому, искусственные системы освещения стали играть более важную роль. В настоящее время все большую популярность обретают светодиоды. В статье приведены результаты исследования спектра, световой эффективности и пульсаций света диммируемых светодиодных ламп с постоянным и изменяющимся спектром. Определены преимущества и недостатки. Обозначены перспективы сегодня и ближайшие годы.

Ключевые слова: светодиоды, диммирование, спектр, световая эффективность, коэффициент пульсации

Введение. Начавшаяся в 2020 году пандемия коронавируса изменила образ жизни людей во всем мире. Люди стали больше времени проводить дома, работая дистанционно. Часть людей перешли на удаленную работу

дома на постоянной основе. В сложившихся условиях искусственные системы освещения стали играть более важную роль, особенно в регионах с недостатком дневного естественного света. В одном пространстве люди в течение суток испытывают разные потребности. В течение дня для людей важна высокая продуктивность в работе и внимание. Вечером людям необходимо спокойствие и расслабленность. При отдыхе люди часто используют слабый приглушенный свет.

В настоящее время все большую популярность обретают светодиоды. В России по итогам 2020 года в натуральном выражении (штуки) было импортировано 61,5% светодиодов, экспортировано 22% светодиодов [4]. Светодиодные осветительные приборы обладают высокой светоотдачей, низкой температурой нагрева и относительно стабильны при изменении питающего напряжения [1,2]. Диммируемые светодиоды могут быть совместимы с регуляторами, используемыми для ламп накаливания. Лампы накаливания имеют приближенную к солнечному свету цветопередачу (индекс цветопередачи $Ra \sim 100$). Индекс цветопередачи светодиодных ламп зависит от метода получения белого света [14,15]. Первый метод заключается в нанесении люминофора на коротковолновый светодиод. Данный светодиод называется люминофорно-конвертированным белым светодиодом или PCW. Второй метод заключается в получении смешанного света от нескольких светодиодов, излучающих различные узкие полосы излучения. Как правило, используют три цвета: красный, зеленый, голубой (R,G,B). Индекс цветопередачи промышленных светодиодных ламп составляет 80-90. Преимущество использования RGB-источника заключается в возможности регулировки соотношения красного, зеленого и синего компонента для создания любого оттенка белого цвета. Однако поддержание цветового баланса является сложной задачей, поскольку спектры излучения каждого отдельного компонента по-разному реагируют на изменение температуры и тока. К изменению амплитуды, положения пика и формы спектра приводит нагрев в районе спайки светодиодов [8,17-18], независимо от того, как тепло подводится к спаям. Красные, зеленые и синие светодиоды имеют разную чувствительность к нагреву. При нагревании больше всего изменяется светоотдача синих светодиодов, за ними зеленых, а меньше всего красных [13].

Для диммирования бытовых светодиодов может применяться один из следующих методов: непрерывное уменьшение тока (CCR-диммирование) или широтно-импульсная модуляция (PWM-диммирование). Непрерывное уменьшение тока является более простым способом диммирования светодиодов. Однако, диммирование ниже 10% затруднено. Для большинства готовых коммерческих световых приборов минимальная граница снижения мощности составляет 25%. Этот недостаток отсутствует в системах ШИМ-регулирования. Этот метод диммирования использует простое включение-выключение для создания эффекта пе-

ременного напряжения путем управления средним током светодиода, что позволяет увеличить диапазон диммирования за счет достижения более низких уровней тока и линейного управления интенсивностью света вплоть до нуля процентов. Исследования [6,7,9] показывают, что при обоих способах диммирования происходит изменение длины волны светодиодов. Однако в проведенных исследованиях не дана количественная оценка изменения составляющих спектра в составе белого света при диммировании. Интересным представляется технология диммируемых светодиодов с принудительно изменяющимся спектром излучения [11,21-22]. Сложность реализации таких ламп заключается в сохранении высокого индекса цветопередачи и высокой светоотдачи. Такие источники света стали появляться в свободной продаже, их исследование представляет интерес. Данное исследование направлено на изучение изменения спектра, световой эффективности и пульсаций света разных светодиодных ламп в процессе диммирования.

Материалы и методы. В качестве объекта изучения использовались диммируемые светодиодные лампы с PCW теплого и холодного белого света, светодиодная лампа с RGBW (таблица 1). Светодиодная лампа с RGBW имеет возможность принудительно изменять спектр излучения. Светодиодные лампы сравнивались с лампой накаливания, которая близка к солнечному свету. Регулировка мощности светодиодов PCW и лампы накаливания осуществлялась диммером ВСР-10-1-0 (IEK, Россия), регулировка света светодиодов RGBW осуществлялась персональным Wi-Fi пультом. Диапазон диммирования 20-100%.

Измерения спектра излучения проводились спектрофотометром ТКА-Спектр (ТКА, Россия). Измерения коэффициента пульсации проводились пульсметром-люксметром ТКА-ПКМ 08 (ТКА, Россия). Расстояние от лампы до датчиков составляло 25 см. Потребляемая мощность контролировалась анализатором качества электроэнергии марки AR-6 (Circutor, Испания) и лабораторным амперметром.

Таблица 1 – Характеристики диммируемых ламп (данные производителя)

№	Лампа	Производитель	Световой поток, лм	Цветовая температура, К	Индекс цветопередачи	Мощность, Вт
1	Incandescent	Light sources	1235	2500	98	100
2	LED energy saving lamp	Gauss	820	2700	90	10
3	LED PLED DIM A60	Jazzway	1060	3000	80	12
4	LED STAR+ RGBW remote classic A60 dimmable	Osram	806	2000-6500	80	9

Результаты и обсуждение. Результаты измерений спектра излучения при диммировании ламп показаны в таблице 2. При 100% потребляемой мощности светодиодные лампы имеют больше голубого (8-12%), зеленого (41-45%) и красного света (40-48%) по сравнению с лампами накаливания (4,4%, 16,6% и 34,4 соответственно). В тоже время дальнего красного света светодиодные лампы имеют меньше (3,7-4,8%), чем лампы накаливания (44,5%).

Таблица 2 – Изменения спектра излучения ламп при диммировании (голубой - В, зеленый - G, красный - R, дальний красный – FR) в составе белого света (W)

№	Р, относительные единицы	Ее, Вт·м ⁻²				
		W	B	G	R	FR
1	1	22,33	0,99	3,72	7,68	9,94
	0,75	13,22	0,46	2,01	4,52	6,23
	0,5	6,28	0,15	0,83	2,11	3,19
	0,25	3,31	0,05	0,39	1,09	1,78
2	1	7,12	0,63	2,91	3,26	0,32
	0,75	6,26	0,54	2,54	2,91	0,27
	0,5	4,81	0,42	1,94	2,23	0,22
	0,25	2,7	0,22	1,09	1,27	0,12
3	1	12,32	1,5	5,46	4,9	0,46
	0,75	10,24	1,25	4,55	4,05	0,39
	0,5	6,9	0,81	3,08	2,76	0,25
	0,25	3,5	0,39	1,57	1,42	0,12
4	1	8,36	0,67	3,45	3,84	0,4
	0,6	5,24	0,42	2,19	2,38	0,25
	0,4	3,56	0,28	1,46	1,65	0,17
	0,2	1,88	0,15	0,77	0,87	0,09

При снижении мощности ламп накаливания увеличивается доля дальнего красного спектра в составе общего света (рис. 1а). Увеличение дальнего красного света составляет 3% на каждые 25% снижения входной мощности. Увеличение дальнего красного спектра сопровождается уменьшением голубого, зеленого и красного спектров. Для светодиодных ламп величина дальнего красного света не изменяется. Для светодиодных ламп в процессе диммирования характерно снижение синего или зеленого спектра и увеличение красного спектра (рис. 1б,в,г). Можно говорить, что эти изменения симметричны. При снижении до 25% номинальной мощности увеличение красного спектра в общем баланса белого света не превышает 1%. Можно говорить о том, что изменения длины волны светодиодов не влияют статистически значимо на изменение баланса цветов белых светодиодов.

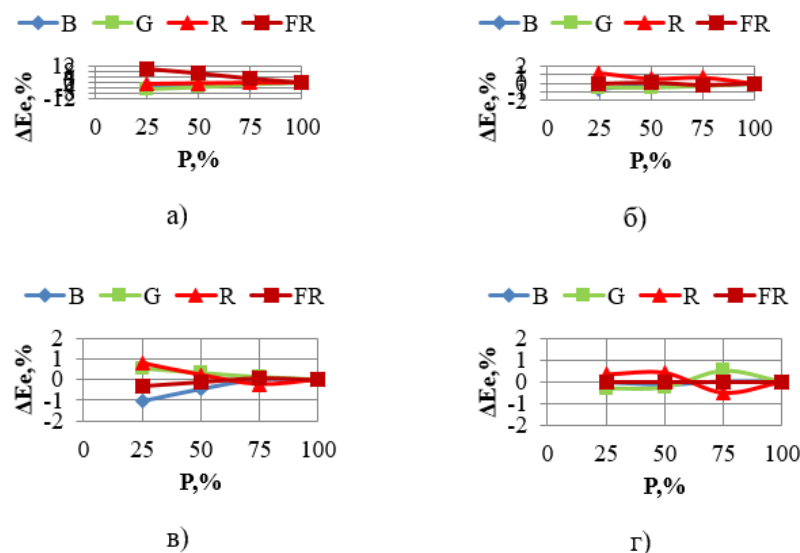


Рис. 1. Относительное изменение спектра в составе белого света при диммировании лампы накаливания (а), светодиодной лампы №2 (б), светодиодной лампы №3 (в), светодиодной лампы №4 (г)

Известно, что спектр света влияет на циркадные ритмы жизни человека. Для продуктивной работы и хорошего внимания нужен холодный белый свет. Для отдыха и спокойствия лучше использовать свет, лишенный голубого спектра излучения [12]. Дополнительно проведено исследование светодиодной лампы с изменяющимся спектром в ночном режиме (без голубого света). В отличие от белого света в данном режиме изменение спектра более значительно (рис 2). При снижении до 25% номинальной мощности наблюдается смещение в сторону красной области при снижении зеленого спектра. Доля красного спектра увеличилась с 76 до 80%. Красный свет вызывает реакции циркадных ритмов человека аналогичные темноте [10], поэтому его увеличение не вызывает беспокойство.

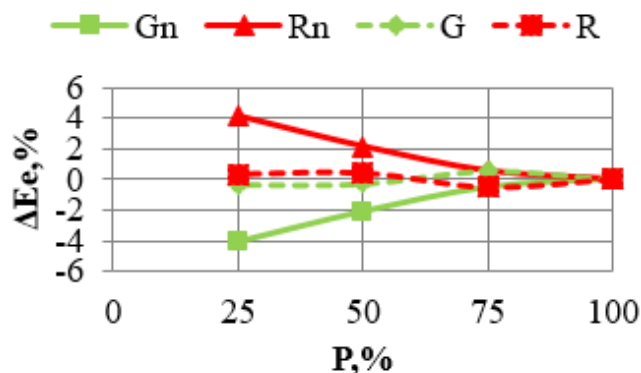


Рис. 2. Относительное изменение спектра в составе света при диммировании светодиодной лампы №4: R, G – красный и зеленый спектр при белом (дневном) режиме; Rn, Gn – красный и зеленый спектр при ночном режиме

На рис. 3 показано относительное изменение световой эффективности ламп при диммировании. Для ламп накаливания (№1 рис.3) при дим-

мировании наблюдается уменьшение эффективности. Скорость снижения освещенности всегда больше скорости снижения входной мощности ламп накаливания. Снижение эффективности связано со смещением спектра в инфракрасную область. Таким образом, входная мощность больше тратится на тепло, чем на свет. Для светодиодных ламп без изменяющегося спектра (№2 и №3 рис.3) при диммировании наблюдается увеличение эффективности. Скорость снижения освещенности меньше скорости снижения входной мощности светодиодов. Это связано с повышением эффективности голубого светодиода при снижении входного тока.

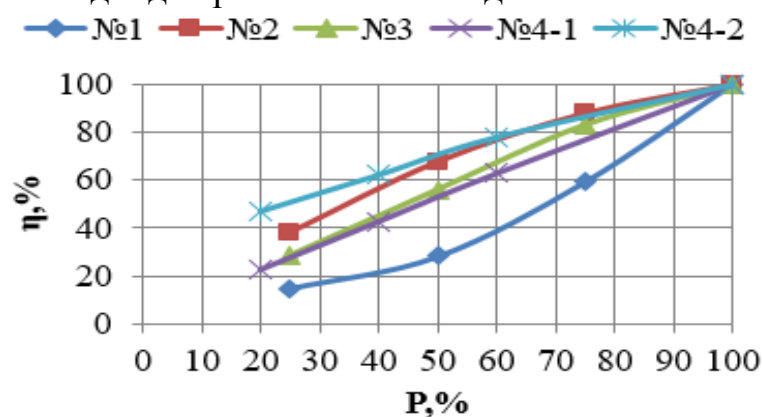


Рис. 3. Относительное изменение световой эффективности при диммировании лампы накаливания (№1), светодиодной лампы 2700 К (№2), светодиодной лампы 3000 К (№3), светодиодной лампы 2000-6500 К дневной режим (№4-1), светодиодной лампы 2000-6500 К ночной режим (4-2)

Для светодиодной лампы с изменяющимся спектром изменение эффективности зависит от режима работы. При дневном белом свете (№4-1 рис.3) скорость снижения освещенности сопоставима со скоростью снижения входной мощности светодиодов (отклонение 2,5-2,7%). В системах со смешанными цветами это обусловлено использованием электронного управления с обратной связью [16]. В данном режиме работы эффективность светодиодов меньше, чем светодиодов с постоянным спектром белого света. При ночном режиме (№4-2 рис. 3) скорость снижения освещенности меньше скорости снижения входной мощности светодиодов, а эффективность сопоставима со светодиодными лампами без изменения спектра излучения. Это связано с повышением эффективности зеленого светодиода при снижении входного тока. В зависимости от типа работ в течение дня необходимый уровень освещенности белого света колеблется от 30 до 500 лк [19]. Рабочий день длится 8 часов. Поэтому, сегодня более предпочтительными по световой эффективности для дневного освещения являются диммируемые светодиодные лампы без принудительного изменения спектра.

Важным показателем систем освещения, влияющим на здоровье человека, является мерцание источников света [5]. В России нормируемым является коэффициент пульсации света. На рис.4 показано изменение ко-

эффекта пульсации ламп при диммировании. При 100% мощности наименьший коэффициент пульсации (0,1%) имеет светодиодная лампа с изменяющимся спектром в режиме дневного света (№4-1 рис. 4). Та же лампа имеет наибольший коэффициент пульсации (100%) в режиме ночного света (№4-2 рис. 4) и при снижении входной мощности. В данной лампе используется ШИМ-регулирование. Для предотвращения эффекта мерцания используется высокая частота модуляции. Частота модуляции при ШИМ-регулировании может достигать до 20 кГц [20]. Светодиодные лампы со стабильным спектром (№2 и №3 рис. 4) имеют коэффициенты пульсации 28,7% и 21,8% соответственно. При снижении входной мощности до 25% коэффициент пульсации светодиодной лампы №2 уменьшается до 8,5%, светодиодной лампы №3 увеличивает до 29,4%. Пульсация освещенности свыше 300 Гц не оказывает влияние на общую и зрительную работоспособность человека [3]. Поэтому, более предпочтительными по пульсации света являются светодиодные лампы с ШИМ.

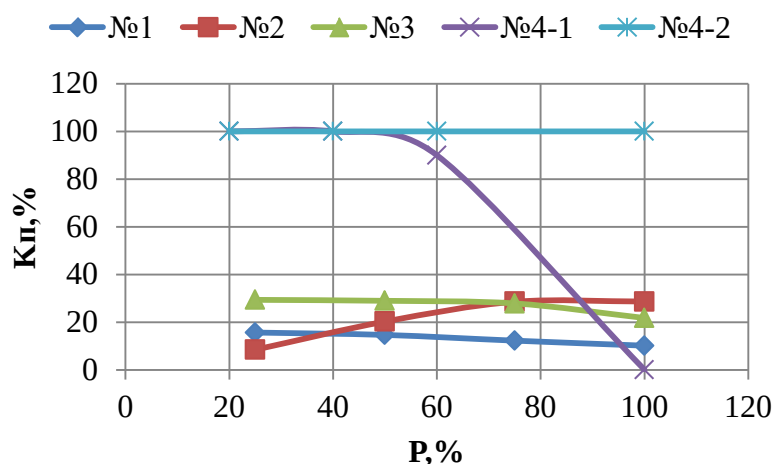


Рис. 4. Изменение коэффициента пульсации при диммировании лампы накаливания (№1), светодиодной лампы 2700 К (№2), светодиодной лампы 3000 К (№3), светодиодной лампы 2000-6500 К дневной режим (№4-1), светодиодной лампы 2000-6500 К ночной режим (№4-2)

Заключение. Состав спектра белого света различных типов светодиодных ламп можно считать стабильным (нет статистически значимых изменений) в процессе диммирования. При этом световая эффективность на всех уровнях диммирования выше у светодиодных ламп с постоянным спектром, чем светодиодных ламп с изменяющимся спектром. При номинальном режиме (100% входной мощности) световая эффективность сопоставима. В то же время пульсация освещенности светодиодных ламп с изменяющимся спектром не оказывает влияние на общую и зрительную работоспособность человека, поскольку в них используется ШИМ-регулирование с высокой частотой модуляции. Сегодня с позиции энергоэффективности и экономической выгоды целесообразно в качестве источников дневного света использовать диммируемые светодиодные лампы

с PCW. Лампы со светодиодами RGBW с изменяющимся спектром лучше использовать в помещениях для отдыха. При большой перспективе светодиодных ламп с изменяющимся спектром излучения их применение ближайшие годы будет ограничено высокой стоимостью (в 5 раз дороже диммируемых светодиодных ламп с постоянным спектром и в 20 раз дороже ламп накаливания).

Список литературы

1. Экспериментальные исследования температуры нагрева тепличных облучательных установок / Н.П. Кондратьева, Д.А. Филатов, П.В. Терентьев, Б.Г. Зиганшин. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 1(57). – С.76-80.
2. Кондратьева, Н.П. О зависимости уровня гармоник тока тепличных облучателей от уровня питающего напряжения / Н.П. Кондратьева, Д.А. Филатов, П.В. Терентьев. – Текст: непосредственный // Светотехника. – 2019. – № 5. – С. 20-22.
3. СТО.69159079-05-2020. Стандарт ассоциации. Приборы осветительные светодиодные. Требования к комфортной световой среде. – Москва. – Россия. – 2020. – Текст : непосредственный.
4. Шашкова, О. Лампы накаливания, газоразрядные и светодиодные / О. Шашкова – Текст: непосредственный // Внешняя торговля Российской Федерации по итогам 2020 года. Электротехнический рынок. – 2021. – №3 – (99).
5. Wilkins, A. Veitch J. and Lehman B. "LED lighting flicker and potential health concerns: IEEE standard PAR1789 update," in 2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 2010, pp. 171-178.
6. Beczkowski, S., & Munk-Nielsen, S. (2010). Led spectral and power characteristics under hybrid PWM/AM dimming strategy. 2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition.
7. Dyble, M., Narendran, N., Bierman, A., & Klein, T. (2005). Impact of dimming white LEDs: chromaticity shifts due to different dimming methods. Fifth International Conference on Solid State Lighting.
8. Kish, F.A. and Fletcher R.M. "AlGaInP light-emitting diodes," in High Brightness Light Emitting Diodes, G.B. Stringfellow, and M.G. Craford, eds., Academic Press, Chestnut Hill, MA, p. 149-226, 1997.
9. Gu, Y., Narendran, N., Dong, T., & Wu, H. (2006). Spectral and luminous efficacy change of high-power LEDs under different dimming methods. Sixth International Conference on Solid State Lighting.
10. Hanifin, J. P., Stewart, K. T., Smith, P., Tanner, R., Rollag, M., & Brainard, G. C. (2006). High-intensity red light suppresses melatonin. Chronobiology International, 23(1-2), 251-268.
11. Lin, D., Zhong, P., & He, G. (2017). Color Temperature Tunable White LED Cluster With Color Rendering Index Above 98. IEEE Photonics Technology

gy Letters, 29(12), 1050–1053. doi:10.1109/lpt.2017.2702709.

12. Nagare, R., Rea, M. S., Plitnick, B., & Figueiro, M. G. (2019). Effect of White Light Devoid of “Cyan” Spectrum Radiation on Nighttime Melatonin Suppression Over a 1-h Exposure Duration. *Journal of Biological Rhythms*.
13. Narendran, N. Maliyagoda, N. Deng. L. and Pysar R., "Characterizing LEDs for general illumination applications: Mixed-color and phosphor-based white sources," *SPIE Proceedings* 4445, p. 137-147, 2001.
14. Mueller-Mach R. and Mueller G.O., "White light emitting diodes for illumination," // *SPIE Proc.* 3938, p. 30-41, 2000.
15. Mueller-Mach R., Mueller G.O., Krames M.R. and Trottier T. "High-power phosphor-converted lightemitting diodes based on III-nitrides," *IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics* 8(2), p. 339-345, 2002
16. Muthu S., Schuurmans F., and Pashley M., "Red, green, and blue LEDs for white light illumination," *IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics* 8(2), p. 333-338, 2002.
17. Nakamura S., Mukai T. and Senoh M., "Candela-class high-brightness InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes," *Appl. Phys. Lett.* 64(13), p. 1687-1689, 1994.
18. Tamura T., Setomoto T. and Taguchi T., "Illumination characteristics of lighting array using 10 candela-class white LED under AC 100V operation," *J. Luminescence* 87-89, p. 1180-1182, 2000.
19. Wang, T., Yang, F., Song, J., & Han, Z. (2020). Dimming Techniques of Visible Light Communications for Human-Centric Illumination Networks: State-of-the-Art, Challenges, and Trends. *IEEE Wireless Communications*, 27(4), 88–95. doi:10.1109/mwc.001.1900388/
20. Wang, Y., Wu, X., Hou, Y., Cheng, P., Liang, Y., & Li, L. (2020). Full-Range LED Dimming Driver With Ultrahigh Frequency PWM Shunt Dimming Control. *IEEE Access*, 8, 79695-79707.
21. Yan, Y. H., Guan, Y., & Tang, G. L. (2012). Experimental Research of Visual Performance with Different Optical Spectrum Light Sources. *Advanced Materials Research*, 433-440, 6375-6383.
22. Zhang, M., Chen, Y., & He, G. (2014). Color Temperature Tunable White-Light LED Cluster with Extrahigh Color Rendering Index. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-6.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С ДВС 2Ч8,5Х11 ПРИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ В ГАЗОДИЗЕЛЬНОМ ЦИКЛЕ**

*Залесов Алексей Сергеевич, студент-магистрант
Палицын Андрей Владимирович, науч. рук., к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: основной целью данной статьи является исследование эксплуатационных характеристик энергетической установки двс 2ч8,5х11. Представленная тема статьи имеет высокую актуальность, ввиду того, что дизельные двигатели имеют наиболее широкий спектр своего использования и нуждаются в своей модернизации. Преимущественно модернизация данных двигателей направлена на снижение расхода топлива и токсичности отработанных газов, а также улучшение тяговых качеств. Одной из подзадач решения данного вопроса является исследование эксплуатационных характеристик. Автором применяются теоретические и эмпирические методы исследования, а также используются научные материалы отечественного авторства. Научная новизна и значимость работы заключаются в систематизации полученных знаний и авторского эксперимента, результаты которых могут использоваться при практической деятельности на энергетических объектах.

Ключевые слова: эксплуатационные характеристики, энергетическая установка, эксплуатация, двигатель, рабочий процесс

Актуальность темы доказывает тенденция перевода большинства энергетических установки с ДВС 2Ч 8,5х11 на эксплуатацию в газодизельном цикле и заключается в том, что за последние десятилетия дизельные двигатели имеют самый широкий спектр применения. Из всех существующих двигателей наблюдается рост спроса, и, соответственно, ускоренное развитие дизельных двигателей, их высокая удельная мощность, повышенная надежность и долговечность, увеличиваются интервалы технического обслуживания, уменьшается токсичность отработанных газов, работа над усовершенствованием дизелей диктуется, прежде всего, более жесткими требованиями по токсичности отработавших газов, а также необходимостью снижения расхода топлива, улучшения тяговых качеств.

Особенность проблемы заключается в повышении энергетической эффективности, топливной экономичности и экологической безопасности в соответствии с экологическими нормами.

Исследование эксплуатационных характеристик энергетической установки с ДВС 2Ч 8,5х11 проводилось в два этапа. На первом этапе осуществлялось исследование нагрузочной характеристики в дизельном цик-

ле, на втором этапе в газодизельном цикле.

Эксплуатационные испытания проводились с целью определения мощностных, экологических показателей при работе ДВС на двух видах топлива, дизельное топливо, и смесь дизельного топлива с природным газом. Испытания состояли из серии экспериментов. Серия состояла из 5 опытов по 3 минуты каждый, в каждой серии производилось ступенчатое увеличение электрической нагрузки от 0 Вт до 7500 Вт с шагом изменения нагрузки для одной фазы 500 Вт. Загрузка ДВС энергетической установки осуществлялась посредством электрогенератора и резистивного нагрузочного элемента (калорифера), который, имеет ступенчатую регулировку мощности.

При проведении исследований применялось дизельное топливо по ГОСТ 305-82 для быстроходных дизельных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники, получаемое из продуктов переработки нефти и метан ГОСТ Р 56021-2014 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок».

Объект испытаний: в соответствии с данной методикой, испытаниям подвергался двигатель внутреннего сгорания 2Ч 8,5/11 с изменённой системой питания.

Цель испытаний: получить эксплуатационные характеристики на дизельном и газодизельном цикле при различных нагрузках для дальнейшего анализа.

Объём испытаний определялся из условия проведения серии повторяющихся не менее трёх раз испытаний продолжительностью 3 минуты каждое, при получении несогласующихся данных серии экспериментов проводились снова, предварительно проведя анализ ошибок и исключив их в дальнейшем, все показания заносились в лабораторный журнал и фиксировались в электронном виде на компьютере.

Условия и порядок проведения испытаний. Все испытания проводились в помещении в соответствии с ГОСТ 10448-2014 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний»: 1. Температура в помещении воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$; 2. Относительная влажность воздуха не более 80% при температуре 25°C ; 3. Атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (630 – 800 мм рт. ст.) [6].

Перед началом экспериментов прогреваем ДВС до рабочей температуры охлаждающей жидкости. Включаем оптический тахометр. Включаем на прогрев многокомпонентный газоанализатор. Включаем питание контрольно-измерительных приборов и ПК.

Прогретый ДВС переводим в режим холостого хода (без нагрузки на электрогенератор). Частота вращения коленчатого вала ДВС во всех экспериментах поддерживается регулятором ТНВД в пределах $1500 \pm \Delta \text{ мин}^{-1}$.

Через некоторое время, достаточное для стабилизации теплового состояния и скоростного режима двигателя, после корректировки частоты

вращения производят замеры: расход топлива ДВС G_t ; времени t расхода заданной массы топлива ΔG_T ; частоты вращения коленчатого вала двигателя; температур воздуха, отработавших газов, охлаждающей жидкости и масла; содержание отдельных компонентов отработавших газов (CO CO_2 O_2 C_mH_m NO_x);[5]

– Коэффициент избытка воздуха α .

Далее переходят к следующему режиму, изменяя количество задействованных резистивных элементов нагрузки в одной фазе и регулируя ток возбуждения, задаем нагрузку на одной фазе электрогенератора 500 Вт.

После стабилизации теплового состояния и скоростного режима производят необходимые замеры. Так, последовательно увеличивая нагрузку на ДВС энергетической установки и сохраняя постоянным заданную частоту вращения двигателя, получают 5...8 точек характеристики..

С использованием экспериментальных данных, для каждого опыта производим расчеты:

Часовой расход топлива определим по формуле (1):

$$G_T = 3,6 \frac{\Delta G_T}{t} \quad (1)$$

где G_T – расход топлива за опыт, г;

t – продолжительность опыта, с.

Удельный расход топлива для производства суммарной электрической мощности электрогенератора определим по формуле (2):

$$g_e = \frac{G_T * 1000}{W} \quad (2)$$

Действительный расход воздуха ДВС определим по формуле (3):

$$G_B = \frac{3600}{\tau} * \gamma_B \quad (3)$$

где τ – время расхода 1 м³ воздуха ДВС, с;

γ_B – плотность входящего воздуха, кг/м³.

Плотность входящего в расходомер воздуха при проведении эксперимента рассчитывается по формуле (4):

$$\gamma_B = 1,293 * \frac{P_a}{101,32472} * \frac{273}{273 + t_0}, \quad (4)$$

где P_a – давление окружающей среды, кПа;

t_0 – температура окружающей среды, °С.

В результате измерения каких-либо величин наблюдаются погрешности измерения, в связи с чем полученные значения всегда имеют неточ-

ности, которые зависят от многих факторов: измерительных приборов, условий и т.д.

По результатам проведённых опытов определялась суммарная погрешность, при этом считалось, что возникают только систематические ошибки. Все приборы имели поверку в сертифицированной лаборатории сертификации и метрологии в г. Вологда, и все опыты повторялись при одинаковых условиях, что исключило случайные погрешности.

Все расчёты и оформление проводились с помощью пакета программного обеспечения MS Office (Word2010, Excel 2010), а также специализированными программами для статистического расчёта Statistic 6.0, 8.0. измерение индикаторного давления производилось с помощью программного комплекса DiaMag 2 [2].

В результате проведённых исследований эксплуатационных характеристик в соответствии с методикой (глава 3), энергетической установки ДВС 2Ч 8,5х11, при работе на установившихся режимах работы двигателя были получены следующие экспериментальные данные (рис. 1 и 2).

№ опыта	n - КВ ДВС, мин -1	W - электрическая нагрузка, кВт	CO - содержание в отработавших газах, %	CO2 - содержание в отработавших газах, %	O2 - содержание в отработавших газах, %	Сm Hn - содержание в отработавших газах	NOx - содержание в отработавших газах	t - время опыта, с	Gt - расход дизельного топлива ДВС, кг/ч	g - удельный расход дизельного топлива ДВС, г/кВт × ч;	Gв - расход воздуха ДВС, кг/ч	α - коэффициент избытка воздуха	Tв - температура воздуха в помещении, °С	Tот - температура отработавших газов, °С	Tвк - температура воздуха во впускном коллекторе, °С	Tм - температура масла ДВС, °С	Tож - температура охлаждающей жидкости ДВС, °С
1	1538,3	0	0,09	3,17	16,5	36	190	180	0,72	-	63,87	6,14	17	150	25	46	65
2	1520,3	1,31	0,08	4,12	15,1	39	372	180	0,96	732,82	63,51	4,58	17	178	25	47	63
3	1507,4	2,65	0,09	5,21	13,6	40	572	180	1,23	464,15	62,7	2,9	17	224	25	49	64
4	1503,4	3,95	0,07	6,32	12	36	808	180	1,5	379,4	62,8	2,37	17	278	26	51	69
5	1501	5,1	0,08	7,61	10,3	38	931	180	1,8	352,94	61,74	1,92	17	336	27	54	73
6	1496,6	6,4	0,08	8,12	9,51	39	1072	180	2,1	328,125	61,29	1,53	17	412	28	47	78
7	1485,6	7,63	0,09	11,31	5,17	37	681	180	2,53	331,58	60,4	1,313	17	528	32	58	84

Рис. 1. Исследование нагрузочной характеристики ДВС 4Ч 8,5х11 энергетической установки при эксплуатации по газодизельному циклу

№ опыта	n - КВ ДВС, мин -1	W - электрическая нагрузка, кВт	CO - содержание в отработавших газах, %	CO2 - содержание в отработавших газах, %	O2 - содержание в отработавших газах, %	Сm Hn - содержание в отработавших газах	NOx - содержание в отработавших газах	t - время опыта, с	Gt - расход дизельного топлива ДВС, кг/ч	g - Удельный расход дизельного топлива ДВС, г/кВт × ч;	Gт - расход газообразного топлива ДВС, кг/ч	g - Удельный расход газообразного топлива ДВС, г/кВт	Gв - расход воздуха ДВС, кг/ч	α - коэффициент избытка воздуха	Tв - температура воздуха в помещении, °С	Tот - температура отработавших газов, °С	Tвк - температура воздуха во впускном коллекторе, °С	Tм - температура масла ДВС, °С	Tож - температура охлаждающей жидкости ДВС, °С
1	1501,4	0	0,17	3,2	16,1	729	66	180	0,6	-	0,34	-	62,45	10,05	16	140	25	50	65
2	1502,9	1,3	0,33	4,02	14,5	914	139	180	0,56	430,7	0,67	515,38	62,59	5,16	16	174	24	52	64
3	1501,4	2,63	0,37	5,1	12,9	705	349	180	0,56	212,92	0,9	342,2	61,74	3,79	16	246	24	53	68
4	1501,1	3,92	0,49	6,52	11	584	1016	180	0,51	130,1	1,2	306,12	61,29	2,56	16	260	26	54	75
5	1499,9	5,09	0,33	10,86	5,2	349	1492	180	0,6	117,87	1,66	326,13	58,39	1,29	16	375	28	58	90

Рис. 2. Исследование нагрузочной характеристики ДВС 4Ч 8,5х11 энергетической установки при эксплуатации по дизельному циклу

Анализируя экспериментальные зависимости показателей двигателя и его рабочего процесса, можно сделать вывод, что при работе по газодизельному циклу с соблюдением дозы запального топлива не более 20% эффективная мощность двигателя снижается по сравнению с работой по дизельному циклу. Это объясняется более низкой теплотворной способностью газодизельной смеси по сравнению с дизельным топливом.

