

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО УЛЬЯНОВСКИЙ ГАУ**

МАТЕРИАЛЫ

**Национальной научно-практической
конференции**

**«Наука в современных условиях:
от идеи до внедрения»**

15-16 мая 2018 г.

ТОМ II



Димитровград, 2018

УДК - 0
ББК - 20

Материалы Национальной научно-практической конференции «Наука в современных условиях: от идеи до внедрения». 15-16 мая 2018 г. В 2-х т. Том II. Димитровград, ТИ - филиал УлГАУ, 2018. - 304 с.

Редакционная коллегия:

Шигапов И.И., д.т.н., доцент, заместитель директора по науке
Ротанов Е.Г., к.т.н., доцент, декан инженерно-экономического
факультета

Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен, географических названий и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации. Статьи приводятся в авторской редакции.

© Технологический институт - филиал УлГАУ, 2018

УДК 631.22.018

ВИДЫ КОНСКОГО НАВОЗА

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Шурыгина А.З., студентка 2 курса,
Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *навоз, кизяк, перегной, удобрение, сточные воды.*

В статье представлена виды конского навоза, определены свойства конного навоза, которое используют его для парников.

В настоящее время вас можно считать специалистами, если вы знаете не только, как надо удобрять навозом, но ещё и то, какие виды конского навоза существуют. Если же вы не знаете этого, то стоит узнать эту информацию.

Вот какие виды существуют: Свежий гумус добавлять в землю не стоит. Такой навоз может полностью угнетать корни растения, мало того, — в нём могут находиться яйца паразитирующих червей, семена сорняков, споры грибов, а также другие ненужные элементы, которые могут принести вред вашему огороду. Внешне такой навоз легко определяется даже новичками в таких делах. Структура навоза не видоизменяется, его в основном используют для подкормки роз. Для этого достаточно разбавить навоз с водой в соотношении 1:10, сутки смесь настоять и применять по назначению. Зачастую полученную смесь еще раз разводят наполовину водой, чтобы не повредить коренья цветов.

Почти перепревший кизяк могут использовать двумя способами: либо удобрять землю во время перекопки, либо его могут применить, как раствор, чтобы подкармливать растения. Но, так или иначе, его используют практически всегда в полужидкой консистенции. В качестве подкормки такой кизяк применяют только для роз и корнеплодов в огороде. Если земля впервые удобряется таким навозом, там можно высаживать огурцы, капусту или кабачки, но в последующие годы эта земля примет только свеклу, картофель, морковь и прочие корнеплоды. Как показывает практика, полуперепревший конский кизяк станет идеальной подпиткой для участка с земляникой.

Уже перепревший гумус теряет половину массы от своего первого веса. Добавляют его исключительно в грунт: десять килограмм на один квадратный метр. Такое удобрение признано универсальной подкормкой, которую вводят во время перекапывания земли. Опытные огород-

ники такое удобрения используют для выращивания рассады. В данном случае концентрат разбавляют землей в пропорциях 2:1, после чего в таком субстрате выращивают отличную рассаду.

Перегной — самый ценный вид. В итоге добавления в почву, фермеры улучшают им вкус своих плодов. Данная подкормка применяется для улучшения качеств любой почвы, даже самая неважная земля с перегноем даст отличный насыщенный вкусовыми качествами урожай.

Изначально, конский навоз имеет два вида своей консистенции: сухой и жидкий. После этого он проходит несколько стадий обработки, превращаясь из свежего навоза в кизяк разного вида. Чем дольше навоз отлеживался и настаивался, тем больше ценных качеств он отдаст почве, которую удобряют им в будущем.

Конский навоз в руках самый идеальный субстрат из конского навоза — его смесь с торфом, в таком случае выращивание огородных культур подарит хозяину отличный урожай.

Следующий по популярности субстрат — конский навоз с соломой, который не только помогает накапливать на длительное время влагу внутри себя, но и сохраняет в себе азот, а также делает почву рыхлой и пористой. Самый простой вариант приготовления плодородной почвы — смесь конского навоза с опилками, бюджетный вариант с неплохими результатами полученного урожая.

Свойства конского навоза, как удобрения Этот навоз, в качестве удобрения, обладает весьма универсальными свойствами. Взяв его за основу, некоторые фирмы выпускают подкормки и жидкие удобрения. Неплохой вариант, согласитесь, ведь не каждый навоз можно использовать в любом виде — перепревшем или нет, в жидком или нет и так далее. Разлагается такое удобрение довольно быстро, что очень хорошо, ведь, не задерживаясь долго в земле, навоз быстро впитывается и излучает больше свойств. Свойства конного навоза кроме того, используют его для парников и подобных построений. Можете не сомневаться, из конского навоза получается прекраснейшая подкормка (чаще всего в жидком виде). Его добавляют в почву не только в разбавленном состоянии, но и в чистом виде.

Преимущества конского навоза, как удобрения: Фекалии лошади в качестве навоза удобны тем, что они не такие влажные, как иные виды навоза; Навоз лошади отличается своей сверхрыхлостью, то позволяет распушить почву; Такой навоз нагревает больше любого другого вида удобрения, поэтому процесс разложения намного быстрее, достаточно 70-80 градусов нагревания; Конские экскременты обладают большим

содержанием фосфора и калия, а также азота; Он обладает эффектом теплоотдачи; Устойчивость перед патогенной микрофлорой.

В сравнении с другими видами удобрения, конский навоз демонстрирует самые высокие показатели урожайности. Способствует закислению почвы, рыхлит ее и помогает дольше удерживать в себе влагу. Используют его, в качестве удобрения, обычно осенью, чтобы подкормить культуры, которые рано созревают. В таком случае, такие плоды очень качественные и продуктивно усваивают удобрение. Использование навоза сначала людям потребуется собрать уже имеющийся урожай на своих грядках, после чего их тщательно нужно прополоть. Далее берется свежий конский помет и закапывается на один квадратный метр в количестве одного ведра. Обязательно верхние 10-15 см почвы нужно перекопать, разровнять куски земли по периметру огорода, накрыть пленкой. И по наступлению весны грядки будут абсолютно подготовленными к новому урожаю. Перекапывая землю по весне, к ней добавляется древесная зола для дезинфекции почвы, а также минеральные удобрения, чтобы почва с годами не пересыхала и не теряла своей питательности. В качестве удобрения, этот вид навоза применяется к картофелю, огурцам, капусте, тыкве и кабачкам. Чтобы подкармливать такие плоды не перепревшим продуктом, то это стоит сделать осенью.

Чтобы не вышло никаких казусов, например, чтобы не переработанные в желудке лошадей растения не проросли весной, стоит подкармливать почву жидким удобрением. Как уже говорилось ранее, участок огорода по осени сначала покрывают конским свежим пометом, после этого землю перекапывают и разравнивают при помощи граблей. По наступлению весны земля будет уже удобрена и готова к новой посадке. По весне конский навоз применяют в качестве универсального удобрения для ранней капусты и картофеля. Именно такие огородные культуры предполагают более длительный период созревания и урожайности, поэтому с их ростом и развитием успеет созреть и дать им все необходимые вещества конский навоз. Нормальные условия подкормки растительный культур конским перегноем — 4-5 кг такого удобрения на квадратный метр земельного участка.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.

2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.

15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

TYPES OF HORSE MANURE

Efimov D. N., Shurygina A.

Key words: *manure, dung, humus, fertilizer, waste water.*

The article presents the types of horse manure, the properties of horse manure, which is used for greenhouses.

УДК 631.22.018

ВИДЫ НАВОЗА – ОСОБЕННОСТИ

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Матвеева М.А., студент 2 курса,
Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *влага, утилизация, мобильный агрегат, решетчатый пол, сточные воды.*

В статье рассмотрены виды навоза как основного и наиболее ценного из органических удобрений. Изучены состав смеси твердых и жидких выделений сельскохозяйственных животных. Дана классификация навоза по степени разложения. Характеристика навоза разных видов животных.