В соответствии с принятыми требованиями по экологичности ДВС максимальная мощность газодизельного двигателя должна быть ограничена допустимыми концентрациями CO, CnHm и NOx, которые составляют соответственно 0,5%, 800 ppm и 1400 ppm.

Основные выводы по статье:

- для минимизации снижения эффективных показателей в газодизельном цикле двигателя, необходимо динамическое изменение угла опережения подачи запального дизельного топлива в зависимости от нагрузки на электрогенератор;

- для компенсации потери мощности ДВС рекомендуется форсирование двигателя наддувом;

- анализируя экспериментальные данные, видим, что происходит снижение эксплуатационных показателей двигателя, вызванными меньшей теплотворной способностью газового топлива, но это компенсируется дешевой газовой топливом, как следствие производимого кВт*часа электрической энергии и снижение эмиссии вредных веществ.

Практическая ценность заключается в том, что показатели двигателей в значительной степени зависят от основных эксплуатационных режимов. В их число следует включить режимы пуска под нагрузкой, сбросе и повышении нагрузки дизельного и газодизельного двигателей энергетической установки, холостого хода, а также и переходные режимы. Результаты исследований могут найти применение для повышения технико-экономических показателей, как эксплуатируемых, так и вновь разрабатываемых дизельных двигателей [3].

Оптимизация рабочих процессов и перевод двигателя на газодизельное топливо, позволяет снизить потери мощности двигателя на 5-7% при работе с неустановившейся нагрузкой. Существенная экономия достигается при переходе на газодизельное топливо. Значительно повышается его ресурс и надёжность устойчивой работы, при незначительных затратах на модернизацию эксплуатируемого двигателя, эффективность перевода большинства энергетических установки с ДВС 2Ч 8,5х11 на эксплуатацию в газодизельном цикле достигает 40-55% [2].

Список литературы

1. Анализ теоретических циклов поршневых двигателей. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-teoreticheskikh-tsiklov-porshnevyh-dvigatelay/viewer>

- Барченко Ф.Б. Моделирование рабочего цикла дизеля и теплового состояния деталей камеры сгорания // Известия вузов. Машиностроение. 2011. – 2. Текст: электронный – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rabochego-tsikla-dizelya-i-teplo-vogo-sostoyaniya-detaley-kamery-sgoraniya/viewer>
3. Апкаров, И.А. Газодизельный цикл как основа моторной энергетики малого и среднего производственного предпринимательства в сельском хозяйстве и рыболовстве / И.А. Апкаров, А.Ф. Дорохов, А.А. Музаев. – Текст: непосредственный // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2010. – С. 5.
4. Батурин, О.В. История изобретения и развития агрегатов наддува двигателей внутреннего сгорания / О.В. Батурин, Н.В. Батурин, В.Н. Матвеев. – Текст: непосредственный // Вестник СГАУ. – 2009. – С. 10.
5. Таманджа, И. Результаты испытаний на токсичность отработавших газов судовых дизелей 1ч 17,5/24 и 4ч 8,5/11 по нагрузочной характеристике при работе на дизельном и биодизельном топливе / И.Таманджа, Н.Н. Шуйтасов. – Текст: электронный // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2011.
6. Мерзлов, А. Создание собственных источников энергоснабжения на базе газотурбинных и газопоршневых двигателей / А. Мерзлов. – Текст: непосредственный // Рудник будущего. – 2011. – С. 133-135.

УДК 631.3.024/.028

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
С РАЗРУШАЮЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ В
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ**

*Кальчевский Никита Андреевич, студент-бакалавр
Рожановский Олег Иванович, студент-бакалавр
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
УО БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассмотрен принцип действия срезных и фрикционно-срезных соединений деталей сельскохозяйственной техники с примерами применения, приведены примеры прочностных расчетов срезных болтовых соединений в Mathcad.*

***Ключевые слова:** предохранительный механизм, механическая система защиты от камней, срезные болты, предохранительные муфты*

Эксплуатация сельскохозяйственной техники значительно осложнена возникающими динамическими нагрузками, изменяющими величину или направление за короткий промежуток времени. Силы инерции при ди-

намических нагрузках значительны. При расчетах на прочность и жесткость элементов конструкций и деталей машин их необходимо учитывать.

Особенностями процессов обработки почвы в растениеводстве агропромышленного комплекса Республики Беларусь являются мелкоконтурность и неровность (холмистость) земельных участков, присутствие на поверхности и в пахотном горизонте большого количества мелких и крупных валунных камней. Перечисленные особенности предъявляют повышенные требования к качеству выполнения технологического процесса обработки почвы и надежности сельскохозяйственной техники.

Наезд корпуса плуга на препятствие в виде камня является одним из примеров динамической ударной нагрузки в процессе почвообработки. Классическим видом применяемых в почвообработке предохранительных устройств являются срезные соединения деталей с разрушающимися элементами в виде срезных болтов. Принцип действия такого механизма защиты от камней состоит в том, что при резком увеличении нагрузки на стойку корпуса болт срезается в определенном месте, и корпус плуга отклоняется и уходит от препятствия вверх. Высокое усилие срабатывания срезных болтов позволяет эксплуатацию на тяжелых и твердых почвах.

Механическая система защиты от камней с предохранительным механизмом в виде срезного болта используется в навесном полнооборотном плуге Saugos компании Amazone, представленном на рисунке 1[1].



Рис. 1. Навесной полнооборотный плуг Saugos

Расположение предохранительного механизма системы защиты от камней над стойкой плуга показано на рисунке 2.



Рис.2. Расположение системы защиты от камней

Срез детали происходит под действием касательных напряжений τ , действующих по расположенным под углом 45° к плоскости поперечного сечения площадкам сдвига. При этом возникает двухосное плоское напряженное состояние материала детали, и площадь поверхности среза примерно в 1,5 раза превышает площадь поперечного сечения. Кроме расчетов на срез для срезных болтов производятся прочностные расчеты на растяжение и смятие.

В многоболтовых соединениях при действии продольной силы, проходящей через центр тяжести соединения, распределение этой силы между всеми болтами неравномерно. Вследствие текучести материала в пластической стадии усилия в болтах выравниваются, и расчет каждого болта производится на одинаковое усилие. Неравномерная работа отдельных болтов нормальной точности учитывается снижением расчетных сопротивлений материала болтов.

Примеры прочностных расчетов срезных болтовых соединений в Mathcad показаны на рисунках 3 и 4 [2]. Расчеты производятся с учетом класса точности, предела текучести материала и коэффициента условий работы соединения. R_{bp} , R_{bs} , R_{bt} – расчетные сопротивления (нормальные напряжения) смятию, срезу и растяжению соответственно.

Mathcad - [расчет болтов]

Файл Правка Вид Добавить Формат Инструменты Символика Окно Справка

Рассчетные сопротивления одноболтовых соединений

Напряженное состояние	Условное обозначение	срез и растяжению болтов классов			смятию соединяемых элементов из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см ²)
		4.6; 5.6; 6.6	4.8; 5.8	8.8; 10.9	
Срез	R_{bs}	$R_{bs} = 0,38 R_{bun}$	$R_{bs} = 0,4 R_{bun}$	$R_{bs} = 0,4 R_{bun}$	-
Растяжение	R_{bt}	$R_{bt} = 0,42 R_{bun}$	$R_{bt} = 0,4 R_{bun}$	$R_{bt} = 0,5 R_{bun}$	-
Смятие:	R_{bp}				
а) болты класса точности А		-	-	-	$R_{bp} = \left(0,6 + 410 \frac{R_{un}}{E}\right) R_{un}$
б) болты класса точности В и С		-	-	-	$R_{bp} = \left(0,6 + 340 \frac{R_{un}}{E}\right) R_{un}$

Примечание. Допускается применять высокопрочные болты без регулируемого натяжения из стали марки 40Х «селект», при этом расчетные сопротивления R_{bs} и R_{bt} следует определять как для болтов класса 10.9, а расчетное сопротивление R_{bp} как для болтов класса точности В и С.

$R_{un} := 480 \text{ МПа}$ – для стали С375

$R_{bs} := 0,4 \cdot R_{bun}$ $R_{bt} := 0,5 \cdot R_{bun}$ $R_{bp} := \left(0,6 + 340 \cdot \frac{R_{un}}{E}\right) \cdot R_{un}$

На срез:

$N_{bs} := R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$

$d := 42 \text{ mm}$ – Диаметр болтов $N_{un} := 60 \text{ tonf} \cdot \gamma_c$ – усилие на соединение

Рис.3. Расчет одноболтовых соединений в Mathcad

Mathcad - [расчет болтов]

Файл Правка Вид Добавить Формат Инструменты Символика Окно Справка

100%

Характеристика соединения	Коэффициент условий работы соединения γ_b
1. Многоболтовое в расчете на срез и смятие при болтах: класса точности А	1,0
классов точности В и С, высокопрочных с нерегулируемым натяжением	0,9
2. Одноболтовое и многоболтовое в расчете на смятие при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкций из стали с пределом текучести, МПа (кгс/см ²):	0,8
до 285 (2900)	0,75
св. 285 (2900) до 380 (3900)	

Обозначения, принятые в табл. 3.5*:
 a - расстояние вдоль оси от края элемента до центра ближайшего отверстия;
 b - то же, между центрами отверстий;
 d - диаметр отверстия для болта.

$\gamma_b := 0.9$

R_{bs}, R_{bp}, R_{bt} - расчетные сопротивления болтовых соединений;

$R_{bs} = 400 \text{ МПа}$ $A := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $A = 13.854 \text{ см}^2$

$n_s := 2$ - число расчетных срезов болта

$N_{bs} := R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$

$N_{bs} = 997.518 \text{ кН}$ $N_{bs} > N$ $N = 560.476 \text{ кН}$

Рис.4. Расчет многоболтовых соединений в Mathcad

Примером фрикционно-срезных соединений являются предохранительные муфты, предназначенные для ограничения передаваемого крутящего момента и предохранения частей машин от поломок при перегрузках. Наиболее простой по конструкции является муфта со срезным штифтом, установленным в закаленных стальных втулках. Полумуфты насаживаются на соединяемые валы и соединены с ними призматическими шпонками. В расточки полумуфт вставляются одна или две втулки, внутри которых помещается штифт. При аварийной перегрузке штифт срезается, для последующего включения штифт необходимо заменить. Расчетный крутящий момент принимается на 15-25% больше допускаемого во избежание случайного выключения муфты.

В сельскохозяйственной технике, используемой в животноводстве в процессе кормоприготовления, муфты такого типа устанавливаются в винтовых конвейерах для транспортировки зерновых культур и комбикормов между валом шнека и мотор-редуктором. Если вал имеет длину более 3 метров, в соединении частей вала также устанавливается предохранительная муфта. На схеме широко распространенных на протяжении нескольких десятилетий комплектах оборудования кормоцеха КОРК-15 (рис. 5) винтовые конвейеры обозначены цифрами 10 и 11.

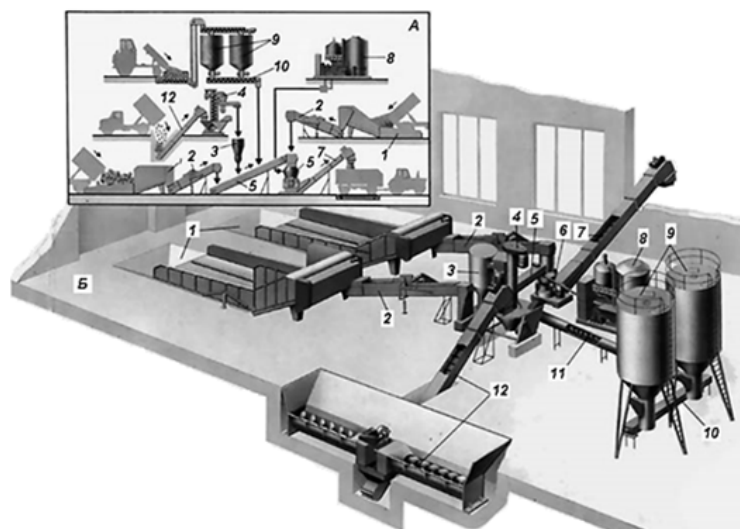


Рис.5. Комплект оборудования кормоцеха КОРК – 15:
А – технологическая схема, Б – общий вид

Применение в сельскохозяйственной технике надежных и несложных по конструкции и в эксплуатации устройств с разрушающимися элементами многими зарубежными фирмами используется совместно с более сложными гидропневматическими, пружинными или рессорными предохранительными системами. Такое сочетание повышает эффективность процессов эксплуатации сельскохозяйственных машин и обеспечивает защиту рабочих органов от повреждений и отказов.

Список литературы

1. Каталог компании Amazone / Навесной полнооборотный плуг Cayros. – Текст: электронный. – URL: <https://amazone.ru/ru-ru/продукция-и-цифровые-решения/сельскохозяйственная-техника/обработка-почвы/плуги/387748-387748/387962>
2. Бертяев, В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad: Практикум / В.Д. Бертяев. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с. – Текст: электронный.

УДК 631.365.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОСУШИВАНИЯ РУЛОНОВ ПРОВЯЛЕННОЙ ТРАВЫ

*Каменев Александр Алексеевич, студент-магистрант
 Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
 ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: увеличение влагопоглотительной способности вентилируемого воздуха за счет его подогрева в настоящее время является

наиболее экономически целесообразным и доступным способом ускорения процесса сушки и резкого улучшения качества заготавливаемого корма. Поэтому решение вопроса определения оптимальных параметров и режимов работы сушильного оборудования, для получения корма высокого качества, является актуальной задачей.

Ключевые слова: сено, досушка прессованного сена, температура теплоносителя, влажность провяленной травы, рулон, плотность прессования, активное вентилирование сена

Для оценки влияния основных входных параметров и воздействия внешней среды на ход процесса досушивания провяленной травы в рулоне необходимо реализовать модельный эксперимент, направленный на определение времени сушки рулона и удельного расхода электроэнергии на испарение влаги.

Концептуальная модель объекта исследования представлена на рисунк 1



Рис. 1. Концептуальная модель объекта исследования

Входные параметры: температура теплоносителя t , °C; скорость теплоносителя во впускном трубопроводе v , м/с; плотность прессования массы в рулоне ρ , кг/м³.

Воздействие внешней среды: температура окружающего воздуха $t_{\text{в}}$, °C; относительная влажность окружающего воздуха $\phi_{\text{в}}$, %; начальная влажность провяленной травы в рулоне $W_{\text{н}}$.

Выходные параметры: время сушки рулона τ , ч.

Технологический процесс сушки рулонов провяленной травы по своей сути (поступление теплоносителя, его нагрев, вынос теплоносителем влаги) относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символической Q-схеме. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS. Данная программа работает по принципу движения и обслуживания транзактов.

На рисунке 2 представлена схема сушильной установки и схема движения воздуха (транзактов) при досушивании рулона провяленной травы.

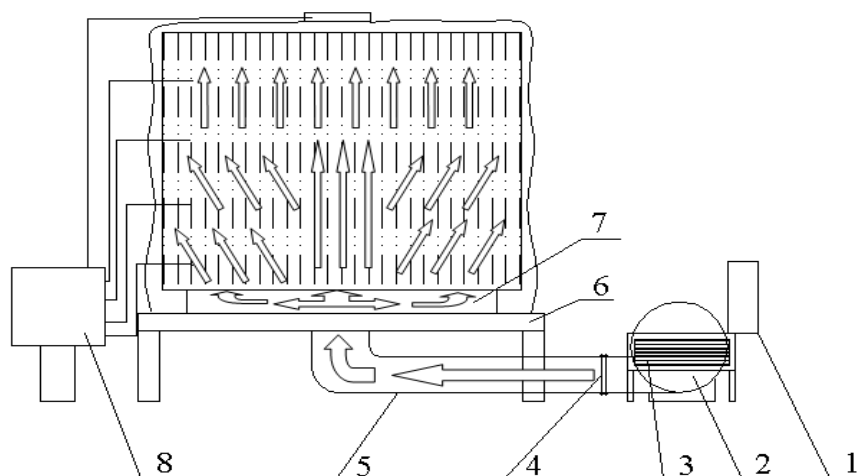


Рис. 2. Схема сушильной установки:

1 – щит управления; 2 – вентилятор с электродвигателем; 3 – калорифер; 4 – воздушная заслонка; 5 – воздуховод; 6 – основание; 7 – камера распределения теплоносителя; 8 – измерительный блок

В соответствии с технологическим процессом досушивания провяленной травы в рулоне составили программу имитационной модели на языке GPSS. На рисунке 3 представлена программа для имитационного моделирования досушивания провяленной травы в рулоне.

```
; GPSS/PC Program File RULON.GP. (V 2, # 37349) 11-28-2021
17:30:48
10 * DOSUSHKA RULONOV
20 TEPLO FVARIABLE -T2#LOG((1+RN1)/1000)
30 SUSHKA FVARIABLE -T3#LOG((1+RN1)/1000)
40 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1
.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,
3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
50 * 1 segment-SUSHKA RULONA
60 GENERATE T1,FN$XPDIS
70 SEIZE KALORIFER
80 ADVANCE V$TEPLO
90 RELEASE KALORIFER
100 SEIZE RULON
110 ADVANCE V$SUSHKA
120 RELEASE RULON
130 TERMINATE 1
140 * CONTROL CARDS
START Q
END
```

Рис. 3. Исходный текст программы модели

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от температуры и скорости воздушного потока, плотности прессования провяленной травы в рулоне.

В программе устанавливаются следующие переменные величины:

*T*₁ – время подачи одного кубического метра воздуха вентилятором;

*T*₂ – время прохода одного кубического метра воздуха через электро-

калорифер;

T_3 – время прохода одного кубического метра воздуха через рулон провяленной травы;

Q – количество поданных кубических метров воздуха.

Запуск модели осуществляется картой START, в поле операндов которой указано общее количество стартов (Q), соответствующее количеству подаваемых кубических метров воздуха.

Машинный эксперимент проводили при следующих исходных данных: размеры рулона (высота $\times$ диаметр) – $H \times D_p = 1,1 \times 1,2$ м; начальная влажность провяленной травы в рулоне – $W_n = 40\%$; конечная влажность провяленной травы в рулоне – $W_k = 19\%$; температура окружающего воздуха – $t_b = +20$ °С; относительная влажность окружающего воздуха – $\varphi_b = 60\%$; повторность опытов – трехкратная.

В данной модели в качестве транзакта для сушки рулонов провяленной травы принят один кубический метр воздуха, а за единицу модельного времени принят интервал времени 0,001 секунды.

Реализация модели предполагает практическое использование результатов моделирования для определения оптимальных значений входных параметров методом планирования эксперимента.

Для теоретической оценки досушивания провяленной травы в рулоне необходимо реализовать многофакторный эксперимент, направленный на определение влияния основных факторов на ход процесса сушки рулона.

Входные параметры:

- температура теплоносителя t , °С;
- скорость теплоносителя v , м/с;
- плотность прессования травы ρ , кг/м³.

Воздействие внешней среды:

- температура окружающего воздуха t_b , °С;
- относительная влажность окружающего воздуха φ_b , %.

Выбранные факторы: температура теплоносителя, скорость теплоносителя и плотность прессования провяленной травы, значимы и линейно независимы. Предельные значения этих факторов установили в результате анализа литературных источников.

Подготовка исходных данных для работы с программой включала:

- определение количества кубических метров воздуха которые необходимо прогнать через рулон (Q), чтобы понизить влажность провяленной травы с начальной (W_n) до конечной (W_k) при разной температуре воздушного потока (t);

- определение среднего времени прохода одного кубического метра воздуха через электрокалорифер (T_2) при известных его размерах и при разных скоростях воздушного потока (v);

- определение среднего времени (T_3) прохода одного кубического метра воздуха через рулон при разной скорости воздушного потока (v) и

разной плотности прессования проявленной травы (ρ);

– определение среднего времени (T_1) подачи одного кубического метра воздуха вентилятором при разной скорости воздушного потока (v).

Список литературы

1. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2007. – Текст: непосредственный.
2. Кузнецов, Н.Н. Устройство для внесения жидких консервантов в технологиях заготовки кормов в рулонах / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – №1(9). – С. 23-28.
3. Кузнецов, Н.Н. Обоснование способа досушивания проявленной и прессованной в рулоны травы / Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2006. – №78. – С. 119-124.
4. Самсонов, А.Н. К вопросу об утилизации навоза на фермах крупного рогатого скота / А.Н. Самсонов, Н.Н. Тончева, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии и современные материалы в автомобилестроении: Сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции; под ред. Н.Н. Тончевой. – 2016. – С. 80-85.
5. Попов, В.Д. Технологии заготовки высококачественного сена в рулонах / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Экология и сельскохозяйственная техника: материалы 5-й Международной научно-практической конференции: в 3-х томах. Российская академия сельскохозяйственных наук. – 2007. – С. 107-110.
6. Шушков, Р.А. Исследование процесса сушки льна, спрессованного в рулоны / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Kishovar. – 2015. – № 3. – С. 55-58.
5. Ивановская, В.Ю. Математика: краткий курс и задания для индивидуального выполнения / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное. – 2021. – Текст: электронный.
8. Ивановская, В.Ю. Оценка качества трудовой жизни населения сельских территорий Вологодской области в 2017 году / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2019. – №7(108). – С. 1264-1268.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ
НОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ В
РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

*Карамышев Александр Валериевич, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье представлены результаты имитационного моделирования для нормирования механизированных работ в растениеводстве.

Ключевые слова: имитационное моделирование, нормирование, растениеводство, машинно-тракторный агрегат, производительность

Методика любого исследования требует определения цели, объекта и предмета исследования, формулировки рабочей гипотезы, составления программы исследований.

Целью теоретических исследований является: проверка установленных теоретических предпосылок и определение влияния основных кинематических характеристик агрегата и характеристик рабочего участка на производительность машинно-тракторного агрегата.

К объекту исследования относится процесс работы машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции. Предметом исследования являются показатели, характеризующие процесс работы машинно-тракторного агрегата.

Согласно рабочей гипотезе, предполагается, что проведение теоретических исследований позволит определить влияние рабочей длины гона обрабатываемого поля (L_p) на производительность машинно-тракторного агрегата (W_{agr}).

С этой целью в постановке задач моделирования, как правило, предусматривается необходимость оптимизации некоторых параметров моделируемой системы на основе результатов имитационных экспериментов, поэтому необходимо также определиться с факторами, определяющими развитие явления.

На основании литературных данных из множества факторов, влияющих на процесс работы машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции, для исследования были выбраны следующие: рабочая длина гона обрабатываемого поля (L_p), скорость движения МТА при выполнении рабочих ходов (V_p) и холостых поворотов (V_x), конструктивная ширина захвата агрегата (b_k).

При оптимизации процесса работы машинно-тракторного агрегата всегда стремятся к сокращению времени холостых переездов и увеличе-

нию времени чистой работы МТА при выполнении технологической операции. Для оценки процесса работы машинно-тракторного агрегата в соответствии с общими задачами исследований и теоретическими предпосылками была составлена программа теоретических исследований. Необходимо реализовать эксперимент, направленный на определение влияния основных факторов на ход процесса, характеризуемый величиной производительности машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции.

Технологический процесс работы машинно-тракторного агрегата на поле характеризуется количеством рабочих ходов и количеством холостых поворотов, а также временем, затраченным на рабочие ходы агрегата и холостые повороты, заезды. По своей сути такой процесс относится к системам массового обслуживания. Поэтому рационально представить его в символике Q-схем. Известно, что процессы, представляемые Q-схемами, удобно моделировать с применением общецелевой системы имитационного моделирования GPSS. Данная программа работает по принципу продвижения и обслуживания транзактов.

Использование системы GPSS World (GPSS/PC) позволяет легко анализировать результаты моделирования, так как система выдает подробную статистику по всем устройствам и очередям, используемым в имитационной модели. Методика исследования включает определение сменной производительности машинно-тракторного агрегата, определение загрузки трактора на рабочих ходах (τ_p) и на поворотах (τ_x), среднего времени рабочего хода (t_p), среднего времени одного поворота (t_x), в зависимости от скорости движения трактора на рабочих ходах (V_p) и на поворотах (V_x) и рабочей длины гона (L_p).

По данным моделирования необходимо определить показатели использования машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции: коэффициент рабочих ходов; производительность за смену; погектарный расход топлива; затраты труда.

Исходный текст программы модели представлены на рисунке 1.

```

10 * PROIZVODITELNOSTI AGREGATA
20 KOLVOPROKODOV FVARIABLE (10000/Lp)/bx
30 VREMJARABOTI FVARIABLE -(Lp/(Vp#1000/3600))#LOG((1+RN1)/1000)
40 LVIEZDA FVARIABLE (Ltp+Lu)
50 LPOVOROTA FVARIABLE (6#1.7#bx)+(2#0.5#V$LVIEZDA)
60 VREMPOVOROTA FVARIABLE -(V$LPOVOROTA/(Vx#1000/3600))#LOG((1+RN1)/1000)
70 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
80 * 1 segment - gektar
90 GENERATE 1000,F$XPDIS
100 SPLIT V$KOLVOPROKODOV,MET1
110 MET1 LINK POLE,FIFO,MET2
120 MET2 SEIZE RABOTA
130 ADVANCE V$VREMJARABOTI
140 SEIZE POVOROT
150 RELEASE RABOTA
160 ADVANCE V$VREMPOVOROTA
170 RELEASE POVOROT
180 UNLINK POLE,MET2,1
190 TERMINATE
200 * 2 segment - time
210 GENERATE 3600
220 TERMINATE 1
230 * control cards
START 7
END

```

Рис.1. Исходный текст программы модели

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от характеристики поля и состава машинно-тракторного агрегата: рабочая длина гона (L_p), конструктивная ширина захвата агрегата (b_k), скорость движения при рабочих ходах (V_p) и при поворотах (V_x), кинематические длины трактора ($L_{тр}$) и сельскохозяйственной машины (L_M). Также применены следующие условные обозначения: количество проходов агрегата при обработке одного гектара площади поля (KOLVOPROXODOV), время одного рабочего хода агрегата (VREMJARABOTI), время одного поворота агрегата (VREMPOVOROTA), длина выезда агрегата (LVIEZDA), длина поворота (LPOVOROTA), выполнение поворотов (POVOROT) и выполнение работы (RABOTA).

Для моделирования работы машинно-тракторного агрегата при выполнении определённой технологической операции необходимо по данным справочной литературы принять конструктивную ширину захвата сельскохозяйственной машины (b_k), кинематическую длину трактора ($L_{тр}$) и кинематическую длину сельскохозяйственной машины (L_M).

Выполнить прогоны модели, изменяя рабочую длину гона (L_p). Интервал варьирования (L_p) принять 250 м.

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить: количество рабочих проходов агрегата по полю за смену; количество холостых поворотов агрегата за смену; какая часть времени смены, затрачена на выполнение рабочих ходов (%); какая часть времени смены, затрачена на выполнение холостых поворотов (%); среднее время одного рабочего хода агрегата (t_p); среднее время одного холостого поворота агрегата (t_x).

На основании моделирования получены стандартные отчеты, один из которых представлен на рисунке 2.

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.2.1

Wednesday, November 25, 2020 21:31:27

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	25200.000	13	2	0

NAME	VALUE
KOLVOPROXODOV	10000.000
LPOVOROTA	10003.000
LVIEZDA	10002.000
MET1	3.000
MET2	4.000
POLE	10006.000
POVOROT	10008.000
RABOTA	10007.000
VREMJARABOTI	10001.000
VREMPOVOROTA	10004.000
XPDIS	10005.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	27		0	0	0
	2	SPLIT	27		0	0	0
MET1	3	LINK	297		115	0	0
MET2	4	SEIZE	182		0	0	0
	5	ADVANCE	182		1	0	0
	6	SEIZE	181		0	0	0
	7	RELEASE	181		0	0	0
	8	ADVANCE	181		0	0	0
	9	RELEASE	181		0	0	0
	10	UNLINK	181		0	0	0
	11	TERMINATE	181		0	0	0
	12	GENERATE	7		0	0	0
	13	TERMINATE	7		0	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
RABOTA	182	0.694	96.085	1	187	0	0	0	0
POVOROT	181	0.270	37.563	1	0	0	0	0	0

USER CHAIN	SIZE	RETRY	AVE. CONT.	ENTRIES	MAX	AVE. TIME
POLE	115	0	86.374	296	134	7353.439

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
	187	0	25354.286	171	5	6		
	295	0	26629.059	295	0	1		
	306	0	28800.000	306	0	12		

Рис.2. Стандартный отчёт моделирования работы машинно-тракторного агрегата

Результаты моделирования по определению количества рабочих проходов агрегата по полю за смену; затраты времени смены, на выполнение рабочих ходов (%); затраты времени смены, на выполнение холостых поворотов (%); среднее время одного рабочего хода агрегата (t_p); среднее время одного холостого поворота агрегата (t_x) в зависимости от рабочей длины гона (L_p), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования работы посевного машинно-тракторного агрегата

Показатели	Рабочая длина гона (L_p)					
	250 м	500 м	750 м	1000м	1250 м	1500 м
Количество рабочих проходов агрегата по полю за смену	181	100	68	54	43	39
Часть времени смены, затраченная на выполнение рабочих ходов, (%)	69,4	82,0	86,4	87,7	88,8	90,4
Часть времени смены, затраченная на выполнение холостых поворотов, (%)	27,0	14,4	10,0	8,7	7,6	4,2
Среднее время одного рабочего хода агрегата (t_p), с	96,085	204,569	315,615	401,923	508,418	569,752
Среднее время одного холостого поворота агрегата (t_x), с	37,563	36,248	36,895	40,380	44,556	27,458

По таблице видно что затраты времени смены, на выполнение рабочих ходов, при изменении длины гона от 250 до 1500 м меняется 69,4 до 90,4 %, затраты времени смены, на выполнение холостых поворотов меняется от 27 до 4,2% , то есть при увеличении длины гона возрастает количество рабочих ходов и уменьшается количество холостых разворотов.

Расчётные значения теоретической ($W_{см\ теор}$), фактической ($W_{см\ факт}$) сменной производительности агрегата и расчётные значения коэффициента использования времени смены (τ) приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сменная производительность ($W_{см}$) и коэффициент использования времени смены (τ)

Показатели	Рабочая длина гона (L_p)					
	250 м	500 м	750 м	1000м	1250 м	1500 м
Теоретическая сменная производительность агрегата, га/см	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Фактическая сменная производительность агрегата, га/см	18,1	20,0	20,4	21,6	21,5	23,4
Коэффициент использования времени смены	0,646	0,714	0,729	0,770	0,770	0,836

Изменение сменной производительности машинно-тракторного агрегата на посеве зерновых, в зависимости от рабочей длины гона (L_p) отображено на рисунке 3.

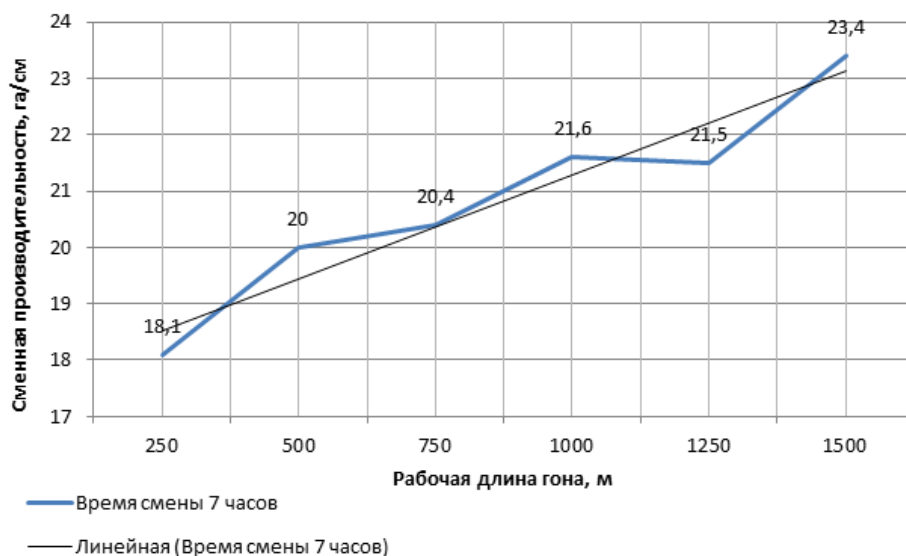


Рис.3. Сменная производительность машинно-тракторного агрегата

Из графика на рисунке 2 видно, что при увеличении длины гона возрастает и сменная производительность машинно-тракторного агрегата, при этом и линейная зависимость имеет такой же характер.

Затраты времени смены, на выполнение рабочих ходов (%) и затраты времени смены, на выполнение холостых поворотов (%) представлены на рисунке 4.

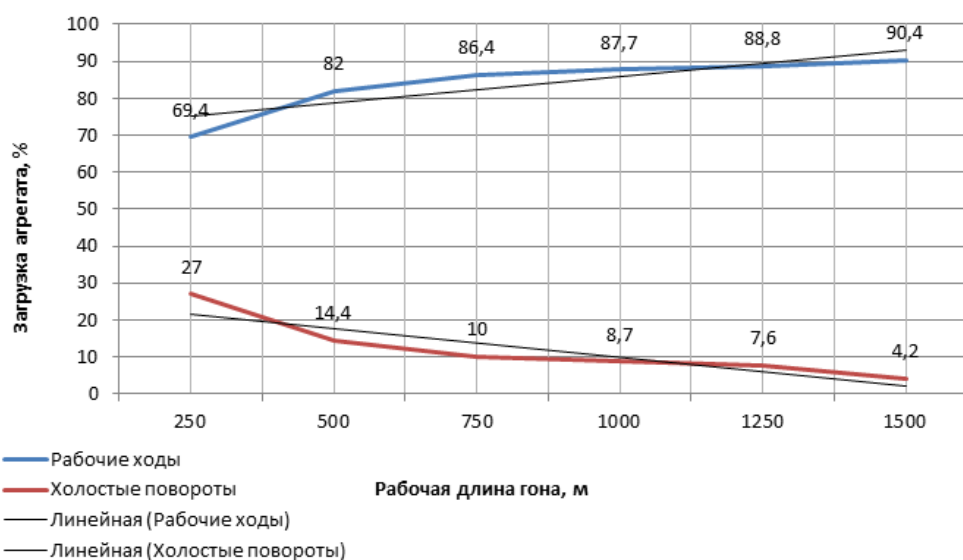


Рис.4. Загрузка агрегата в течение смены на рабочих и холостых ходах

Среднее время одного рабочего хода агрегата (t_p) и среднее время одного холостого поворота агрегата (t_x) в зависимости от рабочей длины гона (L_p), приведены на рисунке 5.

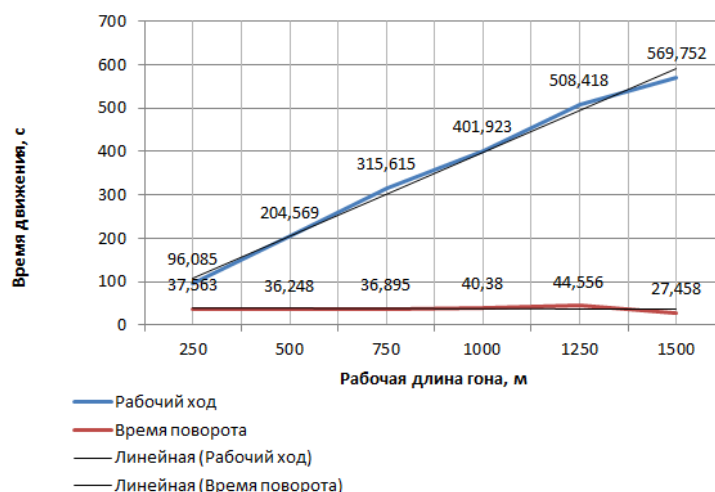


Рис.5. Среднее время одного рабочего хода и среднее время одного холостого поворота агрегата

Из графика на рисунке 5 видно что среднее время одного рабочего хода агрегата (t_p), возрастает с длиной гона, при этом время поворота меняется не значительно так как МТА выполняет поворот при одних и тех же значениях.

Расчётные значения коэффициента использования времени смены (τ) в зависимости от рабочей длины гона (L_p), приведены на рисунке 6.

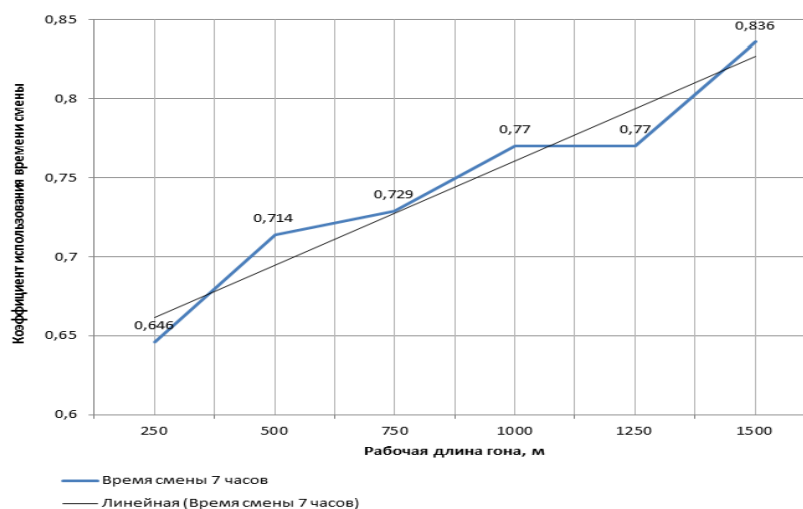


Рис. 6. Коэффициент использования времени смены (τ)

Из графика на рисунке 6 видно, что коэффициент использования времени смены (τ) увеличивается с длиной гона, так как при возрастании длины гона возрастает фактическая сменная производительность агрегата.

Список литературы

1. Карамышев, А.В. Цифровые платформы для агробизнеса / А.В. Карамышев, А.С. Михайлов, А.А. Крюков. – Текст: непосредственный // Моло-

дые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы VI Международной молодежной научно-практической конференции. – 2021. – С. 95-98.

2. Карамышев, А.В. Система контроля глубины обработки почвы / А.Н. Шарыпов, А.В. Карамышев, А.С. Михайлов, А.А. Крюков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: Сборник научных трудов по результатам работы VI Международной молодежной научно-практической конференции. – 2021. – С. 149-152.

УДК 633.521

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЬНА ДЛЯ РОССИИ

Карнышев Александр Геннадьевич, студент-магистрант

Крюков Иван Анатольевич, студент-магистрант

*Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в работе обозначена важность льна как технической культуры и его стратегическое значение для России как единственного возобновляемого источника текстильного сырья.

Ключевые слова: лён, стратегическое значение льна

Лен культурный или обыкновенный – *Linum usitatissimum* L. – однолетнее растение из семейства льновых (*Linaceae*) с прямостоячими тонкими стеблями высотой 50...120 (до 150) см, со слабым восковым налетом. У одних сортов стебли ветвятся лишь в самой верхней части. Их называют льном-долгунцом. У других сортов, наоборот, стебли ветвятся от самого основания. Это так называемый лен-кудряш. Есть и промежуточные сорта, у которых ветви отходят от стебля, начиная с середины и доверху. У них тоже есть свое название – лен-межеумок [1-4].

Лен – одна из немногих технических культур, которая дает одновременно два вида продукции – волокно и семена. Однако получать высокие урожаи продукции обоих видов на одном растении довольно трудно. Поэтому определились два направления льноводства – долгунцовое (лен-долгунец) с целью получения высоких урожаев льноволокна и масличное (лен-кудряш) – для выращивания максимального количества семян, которые дают растительное масло. Возможность выращивания того или иного вида льна в различных районах страны обусловлена природными факторами. Лен-долгунец лучше произрастает в областях центральной нечерноземной полосы, Северо-Запада, то есть в районах с умеренным и влажным климатом, лен масличный – в южных районах с повышенной температурой

и более засушливой погодой в период вегетации [5-7].

Для России лен – культура политическая. До революции марка «Русский лен» ценилась на мировом рынке так же высоко, как «французский коньяк», «индийский чай», «бразильский кофе». Льняная отрасль всегда давала в казну хороший «валютный куш».

Кроме России лен выращивают в Белоруссии, Франции, Турции, Бельгии, Нидерландах, Японии, США, Канаде, Аргентине и Индии. В России лен всегда считался особой культурой – он кормил, лечил и согревал тело и душу. Лен – натуральная и экологически чистая культура. Используется каждая часть этого растения.

Льняное волокно – основной продукт льна-долгунца, получаемый из его стеблей. Оно является одним из самых прочных растительных волокон. Крепость льняной пряжи на разрыв при одинаковой толщине почти в 2 раза выше хлопчатобумажной и в 3 раза выше шерстяной. С повышением влажности льняного волокна (до известного предела) увеличивается его крепость, в то время как крепость шерсти, натурального шелка и искусственного волокна, наоборот, снижается. По своему назначению льняные ткани можно разделить на три большие группы: технические (брезент, парусина), бытовые (бельевое полотно, костюмные и портьерные ткани, скатерти) и тарные (мешочные и упаковочные).

Льняные ткани отличаются большой продолжительностью использования, так как хорошо противостоят гниению и легко стираются. Вот почему из льна издавна делали рыболовные сети, а льняную ткань использовали на паруса. Считается, что льняные мешки – лучшая тара для сахара, муки, крупы и других пищевых продуктов. Холсты для живописных полотен тоже производят из льняного волокна. Они устойчивы к гниению, что обеспечило сохранность многих выдающихся художественных произведений, созданных много веков назад [1].

Белье, изготовленное из льняных тканей, наиболее благоприятно действует на организм человека, как в условиях жаркого, так и холодного климата. В льняной одежде люди значительно меньше потеют, чем в одежде из других текстильных материалов. Льняные ткани впитывают влагу в несколько раз быстрее, чем шелк, вискоза и даже хлопок.

Уникальные медико-гигиенические свойства льна известны достаточно давно. Еще в начале XIX века врачи в Западной Европе в качестве общетерапевтического лечения предлагали носить на теле грубые льняные ткани. В начале XX века путем обмывания тела в мокрую льняную ткань лечили от паралича, подагры, мочекаменной болезни, лихорадки, гипертонии. Для остановки кровотечения во фронтовых госпиталях в Первую мировую войну использовали льняные повязки. Несколько позднее, уже после Второй мировой войны, была установлена способность льняных волокон активно угнетать жизнедеятельность болезнетворной микрофлоры – льняная ткань в значительной степени задерживала рост и

размножение колоний грибков и имела более выраженную микробную сорбцию по сравнению с хлопчатобумажной тканью. В ходе клинических испытаний было установлено, что льняные ватные и марлевые изделия и перевязочные средства обладают повышенным гемостатическим эффектом, а оборачивание тела влажной льняной тканью способствует очистке организма от шлаков. Использование льняного белья приводит к снижению пролежней в процессе лечения, устраняет многие виды раздражений на коже человека.

Помимо уникальных медикоментозных свойств, льняное волокно характеризуется специфическими физико-механическими и физико-химическими свойствами. По таким свойствам, как поглощение и отдача влаги, воздухопроницаемость, электризуемость, теплопроводность льняная ткань значительно превосходит хлопчатобумажную. Плотные бельевые льняные ткани хорошо отражают практически весь спектр ультрафиолетового излучения. Льняные ткани создают в помещениях полезный для человека микроклимат повышенной комфортности за счет снижения напряженности полей статического электричества и поглощения «мягкого» ионизирующего излучения [1].

На Западе в автомобильной промышленности грубые волокна льна применяются в качестве армирующего материала для пластиков, предназначенных для внутренней отделки кузова автомобиля. Такой пластик придает кузову прочность и при аварии, в отличие от используемых ранее материалов, не позволяет пластмассовой части кузова раскалываться, образуя острые углы. При утилизации избавиться от «льняного» автомобиля проще, чем от стандартного. При сжигании лен полностью сгорает, разлагаясь на натуральные природные вещества. В этом случае он выступает как экологически чистый материал [1].

Масло льна находит широкое применение в полиграфической, кожевенно-обувной, текстильной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и многих других отраслях промышленности. Оно применяется при изготовлении клеёнки, линолеума, непромокаемых тканей, в малярном деле. По данным американских исследователей оно является ценным сырьём для получения сложных и простых эфиров, ацеталей, уретанов, амидов и других соединений, из которых можно получать различные покрытия и искусственные волокна, изоляционные пены, пластификаторы, смазки высокого давления и другие полимеры [1].

Льняное масло также употребляется в пищу. Качество растительного масла и его польза для здоровья определяются в первую очередь содержанием, так называемых полиненасыщенных жирных кислот. Уникальное лечебное свойство льняного масла позволяет использовать его для лечения и профилактики многих болезней: сахарного диабета, ожирения, при желудочно-кишечных заболеваниях и болезнях печени, воспалительных заболеваниях различных органов, болезнях кожи и др.

Льняное масло необходимо всем здоровым людям при высоких умственных и физических нагрузках, при работе на вредных производствах, при несбалансированном питании, студентам и школьникам для повышения успеваемости и переносимости учебных нагрузок, всем работающим с компьютером, а также подвергающимся воздействию различных излучений.

В народной медицине слизь семян льна применяют при воспалении слизистой оболочки дыхательных путей и органов мочевого выделения, обострении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, при пищевом отравлении и в случае запоров. Льняное масло используют при спастических запорах, дизентерии, геморрое, почечнокаменной и желчнокаменной болезнях, при нарушении жирового обмена и при атеросклерозе. Наружно льняное масло в смеси с известковой водой применяют как эффективное средство при ожогах. Льняное масло используют для приготовления мазей и втираний.

Лен может использоваться и в создании экологически чистой, окружающей человека среды жилья. Речь идет об использовании льна в составе обивочного материала, обоев, утепленного линолеума, штор, постельного белья, скатертей, салфеток и т.д., вплоть до горшков для выращивания цветов. Здесь особенно ценны его свойства хорошего антисептика, антистатика и звукоизолятора [1].

Еще один плюс этой древнейшей сельскохозяйственной культуры – лен не истощает почву. Напротив, посевы льна извлекают из зараженных земель тяжелые металлы и радионуклиды. Однако семена льна с зараженных земель не имеют даже следов радиации. Посевы льна создают предпосылки для производства чистой продовольственной продукции.

Полученные при обработке льна отходы также широко используются. Короткое непрядомое волокно (пакля) идет на изготовление веревок, используется как уплотнительный, обтирочный, упаковочный и конопаточный материалы.

Льняная костра (древесина стеблей льна) имеет большую ценность как сырье для производства бумаги, целлюлозы, технического и упаковочного картона, вискозы, фурфурола, целлулоида, ацетилцеллюлозы. Также костра используется в качестве топлива. Использование льняной костры, богатой целлюлозой, может сохранить для человечества огромные массивы леса. Российские ученые разработали технологию создания из костры строительных плит – костроволоклита, не имеющую аналогов в мире. По размерам и назначению они напоминают всем знакомые ДСП, но, в отличие от последних, не содержат склеивающих альдегидных смол, вредных для здоровья. Склеивание происходит под давлением благодаря содержащимся в самом льне клейким веществам. При этом прочность костроволоклита превосходит прочность красного кирпича в 1,9 раза, а минераловатной плитки – в 4,7 раза. Такую экологически чистую плиту можно бу-

дет использовать не только в строительстве домов, но и во внутренней отделке, в качестве прокладочного материала, в мебельной промышленности. При кровельных работах льном можно заменить вредную для здоровья стекловату, а также использовать его вместо рубероида и стекловаты для армирования мягкой кровли, так как он соединяет в себе полезные свойства обоих компонентов.

При переработке семян льна на масло получают жмых или шрот, являющиеся хорошим концентрированным кормом. В 1 кг льняного жмыха содержится 1,15 кормовой единицы и 260 г переваримого протеина. Жмых охотно поедают все сельскохозяйственные животные, но чаще всего он идет в корм молочным коровам и молодняку крупного рогатого скота. Употребляется в корм также полова, получающаяся при обмолоте льна. 1 кг льняной половы содержит 20 г переваримого протеина и 0,27 кормовой единицы [1].

Из вышесказанного можно заключить, что значение льна в народном хозяйстве трудно переоценить. В настоящее время стратегическое значение льна для России, как единственного возобновляемого источника текстильного сырья, существенно возрастает в связи с отсутствием среднеазиатского хлопка, поэтому увеличение выпуска в стране продукции из натуральной целлюлозы на базе льна является национальной задачей.

*Данная работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта (договор №16 от 10.12.2021 г.).

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: Сборник научных трудов по результатам работы V Международной молодежной научно-практической конференции. – 2020. – С. 246-250.
2. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
3. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Международный агроэкологический форум: Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 141-146.
4. Шушков, Р.А. Пункт досушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: Сборник статей Международной научно-практической конференции: 100 лет в диалоге

с наукой. редакционный совет: А.И. Трубилин, Р. Бендиш, члены совета – Ю.Л. Федулов, Т.Н. Полутина, С.М. Сидоренко и др., 2013. С. 134-136.

5. Шушков, Р.А. Обоснование способа досушивания прессованного в рулоны льна // Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 2 (6). – С. 85-90.

6. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5 (23). – С. 136-142.

7. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна. – Текст: непосредственный / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – №5. – С. 44-46.

УДК 636.2.034

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРАФИКА ЖИВОТНЫХ НА РОБОТИЗИРОВАННЫХ ФЕРМАХ

*Киселев Иван Александрович, студент-бакалавр
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье представлен обзор оборудования применяемого для регулирования перемещения животных на роботизированных фермах КРС.

Ключевые слова: роботизированные фермы, трафик движения животных, сортировочное оборудование

Для регулирования перемещения КРС, а также разделения зон на роботизированных фермах используются различные виды селекционного, сортировочного и отсечного оборудования.

Для отделения зон друг от друга используются боксы, сплошные перегородки и ограждения [1].

Для обеспечения направленного движения коров обычно используются одноходовые калитки различных типов. Основное назначение этих калиток – обеспечить проход животных в одном направлении, при этом необходимо создать активную блокировку в противоположном направлении.

Калитки могут быть представлены следующих типов (рис. 1): салунного типа, одностороннего навешивания, сдвоенные в различных исполнениях створок. Конструктивное исполнение устройства в виде трубной рамы-арки шириной 90-100 мм и высотой 190-220 мм с установленными на

ней створками на хомутах или болтовом соединении. Принцип работы рассматриваемых устройств основан на действии силы тяжести навешенных под углом к оси рамы на шарнире створок. Калитка имеет начальное положение или положение закрытия.

Более сложную конструкцию имеют селекционные ворота (рис. 2). Они предназначены для движения коровы в одном направлении. Как правило, такие ворота бывают автоматическими и (или) с ручным управлением. Автоматическое управление осуществляется посредством специальных алгоритмических программ. Указанные устройства служат для прохода коров из одной зоны в другую.

Для разделения потока коров на два или более направлений применяются сортировочные ворота (рис. 2). Они управляются также автоматически или вручную.

Интеллектуальные ворота SSG DeLaval являются селекционно-сортировочными воротами, состоящие из двух ворот соответственно. Как правило размещены каскадом. Селекционные ворота, расположенные в начале, имеют устройство идентификации животных и снабжены блоком управления (ЕР-бокс). Ворота контролируются программой управления стадом. Привод ворот пневматический, рабочие элементы пневматические цилиндры с позиционными датчиками. Ворота оборудованы устройством подсчёта животных в послесортировочных зонах, например, номера и количество поступивших животных в зону ожидания. На выходе из ворот размещён фотодатчик для фиксации прохода животного [2].

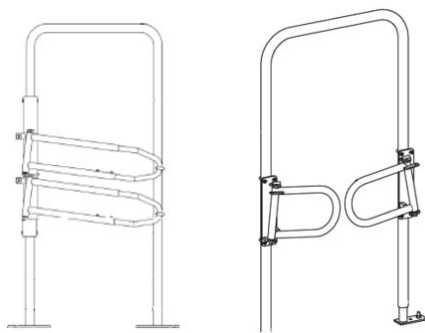


Рис. 1. Одноходовые калитки одностороннего навешивания (слева) и салунные

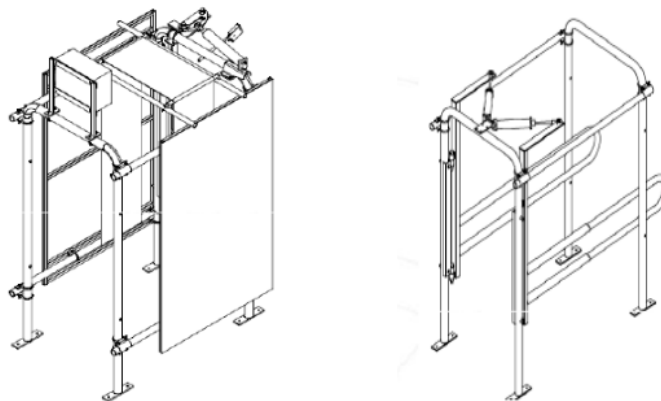


Рис. 2. Селекционные (слева) и сортировочные 3-ходовые ворота

Алгоритм работы ворот выглядит следующим образом. Животное входит в зону идентификации селекционных ворот. Система идентификации определяет номер коровы по транспондеру (датчик идентификации) на ошейнике. Далее программа управления стадом определяет направление движения коровы и при помощи пневматических цилиндров через блок управления происходит перемещение одного или нескольких отсекателей: сначала сортировочных ворот, затем открытие селекционных. После прохода животного через селекционные ворота их калитка закрывается. На выходе из сортировочных ворот устанавливают, как правило, одноходовые калитки, для предотвращения движения коров в обратном направлении. Как опция возможна установка настройки «идти домой» для сортировочных ворот. Настройка позволяет задать требуемое положение отсекателя ворот после прохода через них животного.

Голландской фирмой Lely были разработаны автоматические ворота для свободной системы передвижения. Ворота выполнены в виде перемещающегося вертикально ограждения вблизи доильной станции для создания временной зоны ожидания. Таким образом, коровы, находящиеся вблизи роботизированного бокса, будут отсечены от общей группы. Ворота открываются после доения отсечённых животных. Управление ворот осуществляется с помощью удалённого доступа или кнопочной станцией на самих воротах. Со слов производителя использование данного оборудования позволяет создать благоприятные условия для низкоранговых коров, сократить трудозатраты при подгоне [3]. Общий вид ворот фирмы Lely показан на рисунке 3.



Рис. 3. Общий вид ворот фирмы Lely

Компанией Milfos (отделение компании GEA) разработаны ворота, позволяющие осуществлять сортировку животных в трёх направлениях. При этом возможно одновременно использовать в каскаде до пяти ворот с одиннадцатью направлениями. Ворота устанавливаются как перед, так и после доильной станции. Принцип работы устройства основан на радиочастотной инфракрасной идентификации [4].

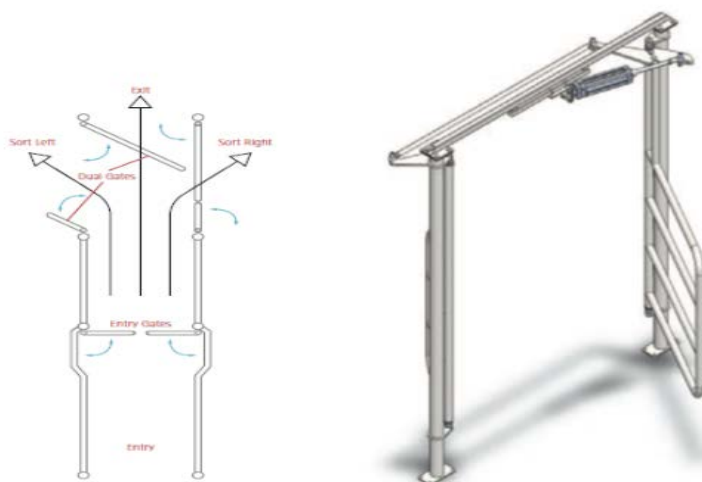


Рис. 4. Принципиальная схема (слева) и конструкция сортировочных ворот Milfos

Таким образом, были рассмотрены наиболее распространённые типы сортировочного оборудования ведущих производителей в этой области. На наш взгляд, наиболее функциональным является оборудование фирмы DeLaval.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Проблемы надежности оборудования животноводческих комплексов / Р.А. Шушков, Е.А. Берденников, Ф.А. Киприянов. – Текст: непосредственный // Наука – производству: Сборник трудов ВГМХА по результатам работы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию академии. – 2006. – С. 41-42.
2. Официальный сайт компании DeLaval. – Текст: электронный. – URL: <https://www.delaval.com/ru>.
3. Официальный сайт компании Lely. – Текст: электронный. – URL: <https://www.lely.com/ru>.
4. Официальный сайт компании GEA. – Текст: электронный. – URL: <https://www.gea.com>.

УДК 631.361

ТРЕПАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

Крюков Иван Анатольевич, студент-магистрант
Карнышев Александр Геннадьевич, студент-магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: в статье проанализированы машины для трепания лубяных культур, обозначены достоинства, недостатки и перспективы ис-

пользования дезинтеграторов в виде трепальных машин.

Ключевые слова: лён, переработка льна, дезинтегратор

Анализ состояния лубяных культур показал, что, начиная с 2010 года, площади посева лубяных культур увеличивались, а значит, увеличился и мировой спрос в натуральных волокнах. Посевы льна масличного с 1996 по 2020 год увеличились в 128 раз, конопли – также в десятки раз, льна-долгунца – незначительно. Посевные площади лубяных культур в России составили: льна масличного – более 1000 га; льна-долгунца – 50 тыс. га; технической конопли – 12 тыс. га. По-прежнему остается проблема покупки технологического оборудования и сельскохозяйственной техники силами льнопенькозаводов [1-5].

В настоящее время в РФ отсутствует универсальная линия, которая смогла бы перерабатывать основные лубяные культуры в однотипное (короткое) волокно (лен-долгунец, лен масличный, техническую коноплю). Основное технологическое оборудование льнопенькозаводов не обновлялось на протяжении 35 лет.

На льнозаводах России для первичной переработки льна-долгунца, льна масличного применяют классические отечественные куделеприготовительные агрегаты КПАЛ, АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 или зарубежные агрегаты Wanhauvaert (Бельгия), Charle (Франция), Demaitere (Бельгия) и ЛКЛВ-0,75 (Беларусь), которые не приспособлены для переработки масличного льна, т.к. изначально предназначены для переработки стеблей и отходов трепания льна-долгунца. Несмотря на достаточную их пропускную способность они малоэффективны на масличном льне и технической конопле, имеют большую металлоэнергоемкость, не могут эффективно вести их переработку при влажности более 16%, имея при этом низкий коэффициент полезного времени по причине частых остановов из-за намотов волокна на рабочие органы. Кроме того, стоимость оборудования и его занимаемая площадь слишком велики для приобретения российскими переработчиками.

Существуют линии для льна, содержащие дезинтегратор (рис. 1).

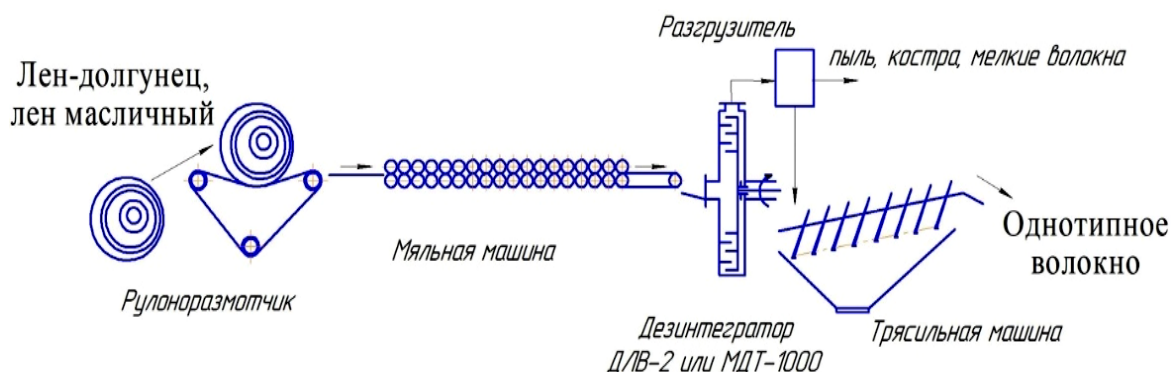


Рис. 1. Технологическая схема линии переработки льна в однотипное волокно (моноволокно)

Она широко распространена и является малозатратной линией. В ней используется дезинтеграторы различных марок и бесциклонная разгрузка волокна, непосредственно в цехе.

Различные марки дезинтеграторов предназначены для переработки отходов трепания, промятой низкосортной тресты с целью получения короткого льняного волокна, также может применяться для снижения заостренности короткого волокна путём переработки низкономерного короткого волокна.

Дезинтеграторы устанавливаются в цехах первичной обработки льняных волокон стланцевой льнотресты на льнозаводах с целью получения короткого волокна.

В настоящее время в России и Беларуси разработаны следующие марки дезинтеграторов:

1. дезинтегратор (1980-е годы) Костромского государственного технологического университета (бывший КТИ) – для переработки отходов трепания льна-долгунца;

2. ОКВ-1 (Россия, 2000 год) – очиститель короткого волокна (ОАО «Костромское СКБТМ», Кострома) – применяется только для переработки отходов трепания льна-долгунца;

3. ДЛВ-2 (Россия, Костромской вентиляторный завод) – для отходов трепания и льнотресты льна-долгунца;

4. ДЛВ-2М в составе агрегата уборки льна масличного в поле (Россия, ФНЦ ЛК совместно со Смоленской ГСХА, 2017) – для тресты льна масличного.

5. МДТ-100 (Беларусь, Витебский МРП) – машина дробления тресты, который скопирован с ДЛВ-2 за некоторым усовершенствованием.

Все марки указанных дезинтеграторов работают по принципу высокоскоростных центробежных мельниц и очевидно, что могут перерабатывать только лён.

В результате взаимодействия материала с гребенками, установленными на статоре и роторе, происходит отделение костры от волокнистых комплексов. Основные конструктивные элементы машины: ротор и статор оснащаются съёмной гарнитурой – гребёнками, представляющими собой зубья с наклоном передней (рабочей) грани под определенным углом. Зубья гребенок ротора и статора имеют взаимное захождение и предназначены для отделения костры от волокнистых комплексов. На периферии ротора, на гребёнках установлены вентиляционные лопасти, предназначенные для пневмотранспортирования материала. Обработываемый материал подается во входное отверстие дезинтегратора.

Принцип действия существующих дезинтеграторов в виде трепальных машин одинаков, отличаются конструкцией корпусов, входных выходных патрубков, конструкцией рабочих органов статора и ротора, параметрами их взаимного взаимодействия и вентиляционными устройствами.

Любой из указанных выше дезинтегратор включает в себя каркас 16, крышку 5, патрубок 14, статор 4, ротор 9, приводной вал ротора с корпусом 10, привод 13, станцию управления 7 (рис. 2).

Работа машины происходит следующим образом. Перерабатываемый материал через патрубок 14 поступает в улитку 2 каркаса 16 под действием воздушных потоков. При взаимодействии материала с рабочими органами статора 5 и ротора 8 происходит подобие скользящего изгиба, ударные и инерционные воздействия интенсивно отделяют костру от волокнистой массы. Затем через патрубок 1 улитки каркаса обрабатываемый материал поступает на следующий переход механической обработки, который может быть различным в зависимости от состава линии.

Вал ротора получает движение от электродвигателя с помощью клиноременной передачи через сменные шкивы 11, позволяющие регулировать скорость вращения ротора.

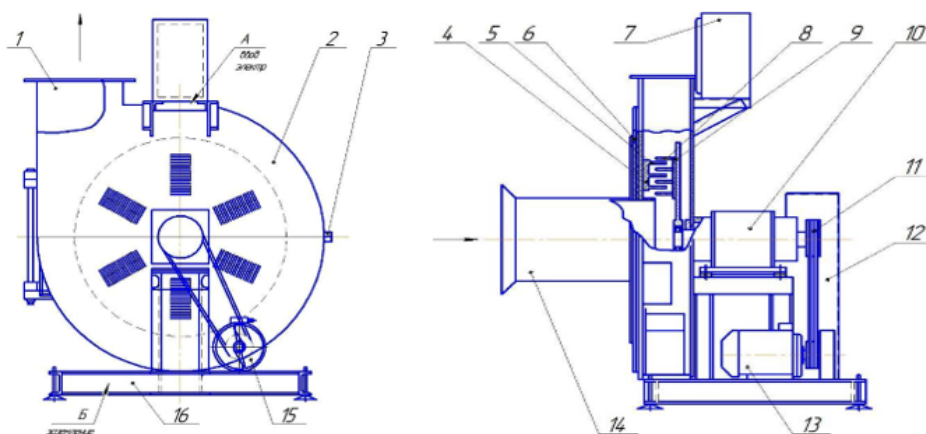


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема дезинтегратора:
а – вид спереди (входа перерабатываемого материала); б – вид сбоку

Привод ротора с целью предотвращения поломки при попадании повышенной массы обрабатываемого крепкого продукта осуществляется через предохранительную муфту 15. Весь привод закрыт ограждением 12.

Для удобства обслуживания очистителя со стороны, противоположной ротору, улитка 2 закрывается крышкой 6, замком 3, на которой установлены рабочие органы 5 статора 4. Рабочие органы 8 ротора 9 установлены на приводном валу ротора. В рабочем состоянии рабочие органы статора и ротора перекрывают друг друга, образуя интенсивную зону воздействия на обрабатываемый продукт.

Электрооборудование машины состоит из электродвигателя 13 и аппаратуры управления, расположенной в станции управления 7.

Анализ льняных дезинтеграторов показал, что их конструкция со временем существенно не изменялась, несущественные изменения затрагивали интенсивности воздействий и соответственно увеличения прочности конструкции. Не затрагивались увеличение его производительности,

универсальность обработки.

На основе эксплуатации дезинтеграторов на льнозаводах России и в лабораториях, на различном качестве отходов трепания льна-долгунца, льнотресте, а также собственные исследования льняных дезинтеграторов позволили нам выявить их преимущества и недостатки перед другими трепальными машинами и в целом линиями однотипного волокна.

Преимущества.

1. При обоснованной настройке позволяет получать качественное волокно при возможности варьирования характеристик получаемого льноволокна.

2. Перерабатывает льносырье с повышенной влажностью.

3. Имеет минимальную протяженность систем вентиляции и пневмотранспорта.

4. Прост, удобен и надежный в работе на качественном льне.

5. Хорошо агрегатируется с любым технологическим оборудованием.

Недостатки.

1. Не может эффективно перерабатывать труднообрабатываемое льносырье и вообще коноплесырье, крайняя неэффективность объясняется низкой производительностью и качеством волокна, эффективны только при переработке льносырья с хорошей вылежкой льна и соответственно с высокой отделяемостью.

2. Эффективная переработка проходит только на специализированном дезинтеграторе, предназначенном только под отходы трепания, под низкосортную льнотресту, причем при хорошей вылежке льна.

3. Периодический стук и рывки машины при переработке льно- и коноплесырья, указанных в п.1, в т.ч. периодические намоты сырья на рабочие органы, снижающие коэффициент полезного времени машины и в целом линии, в которую она входит – не может перерабатывать любое лубяное сырье, а, значит, являются не универсальными.