В зависимости от количества в навозе влаги существует три вида этого органического удобрения: – подстилочный, то есть твердый или сухой навоз, влажность которого около 80 %; – полужидкий – навоз влажностью до 90 %; – жидкий – навоз, влажность которого выше 90 %.

Сухой навоз. Подстилочный навоз образуется из экскрементов животных и подстилочных материалов, то есть имеется в виду навоз с опилками, соломой, листьями или торфом. В состав такого навоза входят все элементы питания растений. В зависимости от степени разложения сухой навоз делится: – на полуперепревший; – перепревший; – перегной. Существует три способа хранения навоза: – горячий; – горячепрессованный (по методу Кранца); – холодный. Горячий способ предполагает хранение навоза в рыхлом состоянии в куче, в которую легко поступает воздух. Такое содержание навоза приводит к активному росту микрофлоры, разрушающей органические компоненты, отчего происходит потеря до 60% массы сухого органического вещества и до 50 % азота. При методе Кранца навоз хранят в уплотненном состоянии, удалив из него воздух, отчего температура внутри массы поднимается до 50-60 °С. Это замедляет развитие микрофлоры и повышает теплопроводность навоза. Лучший навоз получается при холодном хранении: навоз уплотняют и хранят в прохладных помещениях на бетонном полу.

Полуперепревший навоз. У такого навоза солома становится коричневой и легко разрушается: потери органического вещества в навозе составляют 20-30 %. Применяется полуперепревший навоз в

сельском хозяйстве чаще всех других видов. Хорошо отзываются на внесение полуперепревшего навоза такие культуры, как огурцы, кабачки, патиссоны, шпинат, капуста, тыква, а на следующий год на удобренном полуперепревшим навозом участке можно без дополнительного внесения органики выращивать картофель, редьку, морковь, свеклу и другие корнеплоды.

Перепревший навоз. Перепревший – это сильно разложившийся навоз, то есть однородная масса, где уже не различить ни соломы, ни опилок. Потери органического вещества на этой стадии разложения составляют около 50 %. Перепревший навоз тоже часто применяется для удобрения почвы. Сколько навоза нужно, чтобы удобрить участок под посевы? При перекопке вносят 10 кг удобрения на 1 м² грунта. А перепревший навоз, смешанный с почвой в соотношении 1:2, является хорошим субстратом для выращивания овощной рассады. Используют этот навоз и для жидкой подкормки: в 10 л воды размешивают 2 кг перепревшего навоза.

Перегной. Перегной представляет собой продукт окончательной стадии разложения навоза, рыхлую темную массу, потерявшую при разложении около 75 % органического вещества. Его используют и для создания почвенных смесей, и для мульчирования поверхности. Перегной как удобрение подходит любым растениям, его наличие в почве улучшает вкусовые качества корнеплодов, картошка вырастает крупной и рассыпчатой, а лук и редька теряют излишнюю горечь, приобретая нежность и сладость вкуса. Вносят перегной в почву под перекопку в соотношении 1:4. Для получения перегноя свежий навоз плотно укладывают в специальные коробки слоями, пересыпая их фосфоритной мукой (20-30 г на 10 кг навоза) и моховым торфом (2 кг на 10 кг навоза). Через полгода естественного разложения вы получите перепревший навоз, а через год или два навоз превратится в перегной.

Свежий навоз. Несмотря на то, что питательные вещества из свежего навоза усваиваются растениями тяжелее, иногда все же приходится вносить его в почву, ведь не всегда есть время дожидаться созревания перегноя. Как правильно вносить свежий навоз? Можно: – перекопать с ним осенью почву на участке на глубину 30-40 см из расчета 1 ведро навоза на 1 м² участка; – зимой разбросать навоз по огороду прямо поверх снежного покрова из расчета 1,5 ведра удобрения на 1 м² площади; – использовать весной свежий навоз для теплицы, чтобы соорудить теплые грядки. Сезонные подкормки лучше свежим навозом не производить, поскольку в почву могут перекочевать глисты и другие отнюдь

не полезные растениям и людям микроорганизмы. Применение и хранение навоза .

Жидкий навоз. Самый быстрый способ приготовить из навоза удобрение – залить его водой в соотношении 1:1 и настаивать в течение недели. Перед применением полученный настой разводят водой 1:10. Учтите, что подкормка навозом растений может сжечь их корни, поэтому раствор выливают не под растения, а в бороздки, сделанные вокруг них на определенном расстоянии.

Гранулированный навоз. Приобрести свежий навоз удастся не всегда, да и переработка навоза в удобрение требует места и времени, поэтому многие предпочитают покупать в специализированных магазинах гранулированный сухой навоз, расфасованный в пакеты и пластиковые ведра. Что представляет собой это удобрение? Как его производят? Навоз компостируют при нагреве до 75 °С, добавляя в него для улучшения органических свойств солому. После компостирования массу обезвоживают, сушат и гранулируют. Такое удобрение при правильном хранении не теряет полезных свойств в течение 5 лет. Навоз в гранулах имеет все достоинства свежего, он удобен в применении, но лишен специфического запаха и патогенных организмов. В состав навоза в гранулах входят азот, калий, магний, фосфор, железо, марганец, медь, цинк и бор. Гранулированный навоз улучшает структуру почвы, делает ее более рыхлой, помогает удерживать в ней влагу, создает благоприятную среду для развития полезных почвенных микроорганизмов, превращающих органические отходы в питательные вещества для растений. У гранулированного навоза нейтральный pH (7,0), поэтому он подходит практически всем растениям. Продолжительность его действия в гумусе несколько лет. Как использовать навоз в гранулах для удобрения грунта? Ранней весной его перекапывают с почвой, заделывая на глубину 10 см. Количество навоза – 1-5 кг на м² участка. После унавоживания почву желательно хорошо полить. Можно использовать гранулированный навоз и для жидких подкормок: его заливают холодной водой и настаивают две недели, после чего состав тщательно перемешивают и вносят в почву. Для каждого вида навоза своя дозировка и консистенция.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.

2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.

15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

TYPES OF MANURE-FEATURES

Efimov D. N., Matveeva M. A.

Keywords: *water recycling, mobile unit, slatted floor, waste water.*

The article deals with the types of manure as the main and most valuable of organic fertilizers. The composition of a mixture of solid and liquid excretions of farm animals was studied. The classification of manure according to the degree of decomposition is given. Characteristics of manure of different species of animals.

УДК 631.22.018

НАВОЗ – ЛУЧШЕЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ УДОБРЕНИЕ

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Тогунова Е.В., студентка, Технологический институт-филиал
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: удобрения, навоз, птичий помет, гумус.

В статье рассмотрены применение навоза в любых состояниях (свежий, полуперепревший, перегной) – это источник макро– и микроэлементов, таких как азот, фосфор, калий, кальций, кремний, сера, хлор, магний, бор, марганец, кобальт, медь, цинк, молибден. Активные микроорганизмы навоза являются главным источником энергии для почвенной микрофлоры как органическое удобрение.

В настоящее время для формирования высоких урожаев и поддержания почвенного плодородия дачники повсеместно используют доступные минеральные удобрения, в составе которых содержатся элементы, вынесенные из почвы урожаем. Нужно знать, что туки обеспечивают лишь кратковременное повышение урожайности сельскохозяйственных культур, одновременно снижая в почве количество гумуса, то есть природного плодородия почвы. В последние годы множатся ряды землевладельцев, перешедших на экологическое земледелие [1,2]. Основой экологии является в данном случае использование в бытовом обиходе только натуральных продуктов, получение которых невозможно без возвращения матушке-земле тех веществ, что забрал урожай. Достойным заменителем «химического благополучия» являются природные удобрения – отходы животных, питающихся растительной пищей. Таким органическим удобрением является навоз.

Минеральные удобрения производятся на химических предприятиях и при внесении в почву являются для растений инородным веществом, подлежащим переводу в доступную форму использования [9,10].