Анализируя вышеуказанные преимущества и недостатки следует отметить, что дезинтегратор, включаемый в различные малозатратные линии, является эффективным и перспективным оборудованием, используя преимущества, которого и, исключив указанные недостатки можно создать беспрецедентную уникальную универсальную машину, не имеющую аналогов в мире. Она отдельно и в составе различных малозатратных поточных линий может перерабатывать любое лубяное сырье с высокой производительностью в высококачественное волокно из сырья в т.ч. с повышенной влажностью.

*Данная работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта (договор №16 от 10.12.2021 г.).

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: Сборник научных трудов по результатам работы V Международной молодежной научно-практической конференции. – 2020. – С. 246-250.
2. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда - Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
3. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Сборник научных трудов: материалы Научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – 2012. – С. 293-296.
4. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 408-412.
5. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции молодых ученых. Санкт-Петербург, 2013. – С. 222-225.

УДК 637.023

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА СЫРОГО МОЛОКА

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

Аннотация: тепловая обработка молочного сырья проводится с целью его обеззараживания. Она должна обеспечить не только надежное подавление жизнедеятельности микроорганизмов, но и максимально возможное сохранение исходных свойств молока.

Ключевые слова: *молочное животноводство, тепловая обработка, термизация, хранение молока*

Молочное животноводство является одной из ведущих и важнейших отраслей сельскохозяйственного производства, основной задачей которого является увеличение производства экологически чистого молока.

На протяжении всего развития человеческой цивилизации молоко и молочные продукты играли ключевую роль, принося ряд питательных преимуществ благодаря своим основным питательным веществам, таким как белок, жир, лактоза, витамины и минералы.

Сырое молоко имеет относительно короткий срок хранения, ввиду его очень питательную природу, что делает его благоприятной средой для роста размножения патогенных микроорганизмов. Кроме того, различные ферменты в молоке также могут вызывать нежелательные изменения при хранении; следовательно, вмешательство часто необходимо для продления срока годности молочных продуктов. Большая часть молока, потребляемого сегодня, подвергается различным методам обработки для обеспечения безопасности и предотвращения скорой порчи, а термическая обработка является наиболее распространенной обработкой сырого молока.

Однако при термической обработке в молоке происходят многочисленные биохимические и физико-химические изменения, влияющие на его срок хранения, пищевые и технологические свойства.

Тепловая обработка молочного сырья проводится с целью его обеззараживания. Она должна обеспечить не только надежное подавление жизнедеятельности микроорганизмов, но и максимально возможное сохранение исходных свойств молока. Любое тепловое воздействие на молоко нарушает его первоначальный состав и физико-химические свойства. Степень физико-химических изменений составных частей молока зависит главным образом от температуры и продолжительности тепловой обработки [2].

Цель термической обработки молока варьируется, но всегда включает обеспечение производства стабильных и безопасных продуктов за счет снижения или устранения порчи и патогенных микроорганизмов. Качество получаемого продукта во многом зависит от интенсивности термической обработки, т. е. от сочетания температуры и продолжительности термической обработки. Независимо от типа термической обработки процесс должен обеспечивать сокращение микробной популяции в сыром молоке, инактивацию ферментов и минимизацию химических реакций, а также физических изменений.

В большинстве стран наиболее мягкая термическая обработка в виде термизации применяется для продления срока хранения сырого молока перед его дальнейшей обработкой. Термизация включает нагревание молока при температуре от 57 до 68 °C в течение 5-20 с и направлена на уничто-

жение психротрофных бактерий, которые могут выделять в молоко термостойкие протеазы и липазы, и продлевает срок хранения до 3 дней при условии быстрого охлаждения термически обработанного молока. Ученые рекомендовали термообработку при 65 °С в течение 20 с, поскольку это было минимальным условием для увеличения срока годности коровьего молока на 4 дня при 4 °С. Термизация при 60 °С в течение нескольких секунд улучшает вкус/аромат обезжиренного молока, а срок годности увеличивается до 3 дней при хранении при 4-8 °С. Поскольку термизация представляет собой мягкую термическую обработку, за термизацией всегда следует пастеризация или более жесткая термическая обработка [1].

Это не подходит для производства питьевого молока, но позволяет дольше хранить сырое молоко перед переработкой, например, в некоторые сыры. Питьевое молоко получают путем пастеризации при 72-80 °С в течение 15-30 с, а периодическую пастеризацию при 90-95 °С в течение 3-5 мин применяют при производстве йогуртов. Обработка с увеличенным сроком хранения при температуре 125-140 °С в течение 1-10 с позволяет продлить срок хранения питьевого молока, но только в том случае, если применяется хранение при температуре охлаждения: для обеспечения хранения при температуре окружающей среды обработка при сверхвысоких температурах требуется (135-150 °С в течение 1-10 с). Наиболее жесткая термическая обработка – стерилизация в таре, 110-120 °С в течение 10-20 мин или 125 °С в течение 5 мин, опять же дает питьевое молоко с длительным сроком хранения при температуре окружающей среды.

То, как применяется термообработка, по сути, является одним из двух вариантов: прямой нагрев или непрямой нагрев. Первый заключается либо в подаче пара в предварительно нагретое (70-85 °С) молоко, либо в подмешивании тонких струй молока в пар, как правило, при температуре 127 °С или выше в течение коротких периодов времени (например, 3 с) с последующим охлаждением. и гомогенизация. Косвенный нагрев основан на теплообменниках, которые как технология более рентабельны, чем нетепловые технологии (такие как фильтрация), но не так бережны с точки зрения воздействия нагрева на химический состав молока, как прямой нагрев; воздействие на микроорганизмы одной и той же тепловой нагрузки косвенным и прямым нагревом одинаково.

В качестве необходимых мер дальнейшего развития молочного скотоводства предлагается выполнение следующих мероприятий:

- выявление факторов, влияющих на производство молока, его реализацию, снижение себестоимости;
- использование эффективных инновационных технологий кормопроизводства, содержания скота, совершенствования продуктивности дойного поголовья;
- развитие племенной базы.

Также значительное влияние должно уделяться сохранности молока.

В наибольшей мере это касается проблем, связанных с его охлаждением, при условии энергосбережения, использования нетрадиционных источников энергии. При анализе данных из журнала JARN, охватывающего в своих материалах и сферу малого бизнеса по производству охладителей от 10 до 35 кВт, наибольшее количество продаж охладителей наблюдается в Китае, Тайване и странах южной Европы [4]. В указанных странах эти охладители производятся чаще всего с тепловым насосом, использующим воздух в качестве источника теплоты для испарителей. В условиях жесткой конкуренции производителями предпринимаются следующие меры:

- улучшение качества и повышение надежности охладителей [3];
- из набора хладоносителей, включающих водные растворы неорганических солей, водные растворы гликолей и спиртов, водные растворы на основе солей органических кислот, диоксида углерода, воды, производят замену популярных хладагентов типа Я-14, Я-22 и других аналогичных на хладагенты, не наносящие ущерба окружающей среде и обладающие приемлемыми техническими свойствами;
- повышение эффективности использования энергии при полной или частичной нагрузке охладителей [3].

В настоящее время стало уделяться внимание аккумулирующим системам.

Таким образом, переработка сырого молока для производства ряда безопасных и устойчивых к хранению продуктов включает ряд температурно-временных термических обработок, которые могут осуществляться с помощью различных технологий, но эти термические обработки влияют как на функциональные, так и на органолептические свойства молока.

Список литературы

1. Thermal processing of buffalo milk. – Текст: электронный. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694621003393#sec1>
2. Гайдидей, С.В. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки / С.В. Гайдидей, Н.И. Кузнецова, Е.С. Лисина // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – С. 192-195.
3. Льюдоаккумуляторы Everest // Heat exchange mastery. – Текст: электронный. – URL: <https://www.fic.com/ru/product/Everest>
4. Iiyama, E. Мировые тенденции разработок охладителей и крупного оборудования кондиционирования воздуха / E. Iiyama // JARN. – 2003. – № 6. – С. 70-78.

НООСФЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ В АСПЕКТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Литвинов Владимир Игоревич, к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье излагается о поиске новых моделей деятельности, к которым может быть отнесено ноосферное представление деятельности и, соответственно, использование ноосферного мышления, основанного на новом научном мировоззрении в отношении человеческой деятельности, а также на преобразовании биосферы человеком в своих целях в соответствии с объективными законами природы, техники и общества.

Ключевые слова: ноосфера, деятельность, мышление, мировоззрение, экологическая безопасность

Переход от редуктивного к инновационному образованию обуславливает актуальность поиска новых моделей деятельности [5], в том числе, - экологической. Такой моделью в современном научном знании и культуры может быть ноосферное представление деятельности и соответственно использование ноосферного мышления [1].

Ноосферное мышление формируется на основе нового научного мировоззрения в отношении человеческой деятельности, основанной на преобразовании биосферы человеком в своих целях в соответствии с объективными законами природы, техники и общества, на примате духовного над материальным.

Признаками научного мировоззрения, основанного на концепции ноосферы, по мнению её автора В.И. Вернадского [2], являются:

- отношения, представления о явлениях, доступных современному изучению окружающей нас картины мира; подтверждающих, объясняющих соответствие явлений принципам научного изучения, законам мышления.
- ноосферное мировоззрение проникнуто сознательным стремлением человечества к расширению пределов влияния разума на знание окружающего, охватить его мыслью во всех областях наук.
- ноосферное мировоззрение проверяется не только местом включения в научное мышление, но прежде всего взаимодействием, взаимопроникновением с другими сторонами духовной жизни человечества (религией, философией, искусством).

В соответствии с указанными признаками, решающим и определяющим фактором деятельности человека в условиях ноосферы с учётом экологии и жизни является духовная жизнь человеческих личностей. В.И. Вернадский признает, что мировоззрение, основанное на концепции но-

осферы, служит основополагающим направлением современного научного знания, но не является критерием истины на все времена, т.к. в нём отражается общественное устройство, состояние науки и организации образования.

Ноосферный подход, основанный на ноосферном мировоззрении, - это не только наука, философия и религия; он предполагает взаимное проникновение, дополнение, целеполагание духовной и материальной сторон жизни. Таким образом, центр ноосферного мировоззрения - человеческий разум в единстве биосферы и человечества. Ноосфера – мысль и деятельность сферы взаимодействия природы и общества, техники, в пределах которой разумная деятельность человека становится решающим фактором. Ноосферное представление деятельности согласуется с используемой в настоящее время науке антропоцентрической моделью комплекса жизнедеятельности: «Человек - Природа - Техника - Общество». Как всякая развивающаяся, динамическая, открытая система, ноосфера обладает способностью сохранять свою сущность, равнозначно свою жизнь, то есть, - обеспечивать безопасность, в том числе, – экологическую [3, 4].

Экологическая составляющая опасности и безопасности жизни актуализируются функциями системы и её элементов.

Функции ноосферы – плановая, единообразная деятельность для овладения природой, правильным распределением богатств, связанное с единством и равенством людей. Человек должен мыслить и действовать не в аспекте отдельной личности, но в планетном аспекте биосферы (функция человека в ноосфере). Роль человечества в ноосфере сводится с одной стороны к стихийному стремлению к независимости от окружающей его природы, с другой, – стремлению овладеть окружающей его природой.

Создание ноосферы обусловлено вхождением человечества в биосферу и его рациональной, общественной, технической, научной деятельностью по преобразованию вещества и энергии биосферы.

Таким образом, экология и жизнь, ноосферное мышление соотносятся как средство, цель и метод безопасности жизнедеятельности.

Объектом экологической безопасности, в конечном счете, является жизнь, т.е. человек, как центральный элемент системы жизнедеятельности в условиях ноосферы. Как иницирующий и интегрирующий элемент, человек является носителем, создателем экологической опасности, и в тоже время носителем, создателем экологической безопасности, т.е. субъектом и средством экологической составляющей жизнедеятельности.

Ноосферное мышление восстанавливает целостность законов мироздания и экологической безопасности жизни в их сущности и, обуславливая тем самым, реализацию их потенциалов в биологическом, социально-технологическом, духовном, природном измерениях. Декомпозиция измерений позволяет конкретизировать не только содержание образовательной деятельности в области экологии [3, 6], но и определить направленность

системы воздействия на экологическую опасность.

С учётом выполненной ранее методологической работы [7, 8, 9] в аспекте безопасности и ноосферного подхода, меры могут быть представлены в обобщенном виде таблицей и в виде диаграммы, отражающей взаимосвязь и взаимозависимость, составляющих духовной сферы деятельности (рис. 1).

Рисунок 1 – Взаимосвязь и взаимозависимость, составляющих духовной сферы деятельности

Объект деятельности					Механизм деятельности		
Ч	П		Т	О	П	Н	С
Направления							
Био	Соц	Дух	Техно	Ср.О.			
Духовная область							
Мир		Культ		Нрав			
Н		О		М			
Р		И		В			
Ф		Я		П			

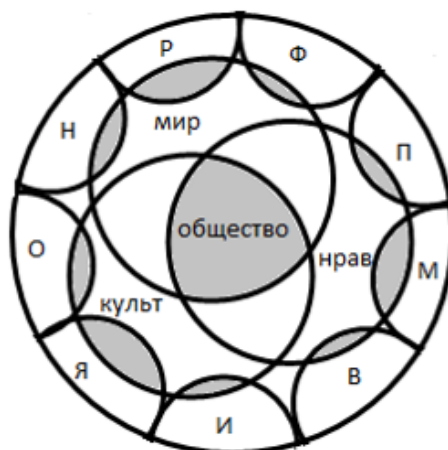


Рис. 1. Духовная сфера жизнедеятельности

Принятые сокращения составляющих системы деятельности по обеспечению экологической безопасности: Объект деятельности: Человек (Ч), Природа (П), Техника (Т), Общество (О) Направления деятельности: Биологическое (Био), Социальное (Соц), Духовное (Дух), Техническое (Техно), Среда обитания (Ср.О) Область и вид духовной деятельности: Мировоззрение (Мир), Культура (Культ), Нравственность (Нрав), Наука (Н), Религия (Р), Философия (Ф), Право (П), Мораль (М), Воспитание (В), Искусство (И), Язык (Я), Образование (О). Механизм деятельности: Потребности (П), Нормы (Н), Способности (С).

Список литературы

1. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера: учебник / В.И. Вернадский. – Москва: Айрис-пресс, 2008. – 576 с. – Текст: непосредственный.
2. Тер-Акопов. Безопасность человека: Социальные и правовые основы:

учебник / Тер-Акопов. – Москва: Норма, 2005. – 272 с. – Текст: непосредственный.

3. Чапаев, Н.К. Философия и история образования: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Н.К. Чапаев, И.П. Верещагина. – Москва: Издательский центр «Академия». 2013. – 288 с. – Текст: непосредственный.

4. Чеконин, А.А. Методологические аспекты безопасности жизнедеятельности на производстве: монография / А.А. Чеконин. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – 127 с. – Текст: непосредственный.

5. Чеконин, А.А. Методологические аспекты экологически безопасного использования техники. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности / А.А. Чеконин. – Текст: непосредственный // Сборник научных статей. Выпуск 4. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2001.

6. Чеконин, А.А. К методологии решения инженерных проблем экологии / А.А. Чеконин, А.Н. Дороговцев. – Текст: непосредственный // Материалы международной конференции «Инженерные проблемы экологии». Сборник научных статей. Выпуск 1. – Вологда, 1993.

7. Литвинов, В.И. Охрана труда: учебное пособие / В.И. Литвинов, В.А. Раков. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2017. – 167 с. – Текст: непосредственный.

8. Литвинов, В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учебное пособие / В.И. Литвинов, И.Н. Кружкова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. – 202 с. – Текст: непосредственный.

9. Шпилева, А.И. Значимость безопасности труда на производстве / А.И. Шпилева, В.И. Литвинов. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы V международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – С.236-242.

УДК 631.374

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСОЛЬНОГО КРАНА ДЛЯ РУЛОНОВ ЛЬНОТРЕСТЫ

*Лобазов Тимофей Павлович, студент-магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в работе представлен расчет устойчивости передвижного консольного крана для подъема рулонов льнотресты.

Ключевые слова: консольный кран, рулон льнотресты, устойчивость

Льноводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства нашей страны. Лен является системообразующим в сельском хозяйстве, текстильной, швейной, пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности, а также в строительной индустрии и производстве целлюлозы для изготовления продукции оборонного назначения. Социальное значение льняного комплекса проявляется в возможности более полного использования трудовых ресурсов и повышения уровня занятости сельского населения. Особенно это важно для Центрального и Северо-Западного федеральных округов, ряда Сибирских регионов, где низкоплодородные почвы малопригодны для выращивания других сельскохозяйственных культур [1-5].

Для подъема рулонов льнотресты с пола, перемещения и установки его на приемный стол линии переработки льнотресты предлагается проект передвижного консольного крана с ручным приводом (рис. 1).

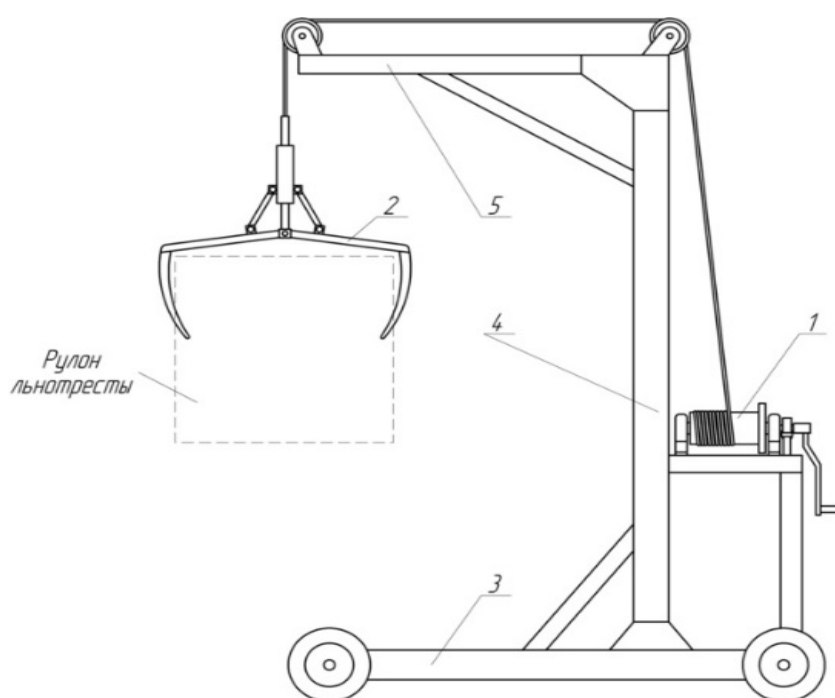


Рис. 1. Общий вид передвижного консольного крана:

1 – лебедка; 2 – механизм захвата рулона; 3 – основание; 4 – стойка; 5 – стрела

Устойчивость крана должна быть обеспечена для всех его положений при любых возможных комбинациях нагрузок в процессе эксплуатации. Различают собственную и грузовую устойчивость. Собственная устойчивость крана обеспечена за счет широко расставленных опорных колес.

Проведем расчет грузовой устойчивости. Для кранов с фронтальной навеской грузоподъемного органа проверяют продольную устойчивость.

На кран (рис. 2) действуют моменты от сил, стремящихся опрокинуть его (масса груза, ветровые нагрузки, силы инерции движущихся ча-

стей, нагрузки от уклона), и силы, удерживающие кран от опрокидывания, это масса крана $G_{кр}$ и масса противовеса $G_{пр}$. Эти силы с учетом плеча их действия относительно ребра опрокидывания крана (точка A) создают соответственно опрокидывающий и удерживающий моменты.

Проведем расчет продольной устойчивости. Устойчивость крана определяют для наиболее неблагоприятных условий его работы. Так, при расчете продольной устойчивости крана предполагают, что кран поднимает груз $G_{гр}$, равный грузоподъемности крана на данном вылете, при этом груз имеет максимально возможную площадь; ветровые нагрузки рабочего состояния W_v действуют со стороны противовеса, кран стоит на уклоне α (в сторону груза).

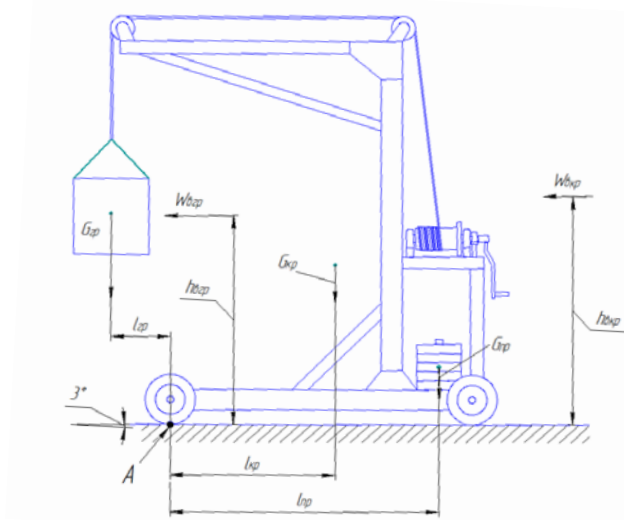


Рис. 2. Схема к определению продольной устойчивости

Коэффициент продольной устойчивости:

$$K_n = \frac{M_{кр} + M_{пр} - M_u - M_v}{M_{отр}} \geq 1,3 \quad (1)$$

где $M_{кр}$, $M_{пр}$, M_u , M_v , $M_{отр}$ – моменты соответственно от массы крана, массы противовеса, сил инерции, ветровой нагрузки и суммарной силы отрыва груза, Н·м.

Вес передвижного крана ориентировочно:

$$Q_{кр} = Q \cdot g \cdot \frac{L + H}{L_0 + H_0} \quad (2)$$

где Q – максимальная грузоподъемность, кг; $Q = 400$ кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

L и H – вылет и высота подъема крана, м;

L_0 и H_0 – вылет и высота подъема эталонного крана, м.

$$Q_{кр} = 400 \cdot 9,8 \cdot \frac{1,8 + 1,5}{4} = 3234 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = Q_{кр} \cdot l_{кр} \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

где $l_{кр}$ – расстояние от центра тяжести крана до точки опрокидывания A , м;
 $l_{кр} = 1,2$ м;

α – угол уклона, принимаем $\alpha = 3^\circ$.

$$M_{кр} = 3234 \cdot 1,2 \cdot \cos 3^\circ = 3875 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент создаваемый противовесом:

$$M_{np} = Q_{np} \cdot l_{np} \quad (4)$$

где Q_{np} – масса противовеса, кг; принимаем $Q_{np} = 10$ кг;

l_{np} – расстояние от центра противовеса до точки опрокидывания A , м; $l_{np} = 2$ м.

$$M_{np} = 10 \cdot 9,8 \cdot 2 = 196 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент от сил инерции:

$$M_u = \frac{Q \cdot v_n \cdot l}{t} \quad (5)$$

где v_n – скорость подъема груза, м/с; $v_n = 2,5$ м/мин = $0,04$ м/с;

t – время пуска, торможения, с; $t = 5$ с;

l – расстояние от точки опрокидывания до центра точки крепления груза (перпендикулярно оси крана), м; $l = 1,5$ м.

$$M_u = \frac{400 \cdot 0,04}{5} \cdot 1,5 = 4,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Ветровая нагрузка на кран и груз:

$$W_{кр} = v_\epsilon \cdot A_{кр} \quad (6)$$

$$W_{взр} = v_\epsilon \cdot A_{взр} \quad (7)$$

где v_ϵ – распределенная ветровая нагрузка, Н/м²;

$A_{кр}$ – расчетная площадь поверхности крана, воспринимающая ветровую нагрузку м²;

$A_{взр}$ – расчетная площадь поверхности груза, воспринимающая ветровую нагрузку м².

$$v_\epsilon = q_o \cdot k \cdot c \cdot \gamma \cdot \beta \quad (8)$$

где q_o – скоростной напор, Н/м²; кран находится в помещении $q_o = 0$ Н/м²;

k – поправочный коэффициент возрастания скоростного напора, зависит от высоты конструкции; $k = 1$;

c – аэродинамический коэффициент; $c = 1,2$;

γ – коэффициент перегрузки; $\gamma = 1,1$;

β – коэффициент, учитывающий динамический характер приложения ветровой нагрузки; $\beta = 1,2$.

$$v_\epsilon = 0 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 0 \text{ Н/м}^2.$$

$$W_{вкр} = 0 \cdot 1,6 = 0 \text{ Н}.$$

$$W_{взр} = 0 \cdot 1,1 = 0 \text{ Н}.$$

$$M_{\varepsilon} = M_{\text{вкр}} + M_{\text{вгр}} \quad (9)$$

где $M_{\text{вкр}}, M_{\text{вгр}}$ – моменты от ветровых нагрузок, соответственно, на кран и груз, Н·м.

$$M_{\text{вкр}} = W_{\text{вкр}} \cdot h_{\text{вкр}} \quad (10)$$

$$M_{\text{вгр}} = W_{\text{вгр}} \cdot h_{\text{вгр}} \quad (11)$$

где $h_{\text{вкр}}$ – высота приложения ветровой нагрузки на кран, м;

$h_{\text{вгр}}$ – высота приложения ветровой нагрузки на груз, м.

$$M_{\text{вкр}} = 0 \cdot 2 = 0 \text{ Н·м.}$$

$$M_{\text{вгр}} = 0 \cdot 1,5 = 0 \text{ Н·м.}$$

$$M_{\varepsilon} = 0 + 0 = 0 \text{ Н·м.}$$

Момент суммарной силы отрыва груза:

$$M_{\text{отр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \varepsilon \cdot l_{\text{гр}} \quad (12)$$

где $Q_{\text{гр}}$ – вес груза, Н; $Q_{\text{гр}} = 3920 \text{ Н}$;

ε – коэффициент отрыва груза, для несвязных грузов $\varepsilon = 1$;

$l_{\text{гр}}$ – расстояние от точки опрокидывания до центра груза, м;

$l_{\text{гр}} = 0,2 \text{ м.}$

$$M_{\text{отр}} = 3920 \cdot 1 \cdot 0,2 = 784 \text{ Н·м.}$$

$$K_n = \frac{3875 + 196 - 4,8 - 0}{784} = 5,1.$$

Продольная устойчивость крана обеспечена.

Устойчивость крана при уклоне 3° , при поднятии груза 400 кг обеспечена.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // В сборнике: Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы V Международной молодежной научно-практической конференции. – 2020. – С. 246-250.
2. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
3. Шушков, Р.А. Пункт досушки рулонов льнотресты / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники. Сборник статей Международной научно-практической конференции: 100 лет в диалоге с наукой. редакционный совет: А.И. Трубилин, Р. Бендиш, члены совета –

- Ю.Л. Федулов, Т.Н. Полутина, С.М. Сидоренко и др., 2013. С. 134-136.
4. Шушков, Р.А. Обоснование способа досушивания прессованного в рулоны льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 2 (6). – С. 85-90.
5. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 5 (23). – С. 136-142. – Текст: непосредственный.

УДК 631.365.22

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СУШКИ ЗЕРНА С ПОДАЧЕЙ ТЕПЛА,
ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ СЕМЯН, В ТОПОЧНЫЕ
УСТРОЙСТВА СУШИЛОК**

*Механиков Вениамин Александрович, студент-магистрант
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: одним из путей снижения энергозатрат при сушке зерна является повторное использование теплоты отработанного агента сушки для этого необходимо возвращать слабонасыщенный влагой теплоноситель в зону сушки более влажного зерна или топочные устройства сушилок.

Ключевые слова: зерно, сушка зерно, влажность зерна, влагосодержание, сушилка, расход топлива на сушку, моделирование сушки зерна

Охладительные колонки шахтных сушилок или бункера активного вентилирования, применяемые для охлаждения зерна после сушки, являются калориферами-подогревателями, и подогретый в них воздух целесообразно подавать в топочные устройства сушилок для снижения расхода топлива при последующем его нагреве.

Для обоснования экономической целесообразности разработки и внедрения технологии сушки зерна с подачей в топочный блок сушилки подогретого воздуха, полученного при охлаждении зерна после сушки, необходимо выполнить расчеты часового расхода топлива при применении альтернативных вариантов процесса сушки зернового вороха - без использования подогретого воздуха и с использованием подогретого воздуха.

Для оценки влияния основных факторов на ход процесса сушки влажного зернового вороха с подачей в топочный блок сушилки подогретого воздуха, полученного при охлаждении зерна после сушки необходимо разработать имитационную модель и реализовать модельный эксперимент,

направленный на определение часового расхода топлива при сушке зернового вороха при заданных условиях.

Входные параметры: температура теплоносителя на выходе из топочного блока t_1 , °C; температура теплоносителя на выходе из сушильной камеры t_2 , °C; температура воздуха на выходе из охладителя t_3 , °C; конечная влажность зернового вороха W_k , %.

Воздействие внешней среды: температура окружающего воздуха t_o , °C; относительная влажность окружающего воздуха φ_o , %; начальная влажность зернового вороха W_n , % [5].

Выходной параметр: часовой расход дизельного топлива или газа при сушке зернового вороха G_T , кг/ч.

Программа математической модели

В соответствии с выбранной технологией подсушки зернового вороха составили программу имитационной модели на языке GPSS, которая представлена на рисунке 1.

```

10 * SUSHKA ZERNA I CHASOVOY RASHOD TOPLIVA (GAZA)
20 * VOLOGODSKAYA GMHA
30 SUSHKA FVARIABLE -T1#LOG((1+RN1)/1000)
40 PODACHA FVARIABLE -T2#LOG((1+RN1)/1000)
50 PUVL VARIABLE ((Wn-Wk)/(100-Wk)) ;процент удаляемой влаги
60 VLAGA VARIABLE ((1000000)/(d2-d1))#((J2-J0)/(Qc#η))
70 XPDIS FUNCTION RN1,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
80 * 1 segment - зерно
90 GENERATE 50, FN$XPDIS, 1 ;поступл. зерн. вороха
100 SPLIT 10000, MET1 ;разделение на килогр.
110 MET1 LINK BUNK, FIFO, MET2 ;приём зерна в бункер
120 MET2 SEIZE DOZATOR ;начало подачи кг зерна
130 UNLINK BUNK, MET2, 1 ;вывод кг зерна из бунк.
140 ADVANCE V$PODACHA ;подача кг зерна
150 RELEASE DOZATOR ;оконч. подачи кг зерна
160 SEIZE SUSH ;начало сушки кг зерна
170 ADVANCE V$SUSHKA ;сушка кг зерна
180 RELEASE SUSH ;оконч. сушки кг зерна
190 TRANSFER V$PUVL, ZER, VL ;удаление влаги
200 VL SPLIT V$VLAGA, TOPL, KOVL ;расч. расх. топл.
(газа)
210 KOVL TERMINATE ;счётчик удалён. влаги, кг
220 ZER TERMINATE ;счётчик сухого зерна, кг
230 TOPL TERMINATE ;часовой расход топлива (газа),
г/ч (дм³/ч)
240 * 1 segment - time
250 GENERATE 3600 ;время 1 часа, с
260 TERMINATE 1 ;счётчик завершений
270 * control cards
START 1 ;кол-во часов работы
END

```

Рис. 1. Программа имитационной модели сушки зернового вороха с подачей в топочный блок сушилки подогретого воздуха, полученного при охлаждении зерна после сушки

В данной имитационной модели в качестве транзакта принят один килограмм зернового вороха, а за единицу модельного времени принят интервал времени 1 секунда.

Подготовка исходных данных для работы с программой:

- принять начальную (W_n) и конечную влажность (W_k) зернового вороха, а также температуру (t_o) и относительную влажность окружающего воздуха (φ_o);
- для заданных условий по диаграмме H-d состояния влажного воздуха

(приложение А) определить: влагосодержание теплоносителя на выходе из сушильной камеры (d_2), г/кг; влагосодержание воздуха на входе в топочный блок (d_1), г/кг; энтальпию теплоносителя на выходе из сушильной камеры (J_2), кДж/кг; энтальпию воздуха на входе в топочный блок (J_0), кДж/кг;

- при подготовке исходных данных можно принять, что теплота сгорания (Q_C) природного газа – 33270 кДж/м³, а теплота сгорания дизельного топлива (Q_C) - 42620 кДж/кг;
- коэффициент полезного действия (η) для топочных блоков, работающих в качестве теплообменника, $\eta = 0,5$.

В тексте программы полужирным курсивом выделены переменные величины, значения которых устанавливаются в зависимости от заданного режима обработки зернового вороха, производительности дозатора и производительности сушилки зернового вороха. [6]

Название, единицы измерения и условные обозначения переменных величин представлены в таблице 1.

Применены следующие условные обозначения одноканальных устройств (оборудования зерносушильного пункта): SUSH - сушилка; DOZATOR - дозирующее устройство, обеспечивающее дозированную подачу зерна в сушилку.

Условные обозначения накопителей (бункеров): BUNK – бункер активного вентилирования под сырое зерно.

Таблица 1 – Переменные величины, используемые при моделировании

Название и единица измерения переменной величины	Условное обозначение в программе
Среднее время сушки 1 кг зернового вороха сушилкой (t_c), с/кг	T_1
Среднее время подачи 1 кг зернового вороха при разных вариантах дозирования (t_n), с/кг	T_2
Начальная влажность зернового вороха, %	W_H
Конечная (кондиционная) влажность зернового вороха, %	W_K
Влагосодержание теплоносителя на выходе из сушильной камеры, г/кг	d_2
Влагосодержание воздуха на входе в топочный блок, г/кг	d_1
Энтальпия теплоносителя на выходе из сушильной камеры, кДж/кг	J_2
Энтальпия воздуха на входе в топочный блок, кДж/кг	J_0
Удельная теплота сгорания дизельного топлива (газа), кДж/кг (м ³)	Q_C
Коэффициент полезного действия топочного блока (теплообменника)	η

Разделение партии поступившего зернового вороха на отдельные килограммы моделируется блоком SPLIT. Операнд А этого блока задаёт количество килограммов зернового вороха в одной партии.

Бункер активного вентилирования моделируются блоками LINK и UNLINK с соответствующими операндами. Блок LINK определяет количество килограммов зернового вороха, поступивших в бункер, и задаёт порядок формирования очереди, а функцию вывода очередного килограмма зернового вороха из бункера выполняет блок UNLINK.

Выделение влаги при сушке зернового вороха осуществляется с помощью блока TRANSFER. Процент выделяемой влаги, определяется с помощью оператора определения VARIABLE. Переменная имеет единственный СЧА с названием V, значением которого является результат вычисления арифметического выражения, определяющего процент выделяемой влаги в долях от единицы при определённом значении начальной влажности зернового вороха (W_H) и определённом значении конечной влажности (W_K).

Задействованные в модели блоки TERMINATE являются счётчиками килограммов выделенной влаги (KOLVL), килограммов полученного сухого зерна (ZER) и граммов топлива (дм^3 газа), израсходованного в течение часа или за весь период работы сушильного оборудования (TOPL).

Запуск модели осуществляется картой START. Если требуется определить часовой расход топлива и промоделировать работу оборудования в течение 1 часа, то количество стартов указывается равным 1 и тогда в сегменте TIME блок GENERATE создаст первый транзакт в момент модельного времени, равный 3600. Но этот транзакт окажется и последним в данном сегменте, так как, войдя в блок TERMINATE, он обратит в 0 содержимое счетчика завершений, установленное оператором START равным 1. Таким образом, в этой модели гарантируется завершение прогона в определенный момент модельного времени.

По завершении прогона модели из стандартного отчета определить:

- количество обработанных килограммов влажного зернового вороха;
- количество полученных килограммов сухого зерна;
- количество килограммов влаги, удалённой при сушке;
- процент загрузки оборудования;
- среднее время сушки 1 кг зернового вороха;
- часовой расход дизельного топлива или газа.

Список литературы

1. Кузнецов, Н.Н. Исследование технологии сушки зерна с подачей тепла, полученного при его охлаждении, в топочные устройства сушилок / Н.Н. Кузнецов, Е.П. Алексеев. – Текст: непосредственный // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №4(19). –

С. 117-121.

2. Юнин, В.А. Процесс сушки измельченного растительного материала в барабанной сушилке / В.А. Юнин, А.М. Захаров, Н.Н. Кузнецов, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2020. – № 1 (57). – С. 335-349.

3. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Кузнецов. – Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Санкт-Петербург, 2007. – Текст: непосредственный.

4. Попов, В.Д. Исследование сушки прессованной в рулоны провяленной травы / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 47-49.

5. Шушков, Р.А. Обоснование способа досушивания прессованного в рулоны льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Орбинский. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – №2(6). – С. 85-90.

6. Кузнецов, Н.Н. Имитационное моделирование работы технологической линии послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, Р.А. Шушков, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – №57. – С. 235-240.

УДК 631.153.3

СЕРВИС КОНТРОЛЯ И УЧЕТА РАБОТ В АГРОБИЗНЕСЕ «АГРОСИГНАЛ» КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия
Крюков Артем Александрович, рук. направления
цифровизации производства ООО «Вектор М-8»*

Аннотация: сервис контроля и учета работ в агробизнесе «Агросигнал» позволяет более точно планировать сельхозработы, ставить задачи, контролировать их выполнение и принимать оперативные решения производителям, что благотворно сказывается на ресурсосбережении.

Ключевые слова: сервис, контроль, учет, мониторинг, агробизнес, планирование, принятие управленческих решений, ресурсосбережение

Достижение устойчивого развития аграрной экономики в настоящее время и в перспективе требует решения проблемы оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения.

В производстве сельскохозяйственной продукции задействованы труд (производственный персонал и др.), энергетические (горюче-смазочные материалы различного происхождения), материально-сырьевые (почвы, окружающая среда, машинно-тракторный парк, инфраструктура, удобрения и др.) и информационные ресурсы. Проблему ресурсосбережения следует рассматривать с позиций агроэкологических проблем земледелия, систем растениеводства, машинных технологий и машин комплексной механизации сельскохозяйственного производства, учитывая, что они являются ключевыми ресурсами в производстве сельскохозяйственной продукции.

Несоблюдение агротехнологий в сельском хозяйстве негативно влияет на плодородие почвы и окружающую среду, вызывая ряд проблем.

В последние годы в сельском хозяйстве используются новейшие технологии, такие как системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), специальные датчики, аэрофото- и спутниковые снимки, а также специальные программы для агробизнеса. Собранные данные используются для планирования посева, расчета норм внесения удобрений и средств защиты растений, более точного прогнозирования урожайности и финансового планирования [1].

Агросигнал - это онлайн сервис контроля и учета работ в агробизнесе, который является неотъемлемой частью схемы принятия управленческих решений (рисунок 1) и предлагает:

- ✓ предотвратить потери;
- ✓ сократить расходы;
- ✓ повысить производительность;
- ✓ повысить качество;
- ✓ контролировать и корректировать работу в полях;
- ✓ структурировать информационные потоки;
- ✓ минимизировать человеческий фактор. [2]

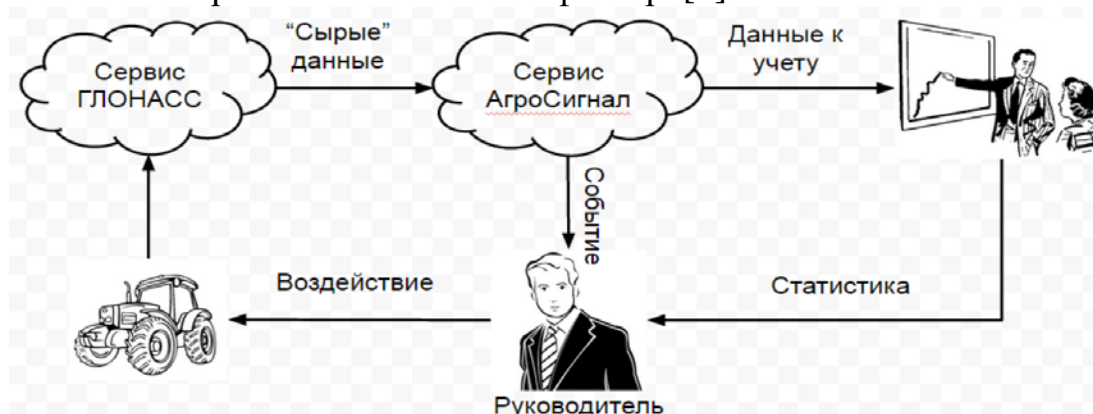


Рис.1. Схема принятия управленческих решений в агробизнесе

Агросигнал – система, работающая через Интернет.

Для начала работы необходимо войти в систему Агросигнал, перейдя по ссылке и введя учетные данные <https://geo.agrosignal.com/>

В рабочей области браузера появится окно программы Агросигнал.

В открывшемся окне будут представлены сведения по организации из режима *Мониторинг*.

Это режим предоставления оперативной информации и работы с ней в актуальном времени, при этом имеющий возможность управления временем показа в разрезе всей организации (*Карта, поля, техника, работы, треки* и многое другое).

Пользователям доступны данные по местоположению техники, по трекам (траекториям движения), скорости, времени, виду и этапам работы, план-факту и другая оперативная информация.

Основные элементы окна программы Агросигнал представлены на рисунке 2.

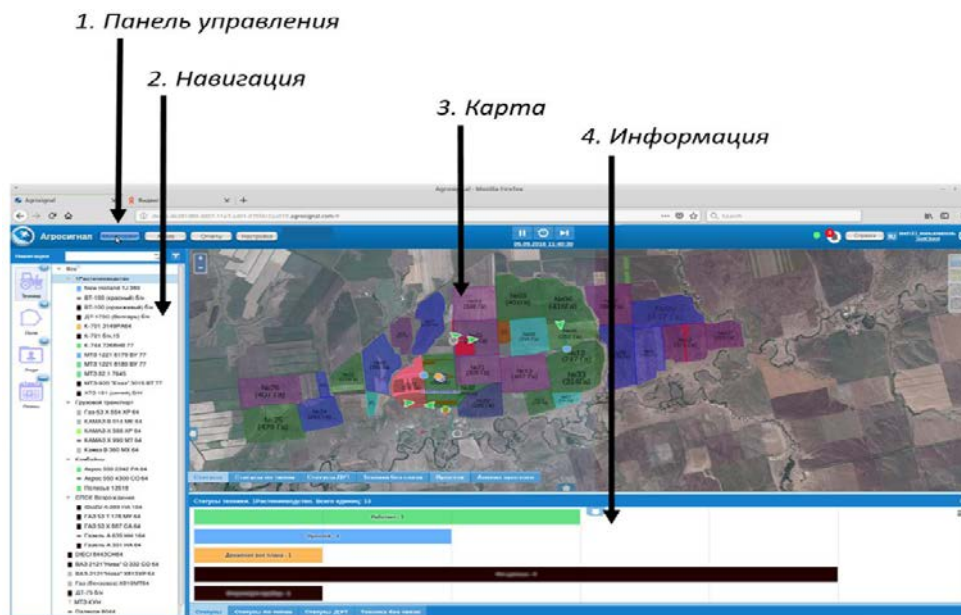


Рис. 2. Основные элементы окна программы Агросигнал

1. Панель управления – основное меню выбора режимов работы в системе.

Мониторинг – режим предоставления оперативной информации и работы с ней в актуальном времени, при этом имеющий возможность управления временем показа в разрезе всей организации (*Карта, поля, техника, работы, треки* и многое другое).

Архив – режим получения сведений по ТС с элементами мониторинга, для проведения анализа по конкретной единице за выбранный период времени, с возможностью разбивки по суточным интервалам и их объединению в единый.

Отчеты – режим, позволяющий получать многочисленную отчетную информацию на уже готовых формах. Предложена гибкая настройка

имеющихся колонок каждого отчета, группировка и сортировка по ним, фильтрация. Имеются функции вывода на печать и выгрузки в Excel или .pdf.

Настройки – открывают доступ к разнообразным справочникам системы, длительному и ежесуточному планированию, контролю элементов организации.

Бюджет – блок планирования затрат, основывающийся на экономических параметрах организации, нормах и стоимости ТМЦ, ценах ГСМ, составлении техкарт. Раздел имеет собственную отчетность с экономическими показателями выбранного бюджета и рентабельности.

2. Навигация

В этой части рабочей области представлены *объекты мониторинга* в виде списка с активными кнопками: техника, поля, люди, маршруты и границы, планы, весовые, наемная техника, оперативное управление, метеостанции и датчики.

3. Карта

Большую часть рабочей области программы Агросигнал занимает Карта, наглядно демонстрирующая работу предприятия (рисунок 3).

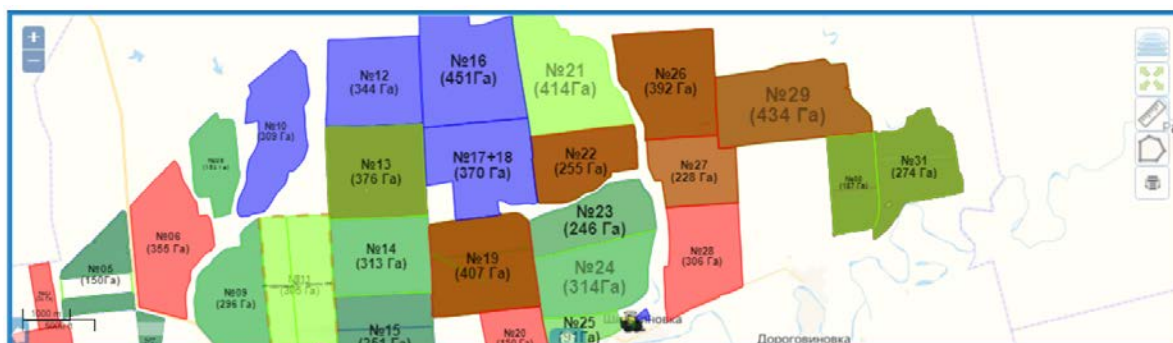


Рис.3. Область Карта

Внизу, под картой, присутствует область

4. *Информация* со статусами, а также аналитикой (рисунок 4).

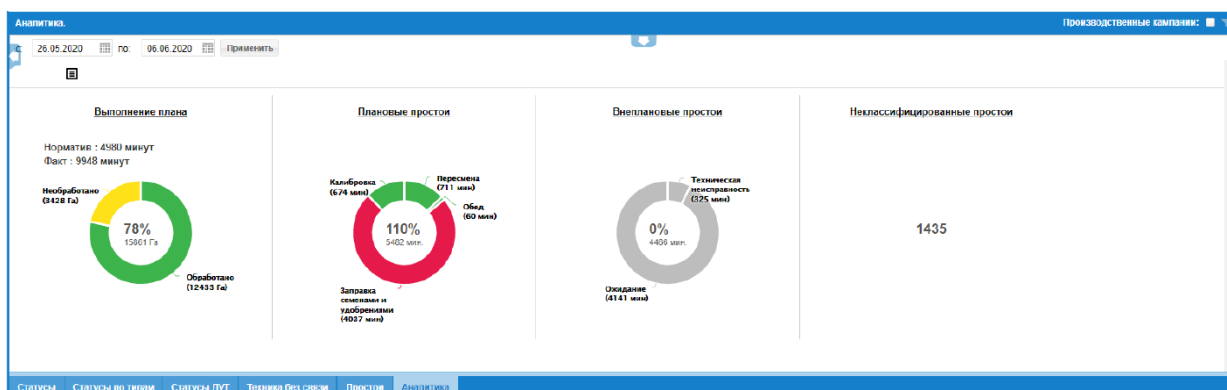


Рис.4. Окно Аналитика

Аналитика предназначена для анализа хода выполнения каждой производственной кампании и суточного плана, а также для подведения статистики по простоям. Этот инструмент позволит обнаружить «узкие места» снижающие производительность.

Ежегодные планы

При формировании ежегодных планов создается структура посевных площадей с указанием культур и планируемых работ по техкарте, в течение всего цикла. Ведение данных планов позволяет получить отображение в оперативном режиме карты культур, а также информацию о культурах в отчетах по работам. Производить план-фактный анализ (рисунок 5).

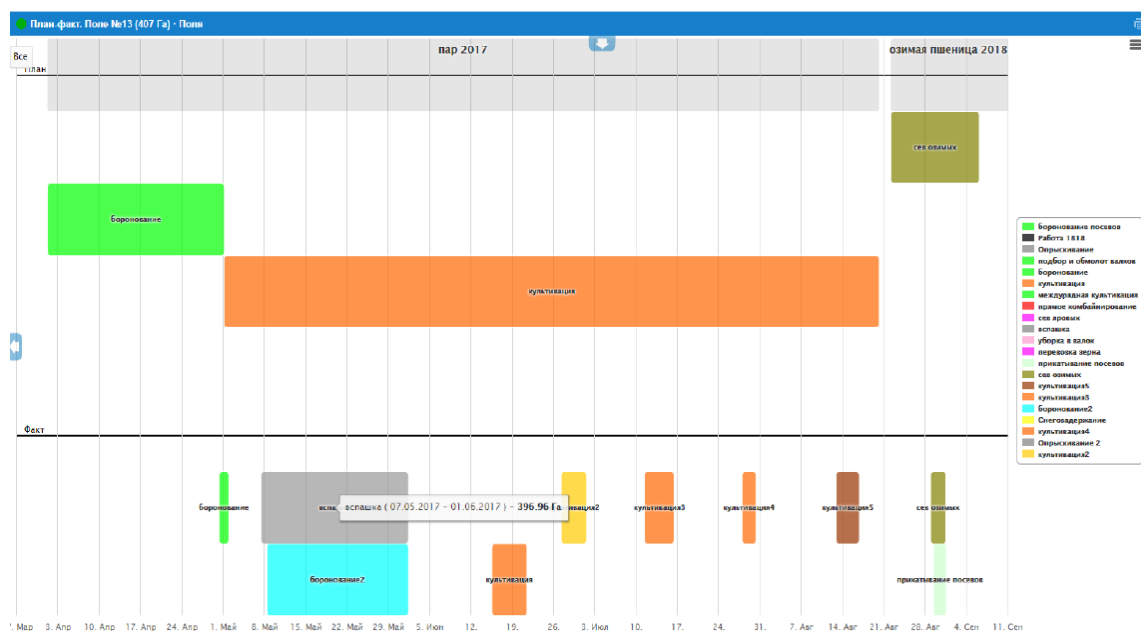


Рис.5. План-фактный анализ

Заключение. Ресурсосбережение - это процесс эффективного использования материальных, технических, трудовых, финансовых и других ресурсов. Ресурсосберегающие мероприятия включают технический, технологический, организационный и экономический блоки. Под организационно-экономическим механизмом ресурсосбережения понимается система взаимосвязанных организационно-экономических мер, направленных на повышение эффективности использования и стимулирование экономии материально-технических ресурсов, а также производства сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами всех ресурсов в денежном и натуральном выражении.

Список литературы

1. Труфляк, Е.В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства в растениеводстве: курс лекций / Е.В. Труфляк. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2015. – Текст: непосредственный.

2. Комплексная цифровая платформа для управления агробизнесом Агросигнал. – Текст: электронный. – URL: <https://agrosignal.com>

3. Михайлов, А.С. Цифровые платформы для агробизнеса / А.С. Михайлов, А.В. Карамышев, А.А. Крюков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы VI Международной молодежной научно-практической конференции. – 2021. – С. 95-98.

УДК 621.74

ЛИТЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Парфёнов Антон Иванович, студент
Андрушевич Андрей Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
УО БГАТУ, г. Минск, Беларусь*

Аннотация: работа посвящена применению и технологии получения литых композиционных материалов для деталей машин агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: литьё, композиционный материал, машины, детали, агропромышленный комплекс

Введение. При эксплуатации машин и оборудования, сельскохозяйственной техники, важную роль играет снижение расходов на техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты. Повышение износостойкости поверхностей детали в узлах трения являются одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса (АПК). Для её решения необходимо переходить к использованию новых перспективных материалов, включая композиционные материалы (КМ) [1, 2].

Композиционные материалы характеризуются комплексом необходимых механических, технологических, эксплуатационных и экономических свойств, отвечающих поставленным требованиям. Износостойкость композиционных материалов является основным критерием оценки их использования, однако при эксплуатации изделий в условиях ударных и изгибающих нагрузок важными факторами, определяющими сопротивление износу, служат прочностные свойства (прочность, пластичность, ударная вязкость).

Литые композиционные материалы (ЛКМ) формируются в результате многостадийных процессов, к которым относятся окисление и испарение армирующих элементов и расплава матрицы, физико-химическое взаимодействие жидкой и твердой фаз, диффузионные процессы, затвердевание и кристаллизация матрицы и др. ЛКМ по своему внутреннему строе-

нию, наиболее полно соответствуют принципу Шарпи, обеспечивая режим «безизносного трения», особенно при низких скоростях относительного движения и высокой удельной нагрузке в узлах трения [2]. Они обладают повышенными антифрикционными свойствами. ЛКМ из-за высокой технологичности их получения и сравнительно невысокой стоимости широко применяется для повышения износостойкости деталей в узлах трения [3, 4]. В тоже время для увеличения производительности и технологичности следует обратить внимание на технологические параметры процесса и выбор типа литейной оснастки, особенно при формировании композиционных структур на основе железоуглеродистых сплавов [4].

Для каждого вида синтеза КМ выделяется признак, на основании которых производится оценка, определение и классификация, позволяющие установить предельные значения свойств материалов и параметров процесса, определить границы применимости, сформулировать условия сходимости компонентов, оценить эффективность процесса получения и применения композита.

Известен ряд технологических процессов получения КМ, таких как порошковая металлургия, лазерная наплавка, аддитивные технологии, а также литейное производство. У последней технологии есть достаточно большие перспективы, связанные с невысокой стоимостью технологического оборудования и оснастки по сравнению с другими методами [3]. Для производства композиционного материала наиболее широко используются твердофазные и жидкофазные процессы.

Твердофазное взаимодействие компонентов подразделяют на статические, динамические и импульсные методы. В свою очередь, статическое взаимодействие объединяет такие процессы как диффузионная сварка, гидростатическое компактирование, изостатическое и термокомпрессионное формирование, прессование, спекание. Динамическое воздействие на компоненты композита включает в себя: прокатку, волочение, горячее прессование, вальцовочное и роликовое формирование. Импульсное воздействие объединяет магнитно-импульсное компактирование, сварку взрывом, электроимпульсное компактирование, гидроимпульсного формирования.

При жидкофазном взаимодействии компонентов композиционного материала выделяют следующие методы:

1. Направленную кристаллизацию заготовок;
2. Инфильтрацию расплавом (протягивание через расплав волокон, нитей, жгутов, тканей);
3. Инфильтрацию при нормальном давлении каркасов и армирующих компонентов в свободной засыпке, а также компрессионную и вакуумно-компрессионную инфильтрацию;
4. Заливку армирующих компонентов свободной струей и/или под давлением;

5. Заливку в электромагнитном поле;
6. Заливку и кристаллизацию под давлением; заливку и кристаллизацию в условиях вибрации.

Технологическая схема получения КМ методом литья включает следующие операции: подготовка компонентов (калибровка, подготовка поверхности армирующих элементов); подготовка матричного сплава; размещение армирующих элементов в форме; нагрев формы; заливка металлическим сплавом, пропитка; выдержка в форме, охлаждение и выемка из формы; термическая и механическая обработка композиционных изделий [5].

Из разработанных материалов могут изготавливаться детали технически агропромышленного комплекса практически любой геометрической формы и размера, включая биметаллические заготовки, например, направляющие различного назначения, червячные колеса, втулки, подшипники скольжения, шестерни. На рисунке 1 показаны полученные изделия из композиционного материала на основе бронзы БрКЗМц1с армирующими чугунами гранулами.



Рис. 1. Применение литого композиционного материала на основе бронзы БрКЗМц1с: а) втулка износостойкая для двигателя Д-240; б) подшипник скольжения тракторного прицепа ПСС-25; в) шестерня механизма управления автомобиля ГАЗ -53

В настоящее время разработаны технологические параметры получения ЛКМ с требуемой структурной и уровнем физико-механических свойств. Предложены составы литых композиционных материалов и конструкции заготовок линейных подшипников скольжения, так и подшипников скольжения типа «втулка».

Общий износ пары трения при использовании «ЛКМ – сталь» – не более 0,1 мм/км пути; коэффициент трения со смазкой - 0,04-0,06; удельное давление – до 100 кг/см²; температура эксплуатации изделий до 500⁰С, электрохимическая стойкость при работе с ответной парой трения.

В результате особенностей структуры и высоких механических свойств ЛКМ данный тип материалов может эксплуатироваться в ряде

сложных нагрузок, таких как, повышенная температура или влажность и др., где использование аналогичных материалов не представляется возможным.

Шестерни из предложенного композиционного материала были применены в качестве червячных пар на Борисовском заводе «Автогидроусилитель» и других предприятиях Республики Беларусь.

Заключение. Проведенные исследования подтверждают эффективность применения ЛКМ для получения ответственного назначения в единичном и серийном производстве, особенно в узлах трения, при ремонте и эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники. Представленные примеры создания деталей показали широкий диапазон использования различных технологических приёмов и возможности варьирования свойств изделий для агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов и [др.]. – изд. 8-е. – Москва: из-во МГТУ, 2008. – 648 с.
2. Композиционные материалы: справочник / Под ред. Д.М. Карпиноса. – К.: Наук. Думка, 1985. – 292 с.
3. Затуловский, С.С. ЛКМ / С.С. Затуловский, В.Я. Кезик, Р.К. Иванова. – К.: Техника, 1990. – 240 с.
4. Калиниченко, В.А. Технологические подходы создания литых композиционных материалов на основе меди / В.А. Калиниченко, А.А. Андрушевич. – Текст: электронный // Литейщик России. – №7. – 2020. – С. 38-41.
5. Андрушевич, А.А. Особенности получения композиционных материалов с матрицей на основе меди / А.А. Андрушевич, В.А. Калиниченко // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы МНТК «Белагро-2019». – Минск: БГАТУ, 06-07.06.2019. – С. 151-156.

УДК 620.172/.178.2: 621.79.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА, ВОССТАНОВЛЕННОГО УСТАНОВКОЙ ПОЛУКОЛЕЦ

*Попова Татьяна Леонидовна, студент-магистрант
Берденников Евгений Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: данная работа отражает результаты экспериментов, в ходе которых исследовались два технологических параметра восстановления коленчатых валов установкой полуколец. Проверка прочности со-

единения сварных полуколец с коренными шейками коленчатого вала производилась по косвенному показателю – наличию или отсутствию проворота установленных полуколец относительно шейки вала при создании крутящего момента, который превосходит крутящий момент сопротивления, действующий со стороны коренных шеек на опорные подшипники (коренные вкладыши) коленчатого вала в условиях реальной эксплуатации двигателя.

Ключевые слова: восстановление, коленчатый вал, полукольца, прочность, температурная деформация

Коленчатый вал является одной из базовых деталей двигателя внутреннего сгорания и его отказ является ресурсным. На данный момент разработано множество технологий восстановления коленчатых валов, но рассматриваемый вопрос до сих пор остается актуальным, так технологический прогресс не стоит на месте, появляются новые материалы, разрабатывается новое технологическое оборудование. Широко известны технологии восстановления изношенных шеек коленчатых валов, связанные с нанесением покрытий – наплавка и напыление, общим недостатком которых является высокое температурное воздействие на коленчатый вал, что приводит к искажению его первоначальной формы. В этой связи представляет интерес метод восстановления коленчатых валов установкой стальных полуколец, или, как в некоторых источниках – полукольцевых накладок. Суть данного метода заключается в следующем. Изготавливается стальное кольцо, ширина которого несколько меньше ширины шейки коленчатого вала, в кольцо сверлятся отверстия под масляные каналы коленчатого вала, кольцо подвергается термообработке, а затем разрезается на два полукольца. Шейки коленчатого вала шлифуются под внутренний диаметр полуколец. Затем полукольца устанавливаются на шейки вала путем приваривания либо только друг к другу в местах стыков, либо дополнительно к самим шейкам, но только в местах стыков. Основным эффектом заключается в том, что при сварке полукольца нагреваются сильнее, чем сама шейка, и при остывании колец, а соответственно, и уменьшении их общей окружной длины, возникает натяг между сварными полукольцами и шейкой вала. Вышеописанная технология позволяет значительно уменьшить нагрев коленчатого вала.

Объектом исследований являлся коленчатый вал двигателя ВАЗ-2108, восстановленный способом установки стальных полуколец (рис.1). Механическая обработка сваренных полуколец была ограничена токарной операцией с целью удаления наплывов сварочных швов и придания цилиндрической формы шейкам. Шлифование в номинальный размер шеек после установки полуколец не проводилось. Полукольца устанавливались только на коренные шейки, номинальный диаметр: $D = 50,80_{-0,02}$ мм.

Диаметр шейки коленчатого вала до установки полуколец: $D = 47$ мм.

Толщина полуколец: $a = 2,5$ мм. Ширина полукольца: $b = 23$ мм.

Проверка прочности соединения сварных полуколец с коренными шейками коленчатого вала производилась по косвенному показателю – наличию или отсутствию проворота установленных полуколец относительно шейки вала при создании крутящего момента, который превосходит крутящий момент сопротивления, действующий со стороны коренных шеек на опорные подшипники (коренные вкладыши) коленчатого вала в условиях реальной эксплуатации двигателя.

Наибольший крутящий момент, передаваемый соединением с натягом, превысив который сварные кольца должны провернуться относительно шейки вала, определяется по формуле[1, с. 218]:

$$M_{кр} = 5 \cdot 10^{-4} p \pi d^2 l f, \quad (1)$$

где p – давление на посадочной поверхности, Мпа; d – диаметр шейки вала, мм; l – длина посадочной поверхности (равна ширине полукольца b), мм; f – коэффициент трения между сварными полукольцами и шейкой вала ($f = 0,1 \dots 0,15$).

Принимаем $f = 0,1$.

Давление на посадочной поверхности[2, с. 93]:

$$p = \frac{N}{d \left(\frac{C_a}{E_a} + \frac{C_b}{E_b} \right)}, \quad (2)$$

где N – натяг в соединении, мм; E_a и E_b – модули упругости соответственно материалов охватывающей и охватываемой деталей (для стального полукольца $E_a = 2,1 \cdot 10^5$ Мпа, для чугунного вала $E_b = 1,55 \cdot 10^5$ Мпа); C_a и C_b – безразмерные коэффициенты.

$$C_a = \frac{1 + \left(\frac{d}{D} \right)^2}{1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2} + \mu_a, \quad (3) \quad C_b = 1 - \mu_b, \quad (4)$$

где D – наружный диаметр полуколец, мм; μ_a и μ_b – коэффициенты Пуассона (для полуколец $\mu_a = 0,27$, для шейки вала $\mu_b = 0,25$).

Натяг N в соединении сварных полуколец с шейкой коленчатого вала:

$$N = \frac{\Delta L}{\pi}, \quad (5)$$

где ΔL – общее окружное укорочение полуколец при остывании после сварки, мм.

Нужно учесть, что стягивающим является второй сварочный шов. Так как полукольца нагреваются неравномерно, предлагается ввести условные зоны нагрева (рис. 1).

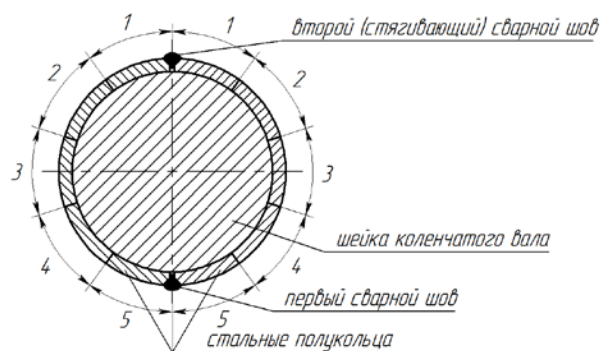


Рис.1. Схема установки полуколец:
1, 2, 3, 4, 5 – условные зоны нагрева

$$\Delta L = 2 \sum_{i=1}^5 \Delta l_i = 2 \sum_{i=1}^5 l \alpha_{\text{лр}} T_i, \quad (6)$$

где Δl_i – окружное укорочение i -ой условной зоны нагрева полукольца при остывании, мм; l – окружная длина каждой условной зоны нагрева, мм; $\alpha_{\text{лр}}$ – температурный коэффициент линейного расширения, для стали 45 $\alpha_{\text{лр}} = 13 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ [3, с. 8]; T_i – температура i -ой зоны нагрева при наложении второго сварочного шва, °С.

$$l = \frac{\pi d}{10}. \quad (7)$$

Температуру i -ой зоны нагрева можно найти по следующей формуле, выведенной из дифференциальных уравнений теплопроводности с принятием некоторых допущений и упрощений [4, с. 207]:

$$T_i = \frac{Q}{c_p F \sqrt{4\pi a t}} e^{-\left(\frac{x_i^2}{4at} + bt\right)}, \quad (8)$$

где Q – количество теплоты, вводимое при сварке, Дж; c_p – объемная теплоемкость, для стали 45 $c_p = 4,8 \text{ Дж}/(\text{см}^3 \cdot \text{К})$; F – площадь поперечного сечения полукольца, см^2 ; a – коэффициент температуропроводности, $a = 0,1 \text{ см}^2/\text{с}$; t – время, прошедшее после теплового воздействия, принимаем $t = 1 \text{ с}$; e – основание натурального логарифма; x_i – окружное расстояние от точки приложения тепла (второго шва) до линии симметрии (середины) i -ой зоны нагрева; b – коэффициент температуропотдачи.

$$Q = I U t_{\text{св}}, \quad (9)$$

где I – сила сварочного тока, $I = 150 \text{ А}$; U – напряжение сварочной дуги, $U = 23 \text{ В}$; $t_{\text{св}}$ – время нанесения шва, $t_{\text{св}} = 3 \text{ с}$.

$$x_i = \frac{\pi d}{10} (i - 0,5), \quad (10)$$

где i – порядковый номер условной зоны нагрева.

$$b = \frac{\alpha p}{c p F}, \quad (11)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, $\alpha = 3 \cdot 10^{-3}$ Вт/(см²·К); p – периметр поперечного сечения полукольца, см².

Результаты расчета занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Температура нагрева и окружное укорочение при остывании условных зон нагрева

Номер условной зоны нагрева	1	2	3	4	5
Температура нагрева T_i , °С	1076	367	181	104	63
Окружное укорочение при остывании Δl_i , мм	0,2	0,07	0,035	0,02	0,012

Общее окружное укорочение (форм. 6) $\Delta l = 0,7$ мм.

Натяг в соединении полуколец и шейки коленвала (форм. 5) $N = 0,22$ мм. Давление на посадочной поверхности (форм. 2, 3, 4) $p = 483$ Мпа.

Наибольший крутящий момент, передаваемый соединением с натягом, превысив который сварные кольца должны провернуться относительно шейки вала (форм. 1) $M_{кр} = 1227$ Н·м.

При этом к наружной поверхности полуколец необходимо приложить касательное (тангенциальное) усилие.

$$P_n = \frac{2M_{кр}}{D}. \quad (12)$$

Касательное усилие P_n , действующее со стороны коренных шеек на опорные подшипники (коренные вкладыши) коленчатого вала в условиях нормальной эксплуатации двигателя, равно силе трения скольжения в подшипнике. Максимального значения сила трения достигает в условиях, соответствующих переходу от граничного трения к жидкостному. Коэффициент трения при этом максимален ($f_{тр} = 0,15$).

$$P_n = P_N f_{тр} = 7. \quad (13)$$

где P_N – нормальное усилие, действующее на коренную шейку вдоль кривошипа коленчатого вала.