Питательные вещества органических удобрений более доступны растениям, так как являются продуктом жизнедеятельности животных, и в экосистеме – это ее естественный элемент. Единственное ограничение в земледелии: при неправильной агротехнике в плодах и овощах

накапливаются нитриты. Органические отходы[7,8] при переработке формируют гумус, определяющий уровень плодородия почвы.

Виды навоза и его особенности. От животных получают следующие виды навоза:

- коровий (коровяк);
- конский;
- свиной;
- птичий (куряк);
- кроличий;
- овечий и т.д.

Каждый вид навоза имеет свои особенности и состав, отличается длительностью воздействия на почву.

Эффективность **коровьего навоза**[3,4,]: свою наибольшую эффективность он проявляет в течение 2-х – 3-х лет на легких песчаных и супесчаных почвах и 4-6 лет – на тяжелых глинистых[5,6].

Птичий помет разлагается в течение года. Это самое быстродействующее органическое удобрение. Его удобно использовать в подкормках. Однако концентрация птичьего помета настолько высока, что его использование в виде подкормок возможно только при разбавлении в 10-12 раз.

Конский навоз – один из лучших. Пористая структура и богатый химический состав, высокая температура разложения, он наиболее эффективен при использовании в открытом грунте и теплицах. В связи с механизацией сельского хозяйства количество конского навоза в хозяйствах значительно уменьшилось. Он стал менее доступен, чем коровяк.

Свиной навоз используется огородниками в меньшей степени. В его составе повышенное содержание азота (едкий аммиачный запах), большое количество гельминтов. Свежим его использовать нельзя. Обычно смешивают с конским, добавляют доломитовую муку, компостируют для естественной дезинфекции (от гельминтов) и лишь тогда вносят в почву. Свиной навоз хорош тем, что имеет высокую температуру разложения. В сочетании с конским за год ферментации получают качественный компост[11].

При необходимости используют навоз других животных и птиц для улучшения почвенных показателей и повышения плодородия почвы.

Полезные свойства навоза. Основой навоза являются экскременты различных животных в смеси с подстилкой (соломой, травой, опилками и другими растительными остатками). По степени перегнивания навоз можно подразделить на 3 категории:

- свежий навоз подстилочный и бесподстилочный;
- навозная жижа;
- полуперепревший навоз;
- перепревший навоз, или перегной.

Свежий навоз бесподстилочный, не разбавленный водой – густой, не текучей формы, консистенции домашней сметаны (можно резать ножом как масло).

Свежий навоз подстилочный легко удерживает придаваемую форму, смешан с соломой или другими материалами (опилками, мелкой стружкой).

Навозная жижа[12,13] имеет менее концентрированный состав, чем свежий навоз. В основном, это азотно-калийное жидкое удобрение, которое используют для подкормок всех садово-ягодных и овощных культур. Чтобы не обжечь растения, жижу разводят в соотношении 1:5-6. Вносят после полива. Используют для увлажнения при закладке компоста.

Полуперепревший – это пролежавший под открытым небом некоторое время (3-6 месяцев), частично высохший и разложившийся. Подстилка перегнившая, легко крошится в руках. Используется как основное удобрение под перекопку, особенно на обедненных гумусом почвах.

Перегной – полностью перегнившая сыпучая масса, в которой не видны отдельные компоненты подстилки и других включений. Самое распространенное из естественных удобрений, используемых дачниками.

В перегное содержание питательных веществ и азота, по сравнению со свежим навозом, меньше в 2-3 раза, что позволяет использовать его непосредственно в вегетационный период растений для подкормок.

В состав навоза входят компоненты, которые обеспечивают питание растениям, улучшают физико-химические свойства почвы, ее структуру. Являясь источником органики, навоз при ферментации формирует гумусовые соединения, повышающие естественное плодородие почвы.

Навоз[14,15,16] в любых состояниях (свежий, полуперепревший, перегной) – это источник макро– и микроэлементов, таких как азот, фосфор, калий, кальций, кремний, сера, хлор, магний, бор, марганец, кобальт, медь, цинк, молибден. Активные микроорганизмы навоза являются главным источником энергии для почвенной микрофлоры.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.