Значение усилий, определенных по формулам 12 и 13 составили:

$$P_n = 47192 \text{ Н}, P_n = 1161 \text{ Н}.$$

Из динамического расчета двигателя ВАЗ-2108 [4, с. 161] максимальное усилие, действующее по радиусу кривошипа коленчатого вала, $P_N = 7740$ Н.

Результаты теоретического исследования показывают, что максимальное касательное усилие P_n , значительно меньше того касательного усилия, которое необходимо приложить к наружной поверхности установленных полуколец для их проворота.

Для подтверждения теоретических расчетов были проведены экспериментальные исследования, заключающиеся в приложении касательного усилия резания к восстановленным коренным шейкам коленчатого вала с использованием токарно-винторезного станка 1А62.

Токарная обработка восстановленных коренных шеек коленчатого вала производилась при постоянной глубине резания $t = 1$ мм и переменной подаче $s = 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4$ мм/об. Результаты измерения главной составляющей усилия резания представлены в таблице 2.

Из графика, изображенного на рисунке 2 видно, что при увеличении подачи s в интервале значений от 0,2 до 0,4 мм/об измеренные значения главной составляющей усилия резания выше расчетного максимального касательного усилия P_z , действующего со стороны коренных шеек на опорные подшипники коленчатого вала, в 1,5...3,3 раза.

Косвенный показатель температурной деформации определялся, путем измерения радиального биения коренных шеек с помощью индикатора часового типа. Причем после установки предыдущей пары полуколец радиальное биение измерялось на всех оставшихся шейках. После этого на центральной коренной шейке была срезана часть установленных полуколец по длине без повреждения самой шейки, и ещё раз было измерено радиальное биение оголенного участка.

Таблица 2 – Результаты измерения главной составляющей усилия резания при токарной обработке восстановленных шеек коленчатого вала

Подача s , мм/об	Показания динамометра Δ , мм·10 ⁻²	Главная составляющая усилия резания P_z , Н
0,2	20	1720
0,25	27	2322
0,3	34	2924
0,35	39	3354
0,4	45	3870

Результаты определения изгиба коленчатого вала показали, что радиальное биение коренных шеек коленчатого вала на всех этапах измерения не превысило 0,02 мм, что допустимо техническими условиями при дефектации коленчатого вала.

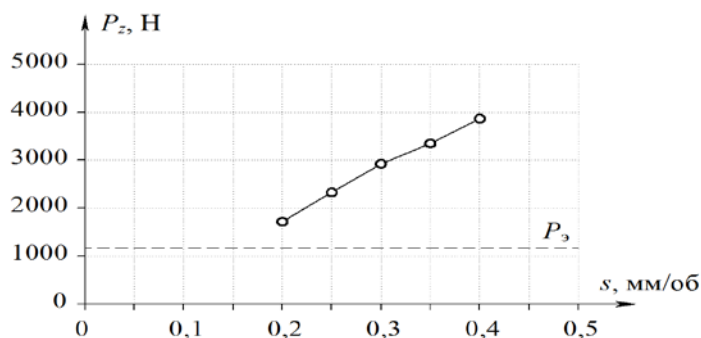


Рис. 2. Зависимость главной составляющей усилия резания от подачи

В заключении следует сделать вывод о положительном результате исследований технологических параметров восстановления шеек коленчатых валов, установкой полуколец. Экспериментальные исследования доказали справедливость теоретических расчетов.

Список литературы

1. Жуков, В.А. Детали машин и основы конструирования: Основы расчета и проектирования соединений и передач / В.А. Жуков. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 416 с. – Текст: непосредственный.
2. Берденников, Е.А. Исследование применимости формул Ламе для определения усилия запрессовки гильз в блок цилиндров двигателей внутреннего сгорания / Е.А. Берденников – Текст: непосредственный // Молочно-хозяйственный вестник. – 2017. – №2. – С.92-98.
3. Тинькова, С.М. Теплофизика и металлургическая теплотехника. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. – 168 с. – Текст: непосредственный.
4. Неровный, В.М. Теория сварочных процессов: учебник. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с. – Текст: непосредственный.
5. Кобозев, А.К. Тракторы и автомобили: теория ДВС. – Ставрополь: СтГАУ, 2014. – 189 с. – Текст: непосредственный.

УДК 637.14/633.1/634.5

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА НАПИТКОВ НА РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

*Стрижко Мария Николаевна, к.т.н., м.н.с.
ФГАНУ ВНИМИ, г. Москва, Россия*

Аннотация: новым направлением развития пищевой промышленности является производство растительных напитков, позиционируемых как аналоги «традиционных» молочных продуктов (*dairy alternatives*). Подтверждением актуальности является стремительно растущий рынок данных напитков. В статье представлены данные по спросу и потреблению напитков на растительном сырье в зависимости от сырьевого происхождения продукта и с дифференциацией по географическим областям.

Ключевые слова: растительные напитки, рынок альтернативных напитков, ранжирование потребления напитков, соевое молоко

На сегодняшний день сохраняется проблема улучшения качества потребляемых нутриентов в разрезе сложившихся экологических, социальных и экономических парадигм [1, 2]. Решение проблемы возможно с по-

мощью глубокой комплексной переработки каждого вида продовольственного сырья, в том числе молочного и растительного. Также, стоит отметить, что перспективным направлением в пищевой отрасли является производство растительных напитков, в том числе молочно-растительных [1, 2].

Специалисты оценивают данное направление как стремительно развивающееся, что может быть обусловлено следующими факторами:

- необходимость применения альтернатив традиционному коровьему молоку среди потребителей с лактазной недостаточностью и аллергией на белок молока;
- спрос на растительные напитки среди сторонников вегетарианства;
- спрос среди потребителей - сторонников правильного питания, ЗОЖ;
- растущий интерес к новым продуктам, формирующийся под влиянием маркетинговых трендов;
- интерес и удовлетворение эстетических потребностей;
- высокая цена и ограниченная доступность молока в некоторых конкретных географических районах с жарким, засушливым климатом.

Также, стоит отметить, что потребители руководствуются еще аргументом об уменьшении парниковых выбросов от коров (тренд на экологичность) [2, 3].

Уровень мирового производства альтернативных молоку растительных напитков по данным аналитиков «Fortune Business Insights» составил в 2020 г 19,66 млрд дол., в 2021 г - 22,25 млрд дол., ожидаемо составит 29,6 млрд дол. – в 2023 г и примерно 53,97 млрд дол. в 2028 г. [4].

По сравнению со многими зарубежными странами, в России данное производство является относительно молодым, которое развивается активно именно в последнее десятилетие [2,5,6]. По данным источника «Новости и Аналитика молочного рынка» российские объемы производства напитков на растительном сырье в 2017 г составили около 461 млн руб., а в количественном выражении объем составил 1,057 млн литров. Также, по данным Milknews [5] напитки на растительном сырье в период 2017-2018 гг. занимали по объемам продаж 1% от ниши молочного рынка, а в 2021 г. данный показатель составил уже в стоимостном выражении 5,5 млрд рублей [5]. На данный момент объемы потребления характеризуются показателем в 12 млн литров растительных напитков в год [5, 6].

По данным Союза производителей продукции на растительной основе отмечается, что мировой рынок альтернатив вырастет до 82 миллиардов долларов к 2026 году, а рынок напитков на растительной основе в Восточной Европе вырастет на 25% уже к 2023 году [2,5-7].

Также, важна дифференциация оценки потребительского интереса по виду напитков в зависимости от их сырьевого состава и объемов их производств. По существующей классификации различают злаковые, ореховые, бобовые (в том числе соевые напитки), масличные, напитки из псевдо-

зерновых культур [2, 7].

Так, в частности, объём всего мирового рынка соевого молока в 2021 г. составил 9,66 млрд. долларов и по прогнозам аналитиков его рост к 2026 г. составит 40% (рис.1) [7-9].

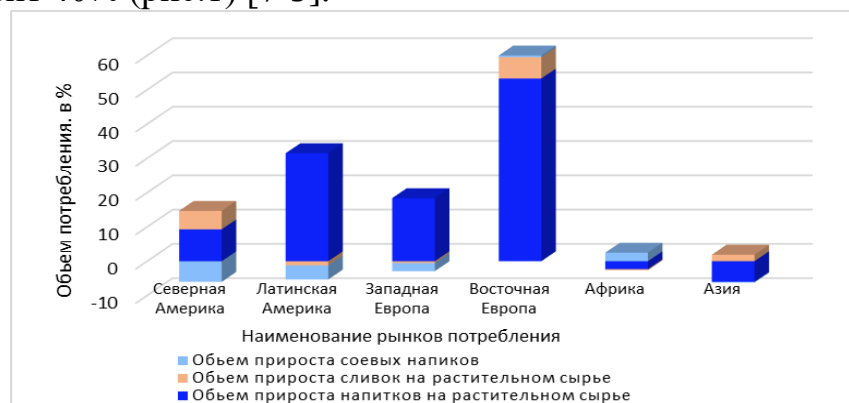


Рис. 1. Рынок продуктов на растительном сырье

Как видно из рис. 1, который отражает динамику роста в процентном выражении потребления напитков на растительном сырье по нескольким региональным рынкам в мире по состоянию на 2020 г., наблюдаются отрицательные темпы роста объёмов потребления данного вида напитков в Африке и Азии, а стремительный рост – в Восточной Европе [7,8].

Рынок всего сегмента напитков на растительном сырье растет за счет большой доли продаж рисовых, овсяных, кокосовых и миндальных напитков при наблюдающейся одновременно устойчивой тенденции снижения потребления соевых напитков во всех регионах, кроме Африки. Данный вид продукта занимал лидирующие позиции с охватом 90% рынка напитков на растительной основе в 2018 году [2,8]. Так, объем продаж в мировом масштабе с 2017 по 2018 год овсяного напитка вырос на 71%, миндального - на 10%, кокосового - на 16% [7-9]. Для таких видов напитков, а также зерновых и напитков из семян масличных культур ожидается увеличение потребления с 10,5 млн литров до 30,1 млн литров к 2022 году [7-9].

На рис 2. представлена диаграмма потребления напитков на растительном сырье, основанная на анализе предпочтений потребителей за 2019-2020 гг.



Рис. 2. Ранжирование потребления напитков на растительном сырье

Как видно из представленных диаграмм, в России самыми популярными видами напитков на растительном сырье являются овсяный, кокосовый, миндальный напитки, что коррелирует с общемировыми тенденциями [2, 4-6]. При этом овсяный напиток занимает лидирующие позиции только последние несколько лет.

Экспертами отмечается, что рынку растительных напитков недостаточно расширения внутреннего рынка продуктов на основе растительного сырья путем роста ассортимента, а необходим процесс становления данного сегмента узнаваемым, вызывающим доверие потребителя [5,6,10].

Также, представители Союза производителей продукции на растительной основе отмечают, что на развитии рынка отрицательно сказывается недостаточность прямого регулирования сегмента и кодификации растительной продукции [2, 5, 7]. А одним из направлений развития является комплексный подход к исследованиям с целью улучшения сенсорных характеристик напитков, изучения жирнокислотных и аминокислотных составов продуктов для определения показателей биологической ценности, усвояемости, а также максимизации переработки сырья с целью обеспечения экономической устойчивости.

Список литературы

1. Галстян, А.Г. Современные подходы к хранению и эффективной переработке сельскохозяйственной продукции для получения высококачественных пищевых продуктов / А. Г. Галстян, Л. М. Аксенова, А. Б. Лисицын [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89. – № 5. – С. 539-542.
2. Егорова, Е.Ю. "Немолочное молоко": обзор сырья и технологий / Е.Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2018. – №3. – С. 25-34.
3. McClements, D. J. Plant-based Milks: A Review of the Science Underpinning Their Design, Fabrication, and Performance / D. J. McClements, E. Newman, I. F. McClements // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2019. – Vol. 0. – P. 1- 21.
4. Размер рынка молочных альтернатив. – Текст: электронный. – URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/dairy-alternatives-market-100221>.
5. Как развивается рынок растительных аналогов молока? – Текст: электронный. – URL: <https://milknews.ru/longridy/rastitelniyeanalogsimoloka.-html>.
6. Возможен ли экспорт альтернатив из России? – Текст: электронный. – URL: <https://www.dairynews.ru/news/vozmozhen-li-eksport-alternativ-iz-rossii>.
7. Sethi, S. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review / S. Sethi, S.K. Tyagi, R.K. Anurag // Journal of Food Science and Technology. – 2016. – V. 53. – Iss. 9. – P. 3408–3423, doi:10.1007/s13197-016-2328-3.
8. Aydar, E.F. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional

and novel processes, bioavailability studies, and health effects / E. F. Aydar, S. Tutuncu, B. Ozcelik // Journal of Functional Foods. – 2020. – 70, 103975. doi:10.1016/j.jff.2020.103975.

9. Armand, V., Cardello, Fabien Llobell, Davide Giacalone, Christina M. Roigard, Sara R. Jaeger, Plant-based alternatives vs dairy milk: Consumer segments and their sensory, emotional, cognitive and situational use responses to tasted products / V.C. Armand, L. Fabien, G. Davide, M.R. Christina, R.J. // Food Quality and Preference. – Vol. 100. – 2022, 104599, <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104599>.

10. Оганесянц, Л.А. Функциональные напитки из отечественного сырья / Л.А. Оганесянц, А.Г. Галстян, С.А. Хуршудян. – Текст: непосредственный // Современные технологии функциональных пищевых продуктов. – Москва: ДеЛи плюс, 2018. – С. 326-348.

УДК 631.243.42

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА МОДУЛЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ В МОДИФИЦИРОВАННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

*Угрюмов Григорий Васильевич, аспирант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в современных цифровых технологиях важным звеном управления является сбор информации о всех этапах производства продукции. Прогнозирование состояния объекта хранения в зависимости от факторов внешнего воздействия и регулируемых параметров внутренней среды осуществляется с участием контрольных приборов и автоматизации изменения параметров на основании считываемых данных. Испытания опытного образца позволяют анализировать объемы и причины потерь при хранении картофеля с помощью автоматизированной системы контролировать температуру хранения в модифицированной газовой среде.

Ключевые слова: автоматизация процесса хранения, хранение картофеля, модифицированная газовая среда, анаэробное хранение

Изготовление опытного образца (Рис. 1) проводилось в соответствии с разработанной конструкторской документацией и технологической инструкцией по изготовлению и сборке опытного образца модуля закрытого типа для анаэробного хранения картофеля с климат-контролем.



Рис. 1. Опытный образец

Размещение картофеля было проведено по технологической схеме загрузки (Рис.2), при которой продукция и перлит укладывается в рукав. Загрузка картофеля в рукав может проводиться как ручным, так и механизированным способом. После этого при помощи воздушного насоса из внутреннего контура удаляется воздух, а в полученное безвоздушное пространство закачивается продуктовый газ. Затем внутренний контур рукава герметизируется методом запаивания. При помощи грузоподъемного оборудования рукав с продукцией помещается в ячейку, устанавливается на место верхняя крышка ячейки и проводится герметизация ячейки специальными герметикам.

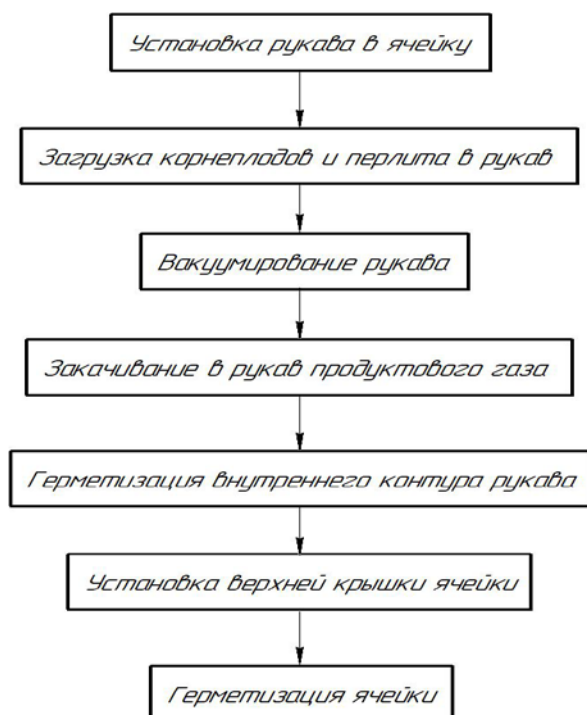


Рис.2. Технологическая схема загрузки продукции

Контроль и управление климатом осуществлялось автоматически. Автоматизированная система контроля и управления климатом является информационно-измерительной системой с функцией управления вспомогательным электротехническим оборудованием и состоит из двух независимых частей:

1. Система контроля и управления климатом в модуле.
2. Система контроля и управления климатом в аккумуляторе холодного воздуха.

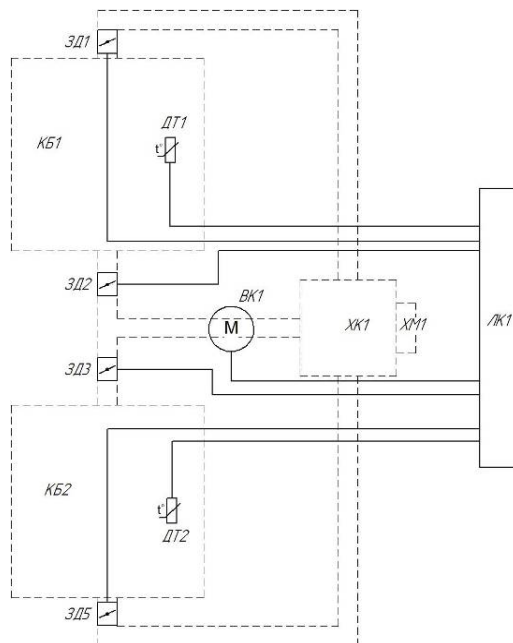


Рис. 3. Схема автоматизированной системы контроля и управления климата в модуле

В состав системы контроля и управления климатом в модуле (рис.3) входят:

- ЛК – логический контроллер,
- ЗД1..4 – заслонка воздушная регулирующая с электроприводом,
- ВК1 – вентилятор канальный,
- ДТ1, ДТ2 – датчик температурный.

Данные о значении температуры в контейнерах-буртах КБ1 и КБ2 от датчиков температуры ДТ1 и ДТ2 поступают в логический контроллер ЛК1. При несоответствии температуры в какой-либо ячейке заданной, контроллер отправляет управляющие команды об открытии на электроприводы соответствующих воздушных заслонок и включает вентилятор ВК1. В результате воздух из аккумулятора холодного воздуха ХК1 через трубы перекачивается в ячейку хранения. При установлении в ячейке хранения заданной температуры логический контроллер отправляет команды о закрытии дисковых затворов и выключении вентилятора.

Испытания проводились в двух внешних температурных режимах в соответствии с инструкцией по эксплуатации и программой и методикой

испытаний:

- в условиях зимнего климата (средняя температура от -10 до -15°C),
- в условиях летнего климата (средняя температура от 15 до 20°C).

В условиях летнего климата предполагается хранения корнеплодов и сортов овощей раннего созревания. Так же под период летнего климата попадает начальный этап хранения овощей среднего созревания. В условиях зимнего климата предполагается хранения всех овощей открытого грунта и корнеплодов.

При проведении испытания в условиях зимнего климата отличительными особенностями являлась температура окружающей среды модуля. Опытный образец модуля был установлен на улице. Температура внешней среды была приближена к средним зимним температурам (от -10°C до -15°C). Основная нагрузка в процессе работы опытного образца приходилась на систему нагрева хладагента и теплоизоляционный контур. Автоматизированная система климат-контроля эффективно поддерживала температуру на оптимальном для хранения корнеплодов уровне в 5°C .

Для испытания был выбран картофель сорта Гало. Испытания проводились в два этапа при каждом температурном режиме.

На первом этапе проводился замер массы закладываемого картофеля, каждый контейнер-бурт закладывалось 1000 кг. Корнеплоды закладывались в опытный образец внутрь полипропиленового рукава плотностью 200 гр/м² путем засыпания через верхнюю часть при внешней температуре 15°C .

По окончании загрузки температуру в модуле снижали до оптимальной. При устоявшейся температуре в 5°C , производилась запайка вкладыша. Для предотвращения образования конденсата на внутренних стенках вкладыша при снижении температуры и при дыхании овощей внутрь вкладыша закладывался вспученный перлит, впитывающий излишки влаги. Перлит закладывался в перфорированных полиэтиленовых пакетах. Для запайки внутреннего контура воздушным насосом из вкладыша был выкачен воздух.

После выкачивания воздуха закачивался продуктовый газ (30% CO_2 , 70% N_2). Продуктовый газ препятствует образованию окислов и развитию бактерий при отсутствии кислорода в его содержании.

Второй этап проводился для определения итогов опыта. Производился контрольный замер массы хранимой продукции. Вскрывались ячейки для извлечения хранимого материала. По окончании выгрузки проводился визуальный осмотр на предмет гниения и заболеваний и контроль среза.

В процессе испытаний была подтверждена работоспособность опытного образца контейнера-бурта в зимний период времени. Грубых отклонений от технологии хранения в модуле выявлено не было. Потери массы составили в среднем $0,67\%$ в месяц. Процессов образования окислов, прорастания, и гниения корнеплодов не выявлено.

Результаты испытаний:

- Масса картофеля заложенного в опытный образец - 2000 кг;
- Масса картофеля по окончании испытаний - 1946 кг;
- Температура хранения продукции в контейнере – +5°C;
- Предельное колебание температуры в контейнере – $\pm 1,2^{\circ}\text{C}$;
- Устанавливаемая мощность электрическая опытного образца – не более 2 кВт.

В ходе выполнения опыта был успешно изготовлен и испытан в условиях летнего и зимнего климата опытный образец модуля закрытого типа для анаэробного хранения картофеля с климат-контролем. В камерах поддерживалась оптимальная температура для хранения корнеплодов на уровне +5°C.

По результатам изготовления и испытания опытного образца были внесены изменения в конструкторскую и технологическую документацию.

Список литературы

1. Принципы построения оборудования для создания газовых сред. – Текст: электронный. – URL:<http://poznayka.org/s67249t1.html>
2. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: науч. аналит. обзор. – Москва: ФГНУ «Рос-информагротех», 2009. – 172 с. – Текст: непосредственный.
3. Пшеченков, К.А. Технологии хранения картофеля / К.А.Пшеченков, В.Н.Зейрук, С.Н.Еланский, С.В.Мальцев. – Типография Российской академии сельскохозяйственных наук, 2007. – 191 с. – Текст: непосредственный.
4. Берденников, Е.А. Механическая обработка конструкционных материалов резанием / Е.А. Берденников. – Вологда-Молочное, 2016. – Текст: непосредственный.
5. Ивановская, В.Ю. Математика. Краткий курс и задания для индивидуального выполнения / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное, 2021.
6. Ивановская, В.Ю. Оценка качества трудовой жизни населения сельских территорий Вологодской области в 2017 году / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 7 (108) – С. 1264-1268.

УДК 517.518

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ И ТЕХНИКИ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Ивановская Вероника Юрьевна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассмотрена возможность применения дифференциального исчисления для отыскания оптимального решения технических задач.

Ключевые слова: дифференциальное исчисление, экстремальное значение, эффективность производства

Метод по нахождению экстремальных значений функции часто используется в решении большинства задач из разных разделов технических, экономических и других наук. Функциональная зависимость, полученная на основе некоторых математических и физических закономерностей, и нахождение экстремального значения входят в специфику таких задач [1, 3].

Цель работы - рассмотреть применение производной в практической деятельности. Исследование предполагает анализ и решение задачи, возможность применения полученных результатов.

Использование математических методов в технике позволяет улучшить качество продукции и повысить эффективность производства. Для этого среди задач математики предпочтение отдают задачам на экстремумы, т.е. задачам по нахождению наименьшего или наибольшего значения, наиболее выгодного и экономного. Специалисты разных отраслей имеют дело с такими задачами: конструкторы стараются собрать прибор на космическом корабле с наименьшей массой, инженеры-технологи занимаются организацией производства для увеличения продукции, экономисты стараются сократить транспортные расходы, поэтому для этого требуется изменение местоположения заводов и источников сырья [3, 4].

Устройство узла разветвления необходимо при планировании сети автомобильных дорог. Для определения местоположения узла и расположения пересекающих его дорог пользуются комплексом географических и экономических требований. Последний этап включает в себя исключительно потери рабочего времени на доставку. Решим вначале в качестве вспомогательной следующую задачу.

Определим каким должен быть угол α между (рис. 1) дорогой СЕ и магистралью АВ, чтобы потери времени на перевозки по траектории АЕС были минимальными, учитывая, что скорость движения машины по автомагистрали принимается равной v_m , а по объездной дороге – v_d ($v_m > v_d$)?

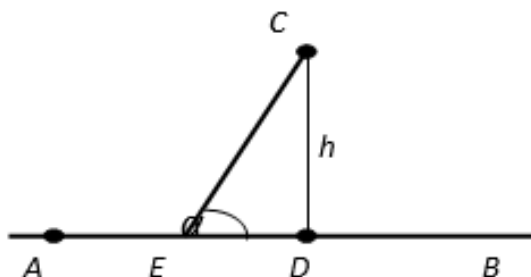


Рис. 1. Угол между дорогой и магистралью

Опуская из точки С перпендикуляр к АВ и обозначая h длину отрезка CD, а l длину AD, получим: $CE = \frac{h}{\sin \alpha}$, $DE = h \cot \alpha$. Исходя из формулы, найдем время движения машины по маршруту АЕС: $t = \frac{l}{v_m} - \frac{h \cot \alpha}{v_m} + \frac{h}{v_d \sin \alpha}$.

Зафиксировав точку А условно, определяя лишь направление движение по магистрали, то изменение α может происходить в промежутке $(0; \frac{\pi}{2})$. Следовательно, далее нам требуется отыскать наименьшее значения функции $t(\alpha)$ на выделенном промежутке. [2], [6]

Вычислим производную $t'(\alpha) = \frac{h}{v_d \sin^2 \alpha} \left(\frac{v_d}{v_m} - \cos \alpha \right)$. Так как $0 < \frac{v_d}{v_m} < 1$, то производная в промежутке $(0; \frac{\pi}{2})$ равна нулю только в одной точке $\alpha_0 = \arccos \frac{v_d}{v_m}$, причём $t'(\alpha) < 0$ при $\alpha \in (0; \alpha_0)$ и $t'(\alpha) > 0$ при $\alpha \in (\alpha_0; \frac{\pi}{2})$. Это означает, что на промежутке $(0; \alpha_0]$ функция t убывает, а на промежутке $[\alpha_0; \frac{\pi}{2})$ возрастает. В результате рассматриваемая функция t при $\alpha = \alpha_0$ принимает наименьшее значение [1], [5].

В настоящее время, в связи с научно-техническим развитием, а именно с быстрой эволюцией вычислительных систем, дифференциальное исчисление как математический аппарат становится все более востребованным в решении как сверхсложных, так и простых задач.

Список литературы

1. Кремер, Н.Ш. Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин. – 3-е изд. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 479 с. – Текст : непосредственный.
2. Красс, М.С. Математика для экономического бакалавриата: учебник для студентов вузов / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 472 с. – Текст : непосредственный.
3. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Кузнецов. – Санкт-Петербург: Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2007. – Текст: непосредственный.
4. Кузнецов, Н.Н. Обоснование способа досушивания провяленной и прессованной в рулоны травы / Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2006. – № 78. – С. 119-124.
5. Ивановская, В.Ю. Математика: краткий курс и задания для индивидуального выполнения / В.Ю. Ивановская. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2021.

УДК 66.047.4/.5

КОНСТРУКЦИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СУШКОЙ ЗЕРНА ЗА СЧЁТ ТЕПЛОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Хатанзейский Вадим Анатольевич, студент-магистрант
Бирюков Александр Леонидович, зав. каф., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: цель работы направлена на снижение издержек при послеуборочной обработке сельскохозяйственной продукции путем применения предварительной сушки зерна при прямом комбайнировании, за счет использования теплоты двигателя внутреннего сгорания. При исследовании данной темы будет представлена схема системы предварительной сушки зерна, обоснование конструкции теплообменника в зерноуборочном комбайне. Научная новизна работы заключается в: – теоретическом обосновании целесообразности использования теплоты двигателя внутреннего сгорания, для предварительной сушки зерна при прямом комбайнировании; разработке устройства для использования теплоты двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, двигатель внутреннего сгорания, сушильный агент, теплообменник, воздух, отработавшие газы, охлаждающая жидкость

Важной частью в сохранении зерна после уборки является его сушка.

Одним из путей снижения потерь при уборке урожая зерновых культур на данном этапе сельскохозяйственного производства в России является постоянное усовершенствование зерноуборочной техники. Примерно 70% теплоты топлива при работе двигателя внутреннего сгорания уходит на различные потери, при этом вместе с отработавшими газами теряется 30-35 %, а через систему охлаждения до 35%. Потери теплоты с отработавшими газами и через систему охлаждения можно минимизировать путем использования их для подсушки зерна в зерноуборочном комбайне.

В сельскохозяйственной технике преимущественно используются двигатели внутреннего сгорания, для преобразования тепловой энергии в механическую, есть частные случаи использования иной энергии приводящей в движение механизмы сельхозтехники. Коэффициент полезного действия (КПД) не очень высок в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), и составляет для дизельных двигателей 27 – 30 %, для бензиновых двига-

телей 20%.[1],[2] Такой невысокий (КПД) преимущественно выражен не полным сгоранием топлива, а также механическими потерями как самого двигателя, так и потерями в трансмиссии агрегата. Рассмотрим модернизацию зерноуборочного комбайна с установкой теплообменников для подготовки сушильного агента, за счёт теплообмена с системой охлаждения и теплообмена с выхлопными газами двигателя [3].

Обоснование схемы подачи сушильного агента в поток зерновой массы.

Рассмотрим варианты подачи сушильного агента в поток зерновой массы в зерноуборочном комбайне [4].

Сушильный агент в поток зерновой массы в зерноуборочном комбайне можно подать:

- в наклонную камеру;
- в вентилятор;
- в зерновой шнек навстречу потоку зерна;
- в зерновой элеватор навстречу потоку зерна;
- в бункер.

При подаче объёма подогретого воздуха в наклонную камеру подогретый воздух будет распределяться по поступающей, проходящей через камеру массе колосового вороха, эффективность сушки будет низкая, т.к. сушильный агент будет также контактировать со стеблями и листьями.

При подаче сушильного агента в вентилятор эффективность сушки, несмотря на то, что сушильный агент будет также контактировать со стеблями и листьями, будет достигаться за счет большой плотности потока сушильного агента проходящего через разреженную массу зерна.

При подаче в зерновой шнек навстречу потоку зерна и в зерновой элеватор эффективность сушки будет недостаточна по причине малого времени нахождения зерна в потоке сушильного агента и нахождения зерна в плотном состоянии.

При подаче сушильного агента в нижней части бункера, непосредственно в зерновой ворох, будет более продолжительное время обработки, что является достоинством такого способа, но необходимо ограничивать температуру сушильного агента.

Таким образом, прием способ подачи сушильного агента в устанавливаемый вентилятор подающий нагретый воздух на решета и устанавливаемый вентилятор подающий сушильный агент в бункер.

Подогрев сушильного агента будет производиться от системы отработавших газов и от системы охлаждения через рекуперативные теплообменники, один из которых кроме того будет выполнять функцию глушителя [5, 6].

Вид модернизированного комбайна с предварительной сушкой зерна за счет теплоты охлаждающей жидкости двигателя и отработавших газов представлена на рисунке 1(а,б).

Дополнения в конструкцию комбайна предполагают установку двух аналогичных теплообменников для подогрева атмосферного воздуха неиспользованной теплотой двигателя комбайна, а именно теплотой отработавших газов и охлаждающей жидкости. Вентиляторов для нагнетания воздуха в теплообменники. Трубопроводов для подачи сушильного агента в различные узлы прохождения зернового вороха .

Удаление влаги из зернового вороха на решетках происходит следующим образом. Выхлопные газы из двигателя через трубопровод 1 (рис.1, а) поступают в рекуперативный теплообменник 2 и отдав теплоту в нем выходят через трубопровод 6 в окружающую среду. Подогретый сушильный агент нагнетается вентилятором 5 в рекуперативный теплообменник, где получив теплоту подается через трубопровод 3 к вентилятору направляющему его плотным потоком на решетата.

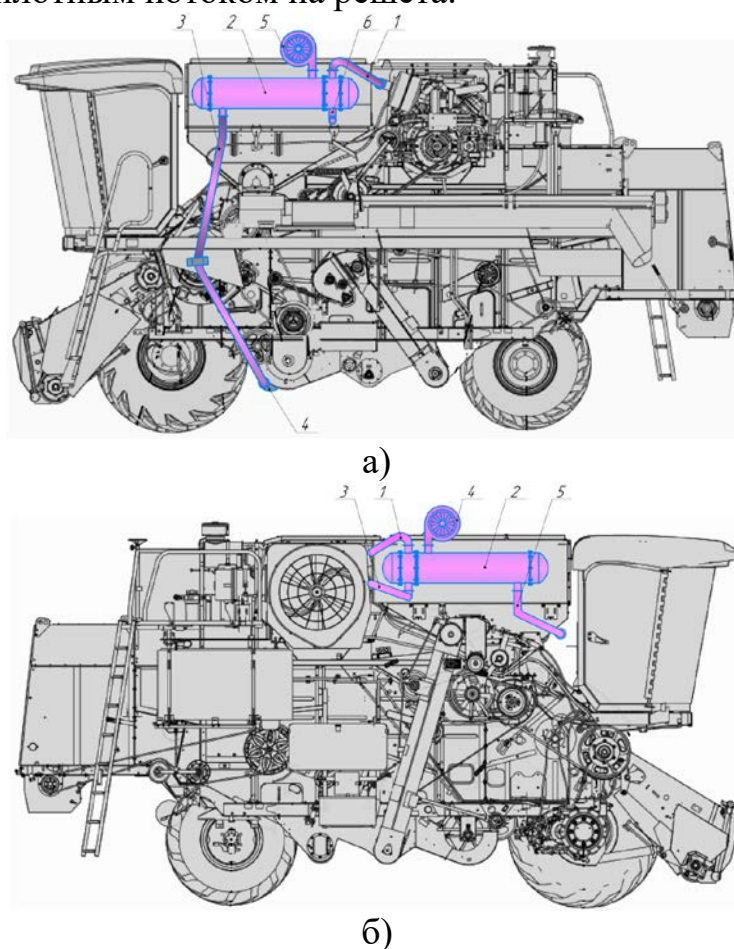


Рис.1. Схема модернизированного комбайна с предварительной сушкой зернового вороха за счет теплоты отработавших газов и теплоты охлаждающей жидкости:
а – вид со стороны теплообменника отработавших газов; б – вид со стороны теплообменника охлаждающей жидкости

Удаление влаги из зернового вороха в бункере комбайна происходит следующим образом. Охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя поступает через трубопровод 1 (рис.1, б) в рекуперативный теплообменник 2 и отдав теплоту сушильному агенту возвращается обратно в си-

стему охлаждения через трубопровод 3. Атмосферный воздух нагнетается вентилятором 4 и подаётся в рекуперативный теплообменник, где получив теплоту посредством рекуперации от поверхности трубок теплообменника подается через трубопровод 5 в перфорированный расположенный в нижней части бункера воздуховод, из которого объём сушильного агента, проходя через слой зернового вороха и подсушивая массу зерна находящегося в бункере, выходит в окружающую среду.

Таким образом предлагается модернизация конструкции зерноуборочного комбайна с возможностью предварительной сушки зерна за счёт неиспользованной теплоты двигателя внутреннего сгорания, которая позволит повысить снижение влажности зерна на выходе из комбайна, снижение потерь зерна и более высокое качество очистки в связи с предварительной сушкой. Неиспользованная двигателем энергия топлива рационально используется для удаления влаги из поступающего в комбайн зерна.

Список литературы

1. Бирюков, А.Л. Улучшение эксплуатационных и экологических показателей бензиновых двигателей путём применения топливно-водных смесей: дисс. ... канд. техн. наук / А.Л. Бирюков. – Санкт-Петербург, 2011. – 177 с. – Текст: непосредственный.
2. Исследование работы автотракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 на смесях дизельного топлива с рапсовым маслом / С.А. Плотников, П.Н. Черемиснов, А.Н. Карташевич, А.Л. Бирюков. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1(25). – С. 110-118.
3. Зерноуборочный комбайн с предварительной сушкой зерна ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина» / В.А. Хатанзейский, А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии сегодня и завтра, ОАО «Гомсельмаш». – 2021. – №24. – С. 3.
4. Предварительная сушка зерна в комбайне / И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей, П.С. Мартынов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2017. – №7. – С. 6-7.
5. Бирюков, А.Л. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефирова, Н.И. Кузнецова. – Текст: непосредственный // Агрозоотехника. – 2020. – Том 3. – № 2.
6. Выбор и расчет теплообменников: учебное пособие / Сост. С.Н. Виноградов, К.В. Таранцев, О.С. Виноградов. – Пенза, 2001. – 100 с. – Текст : непосредственный.

**ПОДБОР И ПРОВЕРКА ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ
ВЕДУЩЕГО ВАЛА БЕССТУПЕНЧАТОГО РЕДУКТОРА**

*Цуренко Павел Денисович, студент-бакалавр
Горшков Кирилл Андреевич, студент-бакалавр
Третьяков Никита Евгеньевич, студент-бакалавр
Фролов Дмитрий Алексеевич, студент-бакалавр
Овтов Владимир Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

Аннотация: в статье приводится подбор и расчет шпоночного соединения ведомого вала со звездочкой спроектированного бесступенчатого редуктора.

Ключевые слова: сажалка, вал, бесступенчатый редуктор, напряжения смятия, шпонка, вращающий момент

Посадка является наиболее значимой операцией в технологии производства, как для репчатого лука, так и для других овощных сельскохозяйственных культур. Урожайность во многом определяется влиянием климатических условий, средой обитания, где произрастает культура, а также качественные показатели выполнения посадочных работ [1-5]. Также значительную роль в получении качественной продукции играет используемая товаропроизводителями сельскохозяйственная техника. Всё вышеперечисленное позволяет снизить затраты труда, уменьшить себестоимость и повысить конкурентоспособность получаемой продукции.

Надежная работа рабочих органов и сельскохозяйственных машин и агрегатов является важной составляющей влияющей на себестоимость производимой продукции [4-8].

Проведем подбор и проверку шпоночного соединения вала бесступенчатого редуктора со звездочкой луковой сажалки (рисунок 1) [9].

Для шпоночного соединения ведомой звездочки с ведущим валом бесступенчатого редуктора назначаем шпонку призматическую по ГОСТ 23360-78.

Призматические шпонки рассчитывают на смятие боковых граней, выступающих из вала по формуле [10]:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{d \cdot l_p(h - t_1)} \leq [\sigma_{\text{см}}],$$

где T – передаваемый вращающий момент, Н·мм; d – диаметр вала, мм; l_p – рабочая длина шпонки, мм; h – высота шпонки, мм; t_1 – глубина паза на валу, мм; $[\sigma_{\text{см}}]$ – допускаемые напряжения смятия, МПа. Допускаемые напряжения при стальной ступице и спокойной нагрузке $[\sigma_{\text{см}}] = 80 \dots 120$ МПа, принимаем $[\sigma_{\text{см}}] = 120$ МПа.

При проектном расчете из условия прочности определяется рабочая длина шпонки

$$l_p \geq \frac{2T}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma_{см}]}$$

Для призматических шпонок со скругленными концами рабочая длина – $l_p = l - b$, где b – ширина шпонки, мм; l – полная длина шпонки, мм:

$$l = l_p + b.$$

Передаваемый момент $T = 65,66 \text{ Н} \cdot \text{м}$; диаметр ведущего вала бесступенчатого редуктора $d = 20 \text{ мм}$; размеры поперечного сечения шпонки $b \times h = 6 \times 6 \text{ мм}$; глубина шпоночного паза вала $t_1 = 3,5 \text{ мм}$.

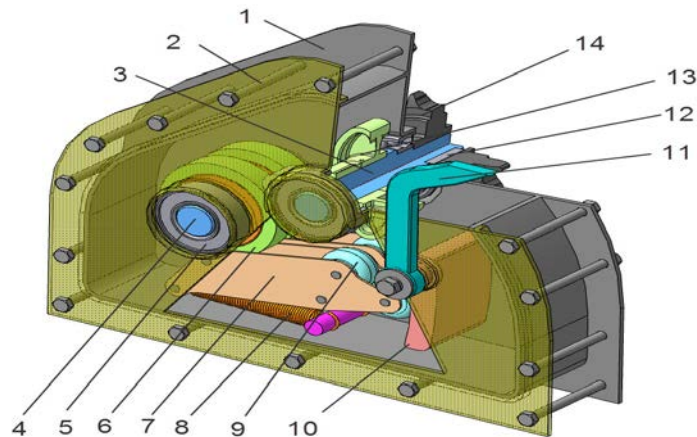


Рис.1. Конструкция бесступенчатого редуктора:

1 – корпус; 2 – крышка корпуса; 3 – вал ведущий; 4 – вал ведомый; 5 – подшипники; 6 – обгонные муфты; 7 – рычаги толкателей; 8 – пружины; 9 – ролики; 10 – направляющая; 11 – регулировочный рычаг; 12 – шпонка; 13 – кулачки; 14 – звездочка

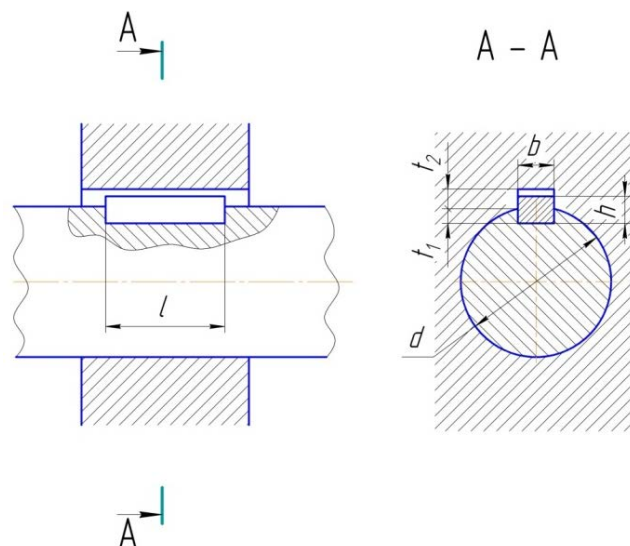


Рис. 2. Схема шпоночного соединения

Длина шпонки l_p из условия прочности на смятие

$$l_p \geq \frac{2 \cdot 65,66 \cdot 10^3}{20 \cdot (6 - 3,5) \cdot 120} = 21,89 \text{ мм.}$$

Определяем общую длину шпонки и округляем до ближайшего большего значения из стандартного ряда длин шпонок:

$$l = 21,89 + 6 = 25,89 \text{ мм.}$$

Выбираем шпонку из единого ряда длин $l = 28 \text{ мм.}$

Рабочая длина выбранной шпонки составит $l_p = 28 - 6 = 22 \text{ мм.}$ Расчетные напряжения смятия составят

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 65,66 \cdot 10^3}{20 \cdot 22 \cdot (6 - 3,5)} = 119,4 \text{ МПа.}$$

Расчетные напряжения смятия меньше допускаемых $\sigma_{см} = 119,4 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 120 \text{ МПа}$, следовательно, условие прочности выполняется.

Список литературы

1. Овтов, П.Д. Обоснование кинематических параметров сажалки лука-севка / В.А. Овтов, П.Д. Цуренко, К.А. Горшков, Н.Е. Третьяков. – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 3. – С. 100-102.
2. Овтов, П.Д. Дозатор-сводоразрушитель бункера луковой сеялки / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2019. – № 3. – С. 11.
3. Овтов, В. Точная посадка маточников сахарной свеклы / В. Овтов, В. Чугунов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2008. – № 10. – С. 9.
4. Овтов, В.А. Модернизация луковой сажалки щеточным заделывающим устройством / В.А. Овтов, А.С. Барабанов. – Текст: непосредственный // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 3. – С. 8-11.
5. Уточненный расчет ведущего вала бесступенчатого редуктора / В.А. Овтов, А.А. Орехов, К.М. Митин [и др.]. – Текст: непосредственный // Сурский вестник. – 2022. – № 1(17). – С. 46-50.
6. Ovtov, V.A. The pulse stepless onion planter gear reducer / V.A. Ovtov, K.M. Mitin, P.D. Tsurenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions (AEGIS 2021) 12-14 May 2021, Tashkent, Uzbekistan. – Bristol, 2021. – P. 012009.
7. Ovtov, V.A. Construction and Design Parameters of the Reducer-Variator / V.A. Ovtov // Journal of Engineering Science and Technology Review. – 2021. – Vol. 14. – No3. P. 202 – 204.
8. Сводоразрушитель в бункере лукопосадочной машины / А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев, П.А. Емельянов, В.А. Овтов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2015. – № 9. – С. 16-17.
9. Патент на полезную модель № 209521 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01С 7/02. Редуктор-вариатор сажалки лука-севка: №

2021111804: заявл. 26.04.2021: опублик. 16.03.2022 / В.А. Овтов, И.Н. Сёмов; заявитель ФГБОУ ВО "Пензенский государственный аграрный университет". – Текст: непосредственный.

10. Овтов, В.А. Детали машин. Курсовое проектирование: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки (квалификация (степень) «бакалавр») / В.А. Овтов. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2022. – 323 с. – Текст: непосредственный.

УДК 62-233.3/.9

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ РАСЧЁТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

*Чикулаев Вадим Андреевич, студент-бакалавр
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: статья описывает возможность применения автоматизации учебных расчётов, по уровню образования, в тех или иных дисциплинах и специальностях.

Ключевые слова: расчёты, детали машин, техническое обслуживание, параметры, подъёмно-транспортные машины, автоматизация

Инженеры-механики в процессе своего обучения, по тем или иным специальностям встречаются с огромным количеством разнообразных расчётов. Они имеют ряд преимуществ, так же и ряд недостатков.

Преимуществом является обеспечение студентов соответствующими заданиями, расширение их кругозора, направление деятельности, связанное с расчётами, развитие их энтузиазма.

Недостатками является усложнение заданий, неточности, при отсутствии навыков, наличие задолженности. Непосредственное усложнение заданий: со стороны решения их студентами и проверка преподавателями.

Такие недостатки, вполне себе, реально изменить, как со стороны студентов, так и со стороны преподавателей. Важно вносить в учебный процесс разнообразные задачи, не только письменные или устные, но работу на компьютере, которая на данном уровне развития науки и техники является передовой, для любых специалистов. Так частенько, в процессе изучения дисциплины «Информатика», студенты знакомятся с программой Microsoft Office Excel, и на этом вся деятельность в данной программе заканчивается, в то время, как Word и Power Point, той же компании, применяется, куда чаще или же даже всё время. Это нужно изменить. Огромное количество расчётов, можно и нужно, выполнять в программе Excel. Это может быть дополнительным заданием для студентов, заинтересованных в

учёбе то, что в плане может помочь им с будущими или текущими работами. Так рассмотрим примеры:

В техникумах изучают специальность: 23.02.04 «Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования». В ходе неё студенты осваивают: четыре профессиональных модуля, два из которых: ПМ 01 «Эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог» и ПМ 02. «Техническое обслуживание и ремонт подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских на месте выполнения работ».

Первый модуль включает расчёты: по количеству и объёму дорожно-строительных материалов и производительность дорожно-строительной техники. Самые простые формулы, в которые включаются различные элементарные математические действия вполне легко перевести в Excel. Это начало, когда студент учиться простым и новым вещам, как выполнять перевод формул в Excel. Такая задача может им пригодиться при выполнении соответствующей курсовой работы по модулю (второй курс) [1, с 3].

Второй модуль включает расчёты: программы технического обслуживания и ремонта парка машин, энергетические показатели предприятия. Благодаря таким таблицам как: коэффициенты корректирования нормативов, студентам предстоит выполнить более сложную задачу, сделать так, чтобы программа сама умела выбирать и подставлять в формулы те коэффициенты, которые задаются по исходным данным, этап автоматизации аналитики – 3-4 курс. Это может пригодиться студентам во время выполнения той же курсовой работы по модулю и выпускной квалификационной работы, которая целиком и полностью включает курсовые [2, с 5].

Теперь рассмотрим другой уровень образования – бакалавриат. Студенты высших учебных заведений обучаются по программе подготовки 35.03.06 «Агроинженерия». «Детали машин, основы конструирования, подъёмно-транспортные машины» – это огромный раздел дисциплины «Техническая механика», каждый её раздел изучается по 3 семестра и сдаётся экзамен. В процессе изучения студенты сталкиваются с расчётом - цилиндрических зубчатых передач, а затем выполняют самый сложный расчёт определённого вида редуктора с передачей, в качестве курсовой работы. Если дать студентам выполнить программу в Excel, то для тех, кто изучал это ранее, не составит огромного труда сделать это. Она может пригодиться им для выполнения одного из разделов курсовой работы, но чтобы полностью облегчить задачу, здесь предстоит задействовать не только данную дисциплину. Такая программа облегчит 70% автоматических расчётов, так как остальная часть действий проще выполняется через свои собственные аналитические способности, т. е. проще самому найти нужно число в таблице, чем заставлять это делать программу [3-5].

Такие задачи не являются лишними, а расширяют кругозор студен-

тов, облегчают проверку заданий преподавателями, а также направляет их всех на работу в области программирования, ведь никто не скажет, что не за этим будущее!

Список литературы

1. Логвиненко, А.А. Технология строительства автомобильных дорог промышленных предприятий: методические указания по выполнению курсовой работы и практических заданий / А.А. Логвиненко. – Белгород: Издательство БГТУ, 2012. – 45 с. – Текст: непосредственный.
2. Санжапов, Р.Л. Дипломное проектирование для студентов специальности 190629 Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям) : методические указания / Р.Л. Санжапов, И.О. Булатов. – Ухта: УГТУ, 2015. – 71 с. – Текст: непосредственный.
3. Кузнецова, Н.И. Цилиндрические зубчатые передачи: учебно-методическое пособие / Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА. 2017. – 48 с. – Текст: непосредственный.
4. Кузнецова, Н.И. Детали машин и основы конструирования: методические указания / Н.И. Кузнецова, С.В. Гайдидей. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА. 2016. – 56 с. – Текст: непосредственный.
5. Чернавский, С. А. Курсовое проектирование деталей машин: учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, Г.М. Ицкович, В.П. Козинцов, – 3-е изд. стереотипное, перепечатка издания 1987 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 416 с. – Текст: непосредственный.

УДК 62-235

СРАВНЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ И ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ БУЛЬДОЗЕРОВ KOMATSU

*Чикулаев Вадим Андреевич, студент-бакалавр
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в данной статье представлено сравнение двух видов трансмиссий, применяемых на бульдозерах Komatsu, особенности и условия работы, их применение.

Ключевые слова: трансмиссия, бульдозер, гидро, применение

Гидромеханическая трансмиссия – это коробка переключения передач, соединённая с гидротрансформатором. Она бывает автоматическая, так и с переключением в ручном режиме. Ключевым элементом данной трансмиссии является – гидротрансформатор, который преобразует и увеличивает тягу - это является её, как плюс, так и минусом. Такой режим трансформации достигается только при высокой степени пробуксовки гид-

ротрансформатора. При этом возникают внутренние потери на трение жидкости, резко снижается КПД, но при этом тяга достигает максимальных значений. Гидростатическая трансмиссия имеет два ключевых элемента: насос и гидромотор, в таком случае всё происходит наоборот: КПД повышается, а тяга снижается [1, 137].

Гидромеханические бульдозеры применяются для тяжелых работ, где требуется высокая тяга – горная промышленность, карьеры, а также тяжелые строительные работы. Гидростатические бульдозеры применяются в дорожных и коммунальных работах, такие работы требуют максимальной маневренности и экономичности техники. Универсальные бульдозеры оснащены обоими элементами, тем самым применяются во всех видах работ [2, 72].

В сложных условиях гидромеханический бульдозер будет работать без проблем, тогда как гидростатическому бульдозеру придется осторожничать или же вообще не работать в таких условиях. Детали гидростатической системы легче и быстрее заменяются при неисправности. Гидротрансформатор более неприхотлив к ремонту и эксплуатации. [3, 57]

В заключение, как показывает практика, бульдозеры с той или иной трансмиссией нашли широкое применение в различных сферах, и получается, лишь владельцам данной техники решать, на что уделить большее внимание в различных ситуациях.

Список литературы

1. Квагинидзе, В.С. Бульдозеры на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет / В.С. Квагинидзе, Г.И. Козовой, Ф.А. Чакветадзе, Ю.А. Антонов, В.Б. Корецкий. – Москва: Изд-во Горная книга, 2017. – 396 с. – Текст: непосредственный.
2. Заводская инструкция Komatsu. – Япония, 1998. – 732 с. – Текст: непосредственный
3. Шестопапов, К.К. Машины для земляных работ / К.К. Шестопапов. – Москва: МАДИ, 2011. – 145 с. – Текст: непосредственный.

УДК 061.2

ОБЗОР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Чикулаев Вадим Андреевич, студент-бакалавр
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в данной статье представлен обзор различных энергосберегающих технологий, которые ещё только внедряются или уже применяются.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, углерод, батареи

В наши дни одним из самых распространённых вопросов технологии является сбережение ресурсов. Это выгодная инициатива во всех сферах деятельности человека. Так на первом месте находится возможность получения топлива за счёт отходов деятельности, например при работе двигателя машина выпускает углекислый газ – дым, который улетучивается в атмосферу, тут же возникает экологический вопрос. Так учёные придумали способ и устройство для переработки газа в топливо. Аналогичным образом немецкая компания Clir уже очень широко выпускает экологичные батареи, которые применяют углерод [1, 35].

Не смотря на то, что запасы различных материалов на земле не безграничны, в любом случае люди их расходуют столько сколько понадобится. Так солнечные батареи всё также распространяются в различных сферах и производствах. Учёные продолжают исследовать возможности преобразования энергии солнца в электричество различных материалов и тем самым у нас есть надежда на то, что, пока солнце не погасло, энергия точно будет. Такие технологии распространились уже не только на каких-либо важных объектах, но и широко используются в повседневности, например в Африке, сделаны холодильники на солнечных батареях для охлаждения лекарств, в критически высоких температурах. Учёные компании Solcold создали охлаждающую краску, которая может отражать солнечные лучи и тем самым выполнять свою особенную функцию [3, с 133].

«Обуздаем стихию» говорят учёные компаний Eco Wave Power, которые разработали систему преобразования энергии морских волн в электричество. Нехитрая установка, основанная на гидравлике. Наиболее эффективно можно её использовать вдоль прибрежных населённых пунктов и предприятий. Минимизация технологий в действии, созданы мини гидро-электростанции, которые могут вырабатывать электроэнергию даже в речках с тихим течением.

Различные датчики не останавливаются в распространении. Так огромное количество устройств с ИИ, эффективно трудятся над тем, на что не способен человек, находиться там, где не ступала нога или рука человека. Именно такие интересные устройства измеряют, анализируют и сами направляют, корректируют работы различных систем для наиболее эффективной деятельности, тех или иных устройств. Конечно же, так же создаются датчики, которые способны работать автономно, например, заряжаясь от низкочастотных вибраций, их можно установить в труднодоступные места автомобилей [2, с 79].

Часто учёные ищут тонкую грань между живыми организмами и технологиями искусственной деятельности. Так учёные компании glowee разводят светящихся микроорганизмов, которые само собой используются в качестве источников света. Экологически чистые материалы продолжают использоваться в различных сферах, так компания Хемпер производят утеплитель из смеси технической конопли и извести.

В итоге технологии, исследования и развитие не стоят на месте, учёные каждый день делают новые открытия и изобретения. Мир стремится в будущее и важно не отставать, интересоваться новым и, возможно, мы сможем внести своё вклад в будущее нашего мира.

Список литературы

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов / О.Л. Данилов, А.Б. Гаряев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко. – Москва: Изд-во МЭИ, 2010. – 424 с. – Текст: непосредственный.
2. Данилов, Н.И. Основы энергосбережения: учебное пособие / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под общ. ред. Н.И. Данилова. – 2-е изд. – Екатеринбург: Автограф, 2010. – 528 с. – Текст: непосредственный.
3. Башмаков, И.А. Повышение энергоэффективности в российской промышленности / И.А. Башмаков // Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ). – Москва, 2013. – Текст: непосредственный.

УДК 631.363.21

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

*Шарыпов Андрей Николаевич, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье представлена экспериментальная установка для исследования процесса измельчения зерна с обоснованием ее основных параметров и режимов работы.

Ключевые слова: зерно, процесс, измельчение, ротор, молоток, дефлектор, камера, канал, решето, дека, инерция, логарифм, спираль, скорость

Экспериментальная установка для исследования процесса измельчения зерна представляет собой молотковую дробилку открытого типа с обводным каналом. На рисунке 1 приведены различные схемы, которые использованы в процессе экспериментальных исследований:

а) в дробилке установлена дека в пространстве между ротором и шнеком; б) в схеме отсутствует установленная дека; в) внешняя стенка обводного канала дробилки сопряжена с дробильной камерой по прямой; г) в области соединения дробильной камеры с обводным каналом установлено решето.

Исходная схема (рис. 1,а) дробилки содержит входную горловину 9, дробильную камеру 1 с молотковым ротором 2 (рис. 2,а), деку 8, обводной

канал 4, дефлектор 5, шнек 6. При этом внутренняя 3 и внешняя 7 стенки обводного канала переходят в деку и примыкают к дробильной камере под прямым углом (рис. 2, б).

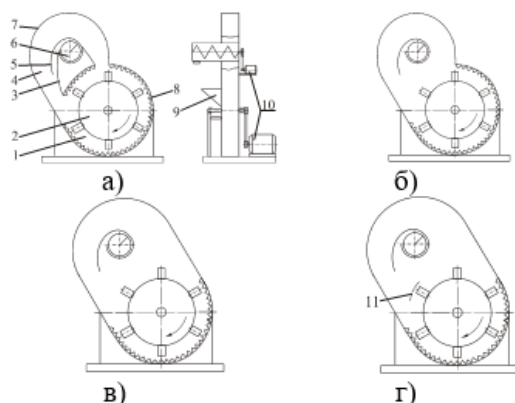


Рис.1. Схемы дробилки:

а) при установленной деке; б) без деки; в) с выгрузным устройством; г) с решетом: 1 - дробильная камера; 2 - молотковый ротор; 3, 7 внутренняя и внешняя стенки обводного канала; 4 - обводной канал; 5 - дефлектор; 6 - шнек; 8 - дека; 9 - входная горловина; 10 - электродвигатели; 11 - решето

Входная горловина 9 расположена по центру дробильной камеры 1, что позволяет снизить влияние воздушного потока на равномерность поступления измельчаемого материала в дробильную камеру 1.

Привод молоткового ротора 2 и шнека 6 осуществляется электродвигателями 10. Для наблюдения за процессом измельчения зерна в обводном канале установлено смотровое окно (рис. 2, в).

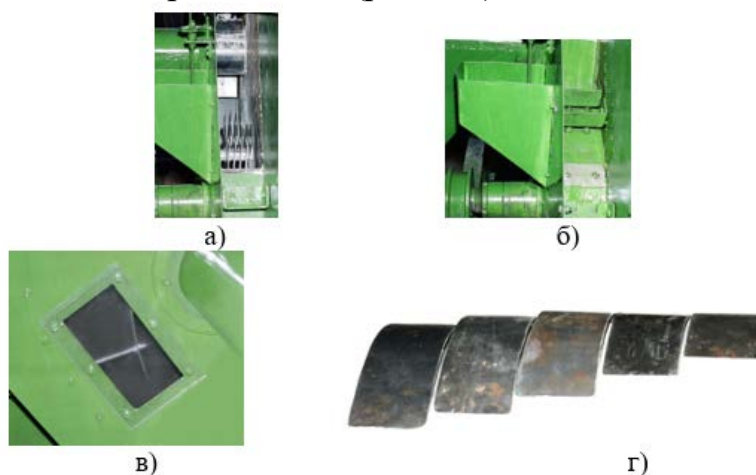


Рис.2. Основные узлы экспериментальной установки:

а) дробильная камера с молотковым ротором; б) соединение обводного канала с дробильной камерой; в) смотровое окно в обводном канале; г) дефлекторы

Рабочий процесс дробилки зерна протекает следующим образом.

Измельчаемый материал в дробильную камеру 1 подаётся через входную горловину 9. Молотки ротора 2 измельчают материал и выбрасывают его в обводной канал 4. При этом мелкая фракция проходит по

внутренней стенке 3 и направляется дефлектором 5 в шнек 6, находящемся в центре обводного канала 4. Более крупные частицы по инерции возвращаются в дробильную камеру 1 по внешней стенке 7 обводного канала 4 на доизмельчение.

Эвакуация измельчённого материала из дробильной камеры 1 осуществляется дефлектором 4 (рис. 2,г), выполненного по логарифмической спирали (рис. 3). Уравнение полярных координат логарифмической спирали выглядит следующим образом:

$$\rho = \rho_0 e^{k\varphi}, \quad (1)$$

где $\rho_0 = OM$ - полярный радиус точки M ; k - параметр, выражающий рост логарифмической спирали; φ - полярный угол.

Геометрический смысл параметра k определяется из соотношения:

$$k = \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2)$$

где α - угол, образованный прямой OM и касательной MT (угол разворота дефлектора).

Для упрощения расчётов при изготовлении введена длина дуги дефлектора L (далее по тексту длина дефлектора L), выраженная через уравнение полярных координат:

$$L = \frac{\rho_0}{k} \left(\sqrt{k^2 + 1} \right) \cdot (e^{k\varphi} - 1) - L_1, \quad (3)$$

где φ - текущее значение полярного угла; L_1 - длина дуги логарифмической спирали при $\varphi=35^\circ$, $\rho_0=0,048$ м.

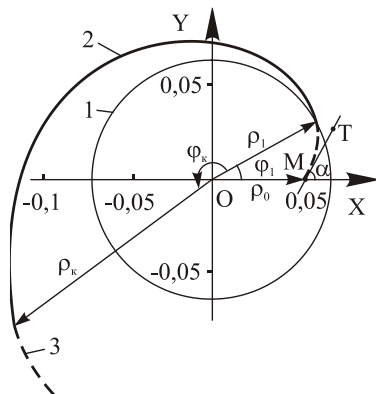


Рис.3. Схема построения логарифмической спирали дефлектора:
1 – корпус шнека; 2 – дефлектор; 3 - логарифмическая спираль, φ_1 , φ_k - начальный и конечный полярный угол дефлектора

При полярном угле $\varphi=35^\circ$ и радиусе $\rho_0=0,048$ м обеспечивается плавное сопряжение дуги логарифмической спирали с дефлектором. [1]

С учётом формул (1)...(3), изменяя радиус ρ , угол φ и параметр k , получим различную длину и кривизну логарифмической спирали, необходимую для изготовления дефлекторов. Пример расчётных данных, необхо-

димых для построения логарифмической спирали и определения длины дефлектора, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчёта длины дефлектора

Полярный радиус, м	Коэффициент роста, k	Полярный угол, град.	Угол разворота, град.	Длина спирали L_c , м	Длина дефлектора L_d , м
0,048	0,42	0	67,0	0	
0,062	0,42	35	67,0	0,036	0,000
0,094	0,42	90	67,0	0,116	0,080
0,141	0,42	145	67,0	0,237	0,200
0,182	0,42	180	67,0	0,343	0,307
0,204	0,42	195	67,0	0,398	0,365
0,224	0,42	208	67,0	0,451	0,415

Выбор рабочих режимов измельчения зерна осуществляется таким образом, чтобы разрушение исходного материала протекало с наименьшими затратами энергии.

Диаметр и длину дробильной камеры определяли по выражениям:

$$D = \sqrt{kQ/q}; L = D/k, \quad (4)$$

где Q - заданная пропускная способность дробилки, $Q=0,2...0,5$ кг/с; q - удельная нагрузка, $q=3...6$ кг/(с·м²); k - коэффициент, характеризующий тип ротора дробилки $k_1=D/L=1...2$, $k_2=4...7$.

Скорость молотков определяли по следующей формуле:

$$v = \sqrt{k_d \sigma_{вст} \ln(a/x_1) / \rho}, \quad (5)$$

где k_d - коэффициент динамичности, $k_d=1,4...2,0$; $\sigma_{вст}$ - предел прочности зерна в статических условиях, $\sigma_{вст}=7$ Мпа; a - длина зерна; x_1 - величина недеформированной части зерна, $a/x_1=1,8$; ρ - плотность материала $\rho=1320$ кг/м³ [2].

Зазор между молотками ротора и декой вычисляли по следующему выражению:

$$\Delta R = \left[\sqrt{l^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} - l \right] + C, \quad (6)$$

где l - расстояние от оси подвеса молотка до его конца, $l=100$ мм; b - ширина молотка, $b=50$ мм; C - допуск на неточность размеров молотков (для прямоугольных молотков без ступенчатых концов $C=1...2$ мм, со ступенчатыми концами $C=0$) [3].

В соответствии с выражениями (4)...(6), полученными на основании многочисленных исследований, приняты диаметр ротора $D=500$ мм, длина

дробильной камеры $L=100$ мм, скорость молотков $v=75$ м/с и зазор между молотками ротора и декой $\Delta R=4$ мм.

Список литературы

1. Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / А.А. Гусак, Г.М. Гусак, Е.А. Бричикова. – Мн.: ТетраСистемс. 1999. – 640 с. – Текст: непосредственный.
2. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград: Колос, 1978. – 560 с. – Текст: непосредственный.
3. Ревенко, И.И. О зазоре между молотками и рабочей поверхностью дробильной камеры / И.И. Ревенко, К.Ф. Рожковский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1973. – №3. – С. 19-21. – Текст: непосредственный.

УДК 631.363.21

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА

*Шарыпов Андрей Николаевич, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса измельчения зерна с обоснованием ее основных параметров и режимов работы.

Ключевые слова: эксперимент, процесс, измельчение, фактор, варьирование, модель, уравнение, регрессия, параметр, режим, энергия, эффективность

Результаты экспериментальных исследований процесса измельчения зерна показали, что длина дефлектора L и угол разворота дефлектора α , частота вращения шнека n , сечение решета влияют на показатели работы дробилки.

С целью определения влияния данных факторов и их взаимодействий на рабочий процесс измельчения зерна проведены исследования с применением методики планирования многофакторного эксперимента [1].

В качестве факторов варьирования выбраны следующие:

- x_1 - длина дефлектора L , мм;
- x_2 - зазор между молотками ротора и декой ΔR , мм;
- x_3 - частота вращения шнека n , мин⁻¹;
- x_4 - диаметр отверстий решета $d_{отв}$, мм;

x_5 - угол разворота дефлектора α , град.

Критериями оптимизации являются:

y_1 - пропускная способность Q , т/ч;

y_2 - энергоёмкость процесса измельчения $\mathcal{E}$, кВт·ч/(т·ед.ст.изм.);

y_3 - средний размер частиц $d_{\text{ср}}$, мм;

y_4 - содержание целых зёрен m , %.

Исследуемые факторы, уровни и интервалы их варьирования приведены в таблице 1.