2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.

15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

MANURE IS THE BEST ORGANIC FERTILIZER

Efimov D. N., Krasnova O. N., Logunova E.

Key words: *fertilizers, manure, bird droppings, humus.*

The article considers the use of manure in any state (fresh, semi – rotted, humus)– a source of macro-and microelements such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, silicon, sulfur, chlorine, magnesium, boron, manganese, cobalt, copper, zinc, molybdenum. Active microorganisms of manure are the main source of energy for soil microflora as organic fertilizer.

УДК 631.22.018

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСКОГО НАВОЗА В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Матвеева М.А., студент 2 курса, Технологический институт -
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: конский навоз, масса, торф, решетчатый пол, сточные воды.

В статье рассмотрено применение конского навоза в качестве удобрения. Конский навоз стоит первым не только перед коровьим, но, и перед свиным, и перед куриным, и тем более перед козьим, овечьим и кроличьим навозом. Хорошо разрыхляет тяжелые почвы, а при внесении в легкие, повышает их водозадерживающий эффект. И что еще немаловажно, не способствует закислению удабриваемой территории

Если сравнивать конский навоз с более привычным для нас коровьим, то окажется, что первый более сухой, более легкий, более скорый в разложении и имеет в своем составе больше азота, фосфора и калия. Он лучше разогревается, быстро отдает тепло, отличается меньшим количеством семян сорных растений и практически не поражается различной, свойственной для навоза, патогенной микрофлорой.

По степени повышения урожайности стоит первым не только перед коровьим, но, и перед свиным, и перед куриным, и тем более перед козьим, овечьим и кроличьим навозом. Хорошо разрыхляет тяжелые почвы, а при внесении в легкие, повышает их водозадерживающий эффект. И что еще немаловажно, не способствует закислению удабриваемой территории.

Несмотря на то, что для многих из нас название “конский навоз” не несет в себе особых ассоциаций, эта органическая масса имеет свои показатели качества, основанные на входящей в ее состав подстилки и времени созревания.

Лучшим вариантом данного типа навоза считается масса конского фекалия, заправленная торфом. На последнем месте находится навоз замешанный на опилках. И самым оптимальным, и наиболее доступным, выступает вариант с соломой. Он способен впитывать больше влаги, хорошо удерживает азот и более эффективно распушивает почву.

В качестве удобрения конский навоз может выступать и в свежем виде, и в полуперепревшем, и в перепревшем, и в состоянии перегноя. Его свежесть легко определить на глаз: чем моложе органика – тем сильнее в ней просматривается подстилка, с характерными для нее цветом и структурой, чем старше – тем темнее становится органический состав.

В большинстве случаев, в качестве заправки почвы используют свежий конский навоз (это связано с тем, что он выделяет больше тепла и азота), но не менее эффективен и тот, созревание которого продолжалось 3–4 года.

Именно за этот период подстилка, присутствующая в навозе, успевает перейти в доступную для растений форму, сам навоз насыщается полезными почвенными микроорганизмами, теряет запах конского фекалия, приобретает рассыпчатую комковатую структуру и естественную влажность.

Хорош конский навоз и как прикорневая подкормка. Однако для того, чтобы использовать его в виде жидкого удобрения, рекомендуется делать водный раствор. Для этого на 10 л воды добавляют 1 кг опилок и 2 кг навоза, дают смеси 2 недели настояться, регулярно помешивая, а затем производят ею полив. Только, прежде чем вносить данное удобрение под корень, землю грядок необходимо обильно смочить.

Рассматривая срок действия данного органического удобрения стоит заметить, что он будет различным, в зависимости от типа почв и климата территории, на которой оно вносится. Так, чем холоднее климатическая зона и чем тяжелее почвы, тем сильнее прямое действие конского навоза, чем теплее – тем выше его последствие (в первый год на сухих рыхлых почвах конский навоз малоэффективен).