Многофакторный эксперимент позволяет оценить эффект влияния и направленности действия того или иного фактора, а также возможные взаимодействия между ними. Два уровня фактора вполне обеспечивают выполнение этого условия.

Таблица 1 – Факторы и уровни варьирования

Уровни	Факторы				
	Длина дефлектора L , мм	Зазор между молотками и декой ΔR , мм	Частота вращения шнека n , мин ⁻¹	Диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$, мм	Угол разворота дефлектора α , град.
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
Верхний	415	10	700	5	71
Нижний	365	4	450	3	67

Однако при постановке полного факторного эксперимента только на двух уровнях требуется проводить большое число опытов, поэтому для сокращения затрат средств и времени, можно не реализовывать полный факторный эксперимент, а ограничиться лишь его частью - дробной репликой.

В ходе экспериментальных исследований реализована матрица плана 2^{5-1} . Результаты проведённых исследований обработали при помощи математического анализа и пакета *STATGRAPHICS Plus* версии 5.1 for Windows и получили следующие модели регрессии:

$$y_1 = 0,604 + 0,052x_1 + 0,027x_3 + 0,203x_4 + 0,051x_5 + 0,049x_1x_4 + 0,022x_4x_5; \quad (1)$$

$$y_2 = 3,692 - 0,298x_1 + 0,113x_2 - 0,231x_3 - 1,099x_4 - 0,184x_5 - 0,098x_1x_3 - 0,101x_2x_5 + 0,148x_3x_4 + 0,052x_3x_5 - 0,117x_4x_5; \quad (2)$$

$$y_3 = 1,184 + 0,038x_1 + 0,031x_2 + 0,104x_4 + 0,013x_5 + 0,027x_1x_2 + 0,017x_1x_5 + 0,018x_2x_3 - 0,016x_2x_5; \quad (3)$$

$$y_4 = 0,541 + 0,209x_1 - 0,222x_3 + 0,541x_4 - 0,053x_1x_3 + 0,209x_1x_4 + 0,053x_1x_5 - 0,053x_2x_3 + 0,053x_2x_5 - 0,222x_3x_4. \quad (4)$$

Проверку воспроизводимости опытов проводили по критерию Кохрена ($G_{\text{табл}}=0,3218$ при уровне значимости 0,05). Расчётные значения критерия Кохрена для уравнений y_1 , y_2 , y_3 , y_4 , соответственно равны 0,1620;

0,1223; 0,1433; 0,2311. Таким образом, процесс воспроизводим, так как расчётные значения Кохрена меньше табличного.

Значимость коэффициентов регрессии проверялась по величине доверительного интервала Δb_i . Из уравнений были удалены те слагаемые, величина коэффициентов регрессии которых превышает величину Δb_i .

После исключения незначимых слагаемых математические модели пересчитывали и проводили проверку адекватности полученных моделей по критерию Фишера ($F_{\text{табл}(0,05)}=2,1471$). Расчётные значения критерия Фишера равны 6,3771; 10,7870; 4,6188; 10,2846 для уравнений $y_1...y_4$ соответственно. Табличное значение F-критерия меньше расчётных, значит, модели неадекватны.

Анализ моделей регрессии (1)...(4) показывает, что на процесс измельчения значительное влияние оказывают длина дефлектора L (b_1) и диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_4).

На основании полученных данных построены двумерные сечения.

Анализируя зависимости на рисунке 1, видим, что увеличение зазора между молотками ротора и декой ΔR от 4 до 10 мм и частоты вращения n с 450 до 700 мин^{-1} ведёт к повышению среднего размера частиц $d_{\text{ср}}$ от 1,14 до 1,22 мм и пропускной способности Q с 0,55 до 0,61 т/ч.

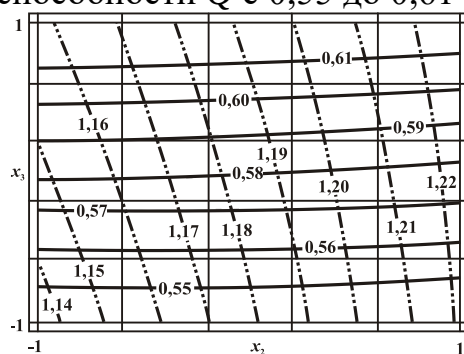


Рис.1. Зависимости пропускной способности Q , т/ч (y_1 -) и среднего размера частиц $d_{\text{ср}}$, мм (y_3 ----) от зазора между молотками ротора и декой ΔR , мм (x_2) и частоты вращения шнека n , мин^{-1} (x_3)

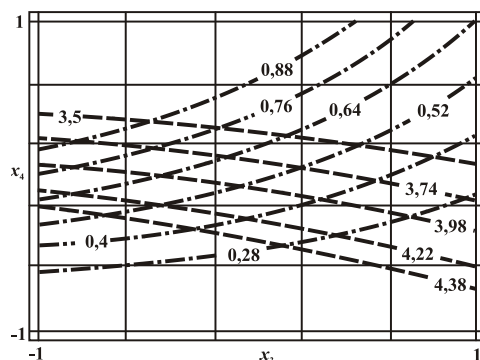


Рис.2. Зависимости удельных энергозатрат $\mathcal{E}$, кВт·ч/(т·ед.ст.изм.) (y_2 --) и содержания целых зёрен m , % (y_4 ) от частоты вращения шнека n , мин^{-1} (x_3) и диаметра отверстий решета $d_{\text{отв}}$, мм (x_4)

При увеличении диаметра отверстий решета $d_{\text{отв}}$ с 3 до 5 мм (рис. 2) снижаются удельные энергозатраты от 4,38 до 3,5 кВт·ч/(т·ед.ст.изм.) и возрастает содержание целых зёрен m с 0,28 до 0,88 %.

Таким образом, анализ экспериментальных исследований показал, что при диаметре отверстий решета $d_{\text{отв}}=3,5\ldots 4,0$ мм, частоте вращения шнека $n=700$ мин⁻¹, зазоре между молотками ротора и декой $\Delta R=8$ мм на выходе получается готовый продукт с содержанием целых зёрен $m=0,28$ %, удовлетворяющий зоотехническим требованиям для всех групп животных. При этом пропускная способность дробилки Q составляет 0,60...0,62 т/ч, средний размер частиц $d_{\text{ср}}$ - 1,19...1,21 мм, удельные энергозатраты $\mathcal{E}$ - 3,74 кВт·ч/(т·ед.ст.изм.).

Так как в ходе проверки полученных моделей регрессии выяснили, что они неадекватны, то для изучения и описания области оптимума линейного приближения недостаточно, поэтому в дальнейших исследованиях необходимо использовать планирование второго порядка. При этом интервал «выделяющегося» фактора (диаметр отверстий решета) сужаем, интервалы наиболее значимых факторов (длину и угол разворота дефлектора) оставляем без изменения, чтобы не «перешагнуть» через область оптимума, частоту вращения шнека в силу ограниченности экспериментальной установки и менее значимый фактор (зазор между молотками ротора и декой) фиксируем на оптимальном уровне.

Для оптимизации рабочего процесса дробилки провели исследования с использованием матрицы плана Бокса-Бенкина, который более экономичен по числу опытов по сравнению с ортогональными планами и обладает их свойствами [2].

По результатам, предыдущих, исследований частоту вращения шнека приняли $n=700$ мин⁻¹, зазор между молотками ротора и декой $\Delta R=8$ мм. Факторами варьирования выбраны следующие:

x_1 - длина дефлектора L , мм;

x_4 - диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$, мм;

x_5 - угол разворота дефлектора α , град.

Критериями оптимизации являются:

y_1 - пропускная способность Q , т/ч;

y_2 - энергоёмкость процесса измельчения $\mathcal{E}$, кВт·ч/(т·ед.ст.изм.);

y_3 - средний размер частиц $d_{\text{ср}}$, мм;

y_4 - содержание целых зёрен m , %.

Факторы, уровни и интервалы их варьирования представлены в таблице 2, матрица плана Бокса-Бенкина и результаты экспериментальных исследований – в таблице 3.

Таблица 2 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Параметры	Факторы		
	Длина дефлектора, мм	Диаметр отверстий решета, мм	Угол разворота дефлектора, град.
	x_1	x_4	x_5
Верхний уровень (+)	415	4,5	71
Основной уровень (0)	390	4	69
Нижний уровень (-)	365	3,5	67

После обработки опытных данных были получены следующие модели регрессии [2]:

$$y_1 = 0,683 + 0,031x_1 + 0,105x_4 + 0,024x_5 - 0,06x_1^2 + 0,013x_4^2 + 0,008x_4x_5 - 0,025x_5^2; \quad (5)$$

$$y_2 = 2,821 - 0,085x_1 - 0,426x_4 - 0,174x_5 + 0,464x_1^2 - 0,074x_4^2 + 0,206x_5^2; \quad (6)$$

$$y_3 = 1,242 + 0,021x_1 + 0,048x_4 + 0,032x_5 + 0,028x_1^2 - 0,013x_1x_4 + 0,005x_4^2 + 0,033x_5^2; \quad (7)$$

$$y_4 = 0,031x_1 + 0,384x_4 + 0,025x_5 - 0,031x_1^2 + 0,063x_1x_4 + 0,384x_4^2 + 0,05x_4x_5 + 0,031x_5^2. \quad (8)$$

При проверке воспроизводимости опытов получили, что дисперсии однородны, так как табличное значение критерия Кохрена ($G_{\text{табл}(0,05)}=0,3346$) больше расчётных, равных для уравнений y_5 , y_6 , y_7 , y_8 , соответственно, 0,1962; 0,1266; 0,1349; 0,2897.

Таблица 3 – Матрица плана Бокса-Бенкина для трёх факторов и результаты экспериментальных исследований

Опыты	Факторы			Критерии оптимизации			
	Длина дефлектора	Диаметр отверстий решета	Угол разворота дефлектора	Пропускная способность Q, т/ч	Удельные энергозатраты Э, кВт·ч/(т·ед.ст.изм.)	Средний размер частиц $d_{\text{ср.}}$, мм	Содержание целых зерен m , %
	x_1	x_4	x_5	y_1	y_2	y_3	y_4
1	1	1	0	0,774	2,664	1,300	0,830
2	-1	-1	0	0,503	3,723	1,223	0,000
3	1	-1	0	0,564	3,561	1,250	0,000
4	-1	1	0	0,700	2,900	1,322	0,683
5	1	0	1	0,651	3,184	1,330	0,000
6	-1	0	-1	0,552	3,702	1,224	0,000
7	1	0	-1	0,602	3,662	1,251	0,000
8	-1	0	1	0,582	3,374	1,304	0,000
9	0	1	1	0,811	2,423	1,350	0,933
10	0	-1	-1	0,544	3,532	1,183	0,000
11	0	1	-1	0,740	2,641	1,314	0,730
12	0	-1	1	0,583	3,223	1,244	0,000
13	0	0	0	0,683	2,760	1,223	0,000
14	0	0	0	0,681	2,714	1,261	0,000
15	0	0	0	0,684	2,990	1,243	0,000

По величине доверительного интервала Δb_i из уравнений регрессии были удалены те слагаемые, величина коэффициентов регрессии которых превышает значение Δb_i .

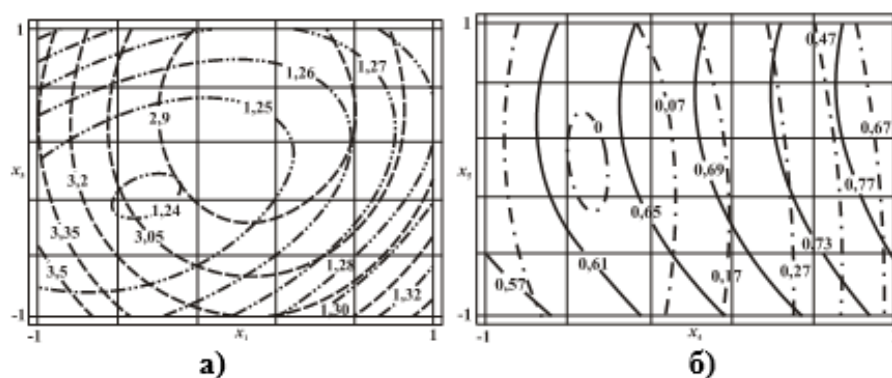
Исключив незначимые факторы и пересчитав математические модели, проверили их адекватность при помощи критерия Фишера. Проверка показала, что все модели адекватны: расчётные значения F-критерия, равные 0,4223; 1,0285; 1,5686; 1,9821 для уравнений $y_1...y_4$ соответственно, меньше табличного $F_{\text{табл}(0,05)}=2,1284$.

При анализе математических моделей видно, что на показатели работы дробилки оказывают влияние следующие факторы:

- на пропускную способность Q (5) – длина дефлектора L (b_1), диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_4);
- на удельные энергозатраты $\mathcal{E}$ (6) – диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_4); угол разворота дефлектора α (b_5);
- на средний размер частиц $d_{\text{ср}}$ (7) – длина дефлектора L (b_1), диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_4), взаимодействие длины дефлектора L с углом разворота дефлектора α (b_{15});
- на содержание целых зёрен m (8) – диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_4), взаимодействие длины дефлектора L с диаметром отверстий решета $d_{\text{отв}}$ (b_{14}).

Таким образом, вышеприведённый анализ показывает, что значительное влияние на рабочий процесс дробилки оказывает изменение диаметра отверстий решета $d_{\text{отв}}$.

Анализ двумерных сечений поверхностей отклика (рис. 3,а) показывает, что при увеличении длины L с 365 до 415 мм и угла разворота дефлектора α от 67 до 71° происходит уменьшение удельных энергозатрат $\mathcal{E}$ с 3,65 до 2,9 кВт·ч/(т·ед.ст.изм.) и возрастает средний размер частиц $d_{\text{ср}}$ от 1,24 до 1,32 мм.



Увеличение диаметра отверстий решета $d_{\text{отв}}$ от 3,5 до 4,5 мм (рис. 3,б) приводит к росту пропускной способности Q с 0,57 до 0,77 т/ч и содержания целых зёрен m от 0 до 0,67 %.

На пропускную способность и содержание целых зёрен наибольшее влияние оказывает размер отверстий решета $d_{\text{отв}}$: при $x_4=-1...1$ пропускная способность $Q=0,57...0,77$ т/ч, содержание целых зёрен $m=0...0,67$ %. При $x_1=0$, $x_4=0$, $x_5=-1...1$ пропускная способность Q и средний размер частиц $d_{\text{ср}}$ практически не изменяются - $Q=0,64...0,68$ т/ч, $d_{\text{ср}}=1,24...1,25$ мм.

Таким образом, в результате анализа двумерных сечений оптимальными конструктивными показателями дробилки являются: диаметр отверстий решета $d_{\text{отв}}=4,0...4,5$ мм, длина $L=380...400$ мм и угол разворота дефлектора $\alpha=69...70^\circ$ при пропускной способности $Q=0,73$ т/ч, удельных энергозатратах $\mathcal{E}=2,9$ кВт·ч/(т·ед.ст.изм.), среднем размере частиц $d_{\text{ср}}=1,25$ мм, содержании целых зёрен $m=0,27$ %. Полученный при этом готовый продукт удовлетворяет зоотехническим требованиям.

Список литературы

1. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – Ленинград: Колос, 1972. – 200 с. – Текст: непосредственный.
2. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – Ленинград: Колос, 1980. – 168 с. – Текст: непосредственный.

УДК 631.365.29

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ПРОЦЕССА СУШКИ ЛЬНОТРЕСТЫ В РУЛОНАХ

*Шушков Роман Анатольевич, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: на рентабельность агропромышленного комплекса значительное влияние оказывает энергоэффективность производства сельскохозяйственной продукции. В работе представлен анализ принципиальных схем сушильных установок для рулонов льнотресты по показателю энергоёмкости.

Ключевые слова: льноводство, сушка рулонов льна, энергоёмкость процесса сушки

При организации процесса сушки льнотресты в рулонах конвективным способом нужно решать две задачи: 1) для подогрева воздуха, применяемого в качестве агента сушки, необходимо использовать дорогостоя-

щую энергию; 2) снижение до минимальных значений утечек агента сушки, мимо досушиваемого материала [1, 2].

Считается, что для испарения одного килограмма влаги, теоретически необходимо потратить 2,5 МДж тепловой энергии [3].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте льна (ВНИИЛ г. Торжок) проводились исследования по обоснованию выбора устройств для сушки рулонов льнотресты [3]. На рисунке 1 представлены четыре принципиальные схемы сушки рулонов льнотресты, использующие способ продувки вдоль стеблей.

На схеме 1 показана наиболее простая по устройству установка. При сушке льнотресты по данной схеме расход тепловой энергии на испарение влаги был самым высоким из-за утечек до 40% теплоносителя мимо рулона и составил 13,4 МДж.

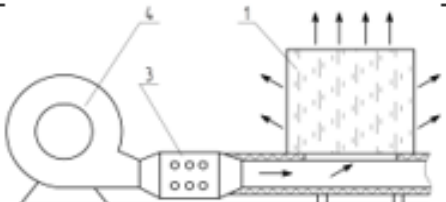
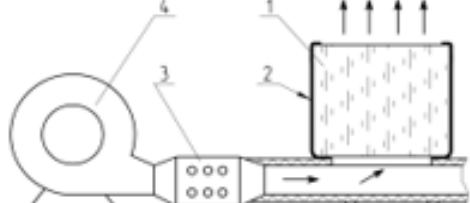
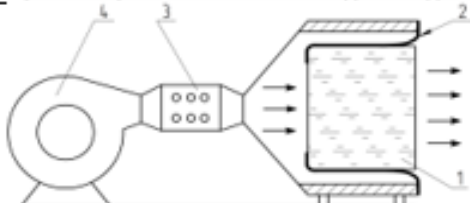
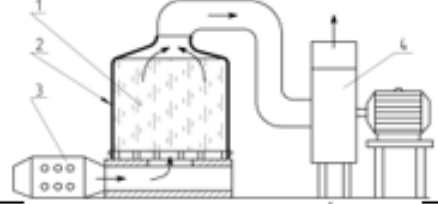
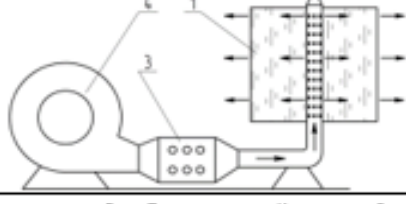
Номер схемы	Схема установки	Расход тепла на удаление 1 кг влаги, МДж
1		13,4
2		8,3
3		6,0
4		5,5
5		6,12
1 – рулон льнотресты; 2 – брезентовый рукав; 3 – калорифер; 4 – вентилятор		

Рис. 1. Принципиальные схемы сушильных установок

Для снижения потерь теплоносителя применяли схему 2 – рулон упаковывали в брезентовый рукав. Такое усовершенствование установки позволило заметно повысить ее экономичность. За счет уменьшения утечек теплоносителя снизился расход тепловой энергии до 8,3 МДж на испарения одного килограмма влаги. При сушке рулонов льнотресты по второй схеме был выявлен серьезный недостаток установки – экономичность ее зависит от плотности прижатия брезентового рукава к поверхности рулона. Во время проведения опытов брезентовый рукав вокруг рулона льнотресты обматывали шпагатом. Для того чтобы обеспечить плотное прилегание рукава к поверхности рулона, потребовалось на упаковку одного рулона затрачивать около 5 минут ручного труда, что в значительной степени снижает эффективность сушильной установки.

С целью снижения затрат труда на укладку рулонов в рукава была разработана и испытана установка, показанная на схеме 3.

Конструктивной особенностью этой установки является то, что рулон в процессе сушки находится в герметичной брезентовой камере (рукаве). Благодаря давлению создаваемому вентилятором, камера плотно обволакивает поверхность рулона льнотресты. За счет этого исключается утечка теплоносителя, а расход тепловой энергии на испарение влаги составляет 6 МДж.

Утечки агента сушки возможно значительно сократить используя режим отсасывания теплоносителя из камеры. На схеме 4 показана установка, работающая по такому принципу. Особенностью этой установки является то, что теплоноситель отсасывается из рукава, а не нагнетается в него. Эта особенность позволила исключить трудозатраты на обматывание рукава шпагатом. Исследования показали, что расход тепловой энергии на испарение влаги при такой конструкции составил 5,5 МДж.

Во ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА проводились исследования по сушке рулонов льнотресты при подаче теплоносителя внутрь рулона (схема 5) [3, 4]. Можно обозначить преимущества данного способа сушки: теплоноситель равной температуры подается одновременно во все зоны рулона (вершинную, среднюю и комлевую), что может гарантировать отсутствие зон пересушки; путь, проходимый теплоносителем в радиальном направлении меньше, чем в аксиальном (вдоль оси), это влияет на время прохождения и сопротивление движению теплоносителя; нагретый теплоносителем распределитель дополнительно прогревает внутренние слои рулона.

Проведенные исследования показывают, что расход тепла на испарение одного килограмма влаги из рулона в среднем составляет 6,12 МДж. Организовав сушку рулонов по предложенной схеме возможно значительно сократить затраты ручного труда на подготовительно-заключительные операции процесса сушки. Для обеспечения непрерывности и повышения производительности процесса сушки, учитывая объемы заготовки рулони-

рованной льнотресты, имеется возможность одновременно сушить от 1 до 20 рулонов добавляя к установке дополнительные сушильные секции.

Подавляющее количество существующих сушилок льнотресты в рулонах не обеспечивают экономного использования энергии агента сушки, а также требуют дополнительных трудозатрат на подготовку процесса сушки рулонов (схемы 1 и 2). Повышение эффективности использования энергетического потенциала теплоносителя, уменьшение металлоемкости конструкции, а также снижение затрат ручного труда на подготовку процесса сушки рулонов льнотресты может обеспечить способ подачи воздуха внутрь рулона (схема 5), самыми энергоэффективными оказались схемы 3 и 4, но у них есть серьезный недостаток – они требуют значительных затрат ручного труда на подготовку процесса сушки рулонов.

*Данная работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта (договор №16 от 10.12.2021 г.).

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сборник научных трудов по результатам работы V Международной молодежной научно-практической конференции. – 2020. – С. 246-250.
2. Шушков, Р.А. Неблагоприятные погодные условия в период уборки, как важный фактор низкой эффективности льноводства / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. – 2021. – С. 157-162.
3. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Шушков Роман Анатольевич – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
4. Пат. 2524265 Российская Федерация, МПК⁸ A01F25/08. Устройство для сушки рулонов льна / Шушков Р.А., Оробинский Д.Ф., Кузнецов Н.Н., Попов В.Д., Зыков А.В., Власенков А.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии). – №2012152685/13; заявл. 06.12.2012; опубл. 27.07.2014, бюл. №21. – Текст: непосредственный.

ОБЗОР СПОСОБОВ И АГРЕГАТОВ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО УНИЧТОЖЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: от борщевика Сосновского крайне трудно избавиться, и он становится огромной проблемой для экосистемы, как Вологодской области, так и для большинства регионов Северо-Запада РФ. Благодаря научно-исследовательской работе, комплексному, повсеместному подходу – высока вероятность в истреблении борщевика Сосновского

Ключевые слова: борщевик Сосновского, методы борьбы, сельскохозяйственные угодья, способы уничтожения, агрегаты, косилки

Борщевик Сосновского – это травянистое растение крупных размеров, которое опасно не только для человека, его сок повышает чувствительность к ультрафиолету, оставляя ожоги на теле, но и для сельскохозяйственных культур. Борщевик быстро распространяется и проникает в экосистему, разрушая её. Из-за своего быстрого размножения не даёт развиваться остальным растениям.

А самая большая проблема – в его выведении. Борьба с борщевиком содержит в себе ряд комплексных мер, таких как, вспашка, боронование, скашивание, использование химической обработки. Без сочетания механических и агротехнических мероприятий невозможно полностью победить рост борщевика и избавиться от него.

По Вологодской области за 2010 – 2019 гг. площадь сельскохозяйственных угодий сократилась на 1,7 тыс. га. Сокращение площади земель, используемых под пашню, за данный период не наблюдалось, при этом, количество залежных земель за этот период не уменьшилось, и остается на том же уровне, порядка 48 тыс. га.

Заброшенные сельскохозяйственные угодья стали постепенно захватывать борщевик Сосновского, вытесняя обычные сорные растения.

По оценкам специалистов, опасным сорняком на Вологодчине уже поражено свыше 26 000 гектаров. В списке одних из самых заросших борщевиком – Вологодский, Тотемский, Нюксенский, Череповецкий, Устюженский и Грязовецкий районы. По прогнозам, интенсивное распространение борщевика, может перейти и на новые территории сельхозугодий.

Экспансия инвазивного вида – борщевика Сосновского, охватившая в настоящее время не только Вологодскую область, но и большинство других регионов Северо-Запада РФ, а также ЦФО, включая Москву и Московскую область, обусловила активный поиск методов и средств борьбы с ним.

Несмотря на то, что разработаны методические рекомендации, а в ряде регионов приняты долгосрочные программы по уничтожению неконтролируемых зарослей борщевика Сосновского, из-за недооценки всех аспектов жизненной стратегии этого вида и несогласованности действий на соседних территориях желаемых результатов достигнуть пока не удалось.

Кроме разработки на различных уровнях новых научных программ и методов предотвращения распространения инвазий в растениеводстве, которые наносят ощутимый урон сельскому хозяйству и могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, необходим поиск новых путей их промышленной переработки с целью получения полезных готовых продуктов. Это в первую очередь относится к борщевiku Сосновского, влияние которого как уже было сказано приобретает глобальное значение.

Рассмотрим способы и технику, применяемые в его уничтожении:

✓ Выкопка кустов и покос. Данный метод эффективен на ранних стадиях созревания борщевика, когда корневая система молода и не успела укрепиться. Для взрослого ядовитого борщевика уже с длинным корнем – это будет бесполезно.



Рис. 1. Выкопка кустов и покос

✓ Мульчирование. Поверхность почвы покрывается мульчей – плотной непрозрачной плёнкой. Такой материал перекроет доступ света к росткам, без которого сорняк погибнет. Такой приём используется до прорастания агрессивного растения – ранней весной. Однако стоит помнить, что в почве могут остаться семена.



Рис. 2. Мульчирование

✓ Химический способ. Для уничтожения борщевика Сосновского используются препараты на основе гербицидов, вещество проникает в корень и в течение короткого времени – растение погибает.



Рис. 3. Химический способ

Рынок по борьбе с борщевиком не стоит на месте, конструируются косилки «комбайны», которые способны на любых уклонах и рельефах любой сложности, справиться с борщевиком. Человеку даже не нужно находиться в самой технике – всё управляется дистанционно, что позволяет обезопасить себя от ядовитого врага.



Рис. 4. Механическая борьба с борщевиком

Также разрабатываются методы по использованию высокочастотной электромагнитной стерилизации семян и корневищ.

Краткий анализ литературы свидетельствует о необходимости исследований по предотвращению дальнейшего распространения инвазивного вида на территории Северо-Западного региона, включая Вологодскую область без использования химических средств и поиска экологически безопасных и в тоже время эффективных агротехнических способов его уничтожения.

Международный опыт борьбы с наиболее вредоносными инвазивными растениями, показывает, что для успешного решения проблем связанных с нераспространением и ликвидацией чужеродных видов на территориях, являющихся землями сельскохозяйственного назначения, в част-

ности борщевика Сосновского, необходимы совместные исследовательские программы и комплекс профилактических, механических, агротехнических и биологических мер по его уничтожению и предотвращению расселения.

Для возможности исследования новых способов возвращения залежей в оборот, борьбы с сорной растительностью, и подготовки почвы для возделывания зерновых необходимо разрабатывать новые машины и механизмы для их осуществления.

Список литературы

1. Добринов, А.В. Разработка технологических приемов по борьбе с борщевиком сосновского / А.В. Добринов, А.В. Трифанов, С.В. Чугунов. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2020. – № 4 (105). – С. 126-139.
2. Романюк, А.Н. Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территории Новгородской области / А.Н. Романюк, О.А. Колесникова. – Текст: непосредственный // Филиал ФГБУ "Россельхозцентр по Новгородской области, Великий Новгород. – 2019. – 18 с.
3. Мотыль, М.А. Инвазивные растения: проблемы и опыт искоренения в Беларуси / М.А. Мотыль, В.И. Титок. – Текст: непосредственный // Наука и инновации. – №4 (194). – 2019. – С.76-79.
4. Джабборов, Н.И. Комплексный метод оптимизации режимов работы почвообрабатывающих агрегатов / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, Б.Г. Рахимов. – Текст: непосредственный // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2019. – № 2 (60). – С. 63-67.
5. Джабборов, Н.И. Оценка качества работы почвообрабатывающих агрегатов / Н.И. Джабборов, А.В. Добринов, В.И. Шамонин. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 3 (108). – С. 99-111.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Принцип работы роторной косилки	3
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Виды сегментных косилок для мотоблока	6
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Анализ параметров сегментной косилки	8
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Обзор и анализ косилок мотоблока	11
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Анализ кинематических схем сегментной косилки	14
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Обзор и анализ косилок измельчителей....	18
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Ручные машин для скашивания растительности	21
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Машины для удаления растительности из каналов.....	24
<i>Авдеев Антон Александрович, Артемьев Вадим Викторович.</i> Технология сушки зерна.....	27
<i>Авдеев Антон Александрович, Артемьев Вадим Викторович.</i> Традиционные способы сушки зерна.....	29
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Обзор и анализ однороторных косилок ...	32
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Классификация устройств для вытопки воска.....	35
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Анализ режущих аппаратов сегментных косилок	38
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Машины для угнетения и уничтожения растительности	42
<i>Авдеев Антон Александрович.</i> Механизация косилок	45
<i>Ажорин Александр Игоревич.</i> Изучение охраны труда с помощью информационных методов и средств дистанционного образования	48
<i>Богатырева Ксения Алексеевна.</i> Практическое применение производной в задачах оптимизации.....	50
<i>Бурлаков Егор Иванович.</i> Изучение тягово-сцепных свойств колесных полноприводных тракторов путем снижения давления воздуха в шинах при пахоте стерни	54
<i>Воробьев Сергей Владимирович.</i> Основы моделирования технологических процессов заготовки кормов из трав	58
<i>Девяткин Илья Спиридонович, Соколова Александра Спиро.</i> Изменение спектра, световой эффективности и пульсаций света при диммировании светодиодных ламп	62
<i>Залесов Алексей Сергеевич.</i> Исследование эксплуатационных характеристик энергетической установки с ДВС 2ч8,5х11 при эксплуатации в газодизельном цикле.....	71

Кальчевский Никита Андреевич, Рожановский Олег Иванович.	
Применение предохранительных устройств с разрушающимися элементами в сельскохозяйственной технике.....	76
Каменев Александр Алексеевич. Моделирование досушивания рулонов провяленной травы.....	80
Карамышев Александр Валериевич. Результаты имитационного моделирования для нормирования механизированных работ в растениеводстве.....	85
Карпышев Александр Геннадьевич, Крюков Иван Анатольевич.	
Стратегическое значение льна для России.....	91
Киселев Иван Александрович. Оборудование для регулирования трафика животных на роботизированных фермах	96
Крюков Иван Анатольевич, Карпышев Александр Геннадьевич.	
Трепальные машины для лубяных культур.....	99
Лисина Екатерина Сергеевна. Тепловая обработка сырого молока	104
Литвинов Владимир Игоревич. Ноосферное мышление в аспекте экологической безопасности.....	108
Лобазов Тимофей Павлович. Расчет устойчивости консольного крана для рулонов льнотресты	111
Механиков Вениамин Александрович. Моделирование сушки зерна с подачей тепла, полученного при охлаждении семян, в топочные устройства сушилок	116
Михайлов Андрей Сергеевич, Крюков Артем Александрович. Сервис контроля и учета работ в агробизнесе «Агросигнал» как один из путей ресурсосбережения.....	120
Парфёнов Антон Иванович. Литые композиционные материалы для агропромышленного комплекса	125
Попова Татьяна Леонидовна. Исследование прочностных и геометических характеристик шеек коленчатого вала, восстановленного установкой полуколец	128
Стрижко Мария Николаевна. Тенденции развития рынка напитков на растительном сырье	134
Угрюмов Григорий Васильевич. Проведение испытаний опытного образца модуля хранения картофеля в модифицированной газовой среде	138
Ушаков Руслан Александрович. Применение дифференциального исчисления в различных областях науки и техники	142
Хатанзейский Вадим Анатольевич. Конструкция зерноуборочного комбайна с предварительной сушкой зерна за счёт теплоты двигателя внутреннего сгорания	145
Цуренко Павел Денисович, Горшков Кирилл Андреевич, Третьяков Никита Евгеньевич, Фролов Дмитрий Алексеевич. Подбор и проверка шпоночного соединения ведущего вала бесступенчатого редуктора	149

Чикулаев Вадим Андреевич. Автоматизация учебных расчётов и их применение.....	152
Чикулаев Вадим Андреевич. Сравнение гидростатической и гидромеханической трансмиссии бульдозеров Komatsu	154
Чикулаев Вадим Андреевич. Обзор энергосберегающих технологий	155
Шарыпов Андрей Николаевич. Экспериментальная установка для исследования процесса измельчения зерна	157
Шарыпов Андрей Николаевич. Результаты экспериментальных исследований процесса измельчения зерна.....	161
Шушков Роман Анатольевич, Энергоемкость процесса сушки льнотресты в рулонах	167
Яковлева Карина Дмитриевна. Обзор способов и агрегатов для механического уничтожения борщевика Сосновского	171

Научное издание

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

*Том 2. Часть 1. Технические науки
Сборник научных трудов по результатам работы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*

Ответственный за выпуск В.В. Суров

Подписано к размещению на образовательном портале и в ЭБС 29.06.2022 г.
Заказ № 56-Э. Объем 11,1 усл. печ. л. Формат 60/90 1/16.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-367-1