Если у вас есть возможность собирать и хранить конский навоз самостоятельно, для этого необходимо либо вырыть в саду яму, либо соорудить ограждение для навозной кучи. Далее нужно соблюдать послойность формирования массы: первый слой (высотой 20–30 см) – подстилка из торфа (для сбора навозной жижи), второй (15 см) – подстилка с фекалием лошадей, третий (30 см) – опилки, опавшие листья, трава, и, наконец, – земля (20 см). И так – со второго по четвертый, пока яма полностью не заполнится или не сформируется штабель высотой около 1,5 м. На зиму сформированную массу хорошо прикрыть лапником или клеенкой.

Если соблюдать такую последовательность сложно, можно прибегнуть и к другим комбинациям: чередовать слой навоза и торфа, или навоза и земли. Кроме того, для более полного сохранения в об-

разуемой массе азота и фосфора хорошо добавлять в формируемый состав фосфоритную муку или суперфосфат (из расчета 20 кг на тонну навоза).

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габари-

- тов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
 15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
 16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

APPLICATION OF HORSE MANURE AS FERTILIZER

Efimov D. N., Matveeva M. A.

Keywords: *horse manure, mass, peat, lattice floor, waste water.*

The article considers the use of horse manure as a fertilizer. Horse manure is the first not only before the cow, but also before the pig, and before the curls, and even more so before goat, sheep and rabbit manure. Well loosens heavy soils, and when applied to the lungs, increases their water-retaining effect. And more importantly, does not contribute to acidification of the fertilized area.

УДК 631.22.018

ОСОБЕННОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВОЗА В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Маланин Н.С., студент 2 курса, Технологический институт-
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *удобрения, навоз, норма, гумус, подстилка.*

В статье рассмотрены применения навоза в в различных почвенно-климатических условиях. Навоз лучшее органическое удобрение, другие удобрения не могут приравняться к навозу по воздействию на почву, на рост растений.

Прямое действие (в год внесения) и последствие навоза зависят от качества и нормы навоза и почвенно-климатических условий Слаборазложившийся солоmistый навоз в первый год может действовать хуже, чем на второй и третий годы. Чем больше вносится навоза, тем выше его прямое действие и продолжительнее последствие.

На глинистых почвах навоз[7,8] разлагается медленно, последствие его сказывается даже на шестой-седьмой год после внесения; на супесчаных почвах навоз разлагается быстрее и действие его не столь длительно — три-четыре года. В более увлажненной Нечерноземной зоне разложение навоза происходит быстрее, чем в засушливых южных и юго-восточных районах, где навоз разлагается слабее из-за недостатка влаги в почве. Поэтому в Нечерноземной зоне прямое действие на первой культуре выше, чем в Черноземной, а последствие на второй и третий год может быть ниже. В засушливых юго-восточных районах последствие часто превышает прямое действие на первую культуру. Наиболее высокий эффект дает внесение навоза[5,6] в северных, западных и центральных районах Нечерноземной зоны и на севере Черноземной зоны, более обеспеченных влагой. Средняя норма навоза в этих районах 30—40 т на 1 га. На легких песчаных и супесчаных почвах, где навоз быстрее разлагается и питательные вещества могут вымываться, лучше вносить меньшие нормы навоза, но чаще. Высокие прибавки урожая зерновых, сахарной свеклы и других культур дает внесение на-

воза на черноземных почвах. Средняя норма навоза здесь 20—30 т на 1 га.

В засушливых районах эффективность навоза ниже, чем в более влажных районах. При надлежащей обработке почвы и других мероприятиях, обеспечивающих накопление и сохранение влаги, особенно при орошении, эффективность навоза в засушливых районах повышается и норму его можно увеличить.

Нормы навоза[3,4] зависят от его качества и имеющегося в хозяйстве количества, а также удобряемой культуры. Под овощные и пропашные культуры (кукурузу, картофель, сахарную свеклу и др.) необходимо вносить более высокие нормы (40—50 т на 1 га), чем под зерновые (20—30 т на 1 га).

Навоз лучшее органическое удобрение, другие удобрения не могут приравниваться к навозу по воздействию на почву, на рост растений.

В навозе есть макро- и микроэлементы, да еще в подходящих для растений соотношениях. Удобрения минеральные обычно быстродействующие, но они скоро теряют свое действие — либо быстро разлагаются, либо либо превращаются в труднодоступные соединения. Навоз работает равномерно и довольно долго, несколько лет.

Большое значение имеет органическое вещество. Именно из него образуется гумус, улучшается почва, ее структура, газообмен, водопроницаемость. В земле больше становится биологически активных веществ, ускоряется и распад ядов, химикатов, используемых на даче. При разложении органики выделяется углекислый газ, что тоже полезно для растений.

Если навоз[1,2] пролежит год, солома успеет разложиться, сам собой пройдет обеззараживание от болезнетворных микроорганизмов. Правда, при этом можно потерять до трети азота. Поэтому к нашему лучшему органическому удобрению надо добавить до 2% суперфосфата (лучше простого в виде порошка), укрыть кучу торфом, землей. Температура кучи внутри может дойти до 60 градусов (опытные дачники говорят: навоз «загорелся»), тогда кучу надо уплотнить. Уменьшится доступ воздуха — разлагаться органика станет медленней.

Наиболее рационально внесение навоза вместе с минеральными удобрениями. При этом действие навоза и минеральных удобрений заметно возрастает. Многочисленные опытные данные показывают, что при совместном внесении наполовину уменьшенных норм навоза и минеральных удобрений получают более высокие прибавки урожая (на 20—60%), чем при раздельном внесении полных норм этих удобрений.

Объясняется это тем, что при совместном внесении создаются более благоприятные условия питания растений, чем при раздельном внесении. За счет минеральных удобрений обеспечивается питание растений в первый период вегетации, а навоз[11,15], постепенно разлагаясь в почве, обеспечивает растения питательными веществами ко времени наибольшей потребности в них. Кроме того, при этом вследствие уменьшения вдвое нормы минеральных удобрений исключается отрицательное действие на отдельные растения повышенной концентрации солей, особенно опасной в начальный период роста. Навоз из навозохранилища или штабелей, сложенных в поле, следует равномерно разбросать, что лучше всего осуществляется с помощью навозоразбрасывателей, и немедленно запахать. Задержка с заделкой в почву навоза[16,14] только на один день приводит к большим потерям азота и снижению эффективности удобрения. Лучше всего вносить навоз с осени под зяблевую вспашку. Это особенно важно для засушливых районов. В Нечерноземной зоне хороший полуперепревший навоз под пропашные культуры позднего посева можно вносить также весной под перепашку зяби

В зависимости от почвенных и климатических условий глубина заделки навоза может колебаться от 12—14 см до 20—22 см. В засушливых районах необходима более глубокая заделка навоза, чем во влажных. На тяжелых почвах, где разложение навоза затруднено, лучше запахивать его на меньшую глубину — 12—14 см, а на легких — заделывать глубже — на 20—22 см.

В севообороте навоз прежде всего необходимо вносить под овощные и пропашные культуры (картофель, кукурузу, сахарную свеклу, кормовые корнеплоды), а также под озимые зерновые культуры. Они наиболее требовательны к условиям питания и дают большие прибавки урожая по сравнению с другими культурами. При сочетании навоза[12,14] и минеральных удобрений возможна одновременная заделка их в почву, внесение на одной площади, но в разные сроки и наконец внесение навоза па одни поля (под пропашные), а минеральных удобрений — на другие (под зерновые культуры). Из минеральных удобрений к подстилочному навозу в первую очередь следует добавлять азотные и фосфорные удобрения.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.

2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих

ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.

15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

THE PECULIARITY OF THE USE OF MANURE IN DIFFERENT SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS

Efimov D. N., Krasnova O. N., Malanin N.

Key words: *fertilizers, manure, norm, humus, litter.*

The article deals with the application of manure in different soil and climatic conditions. Manure is the best organic fertilizer, other fertilizers can not be equated with manure on the impact on the soil, on plant growth.

УДК 631.22.018

УБОРКА НАВОЗА ИЗ ПОМЕЩЕНИЙ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Матвеева М.А., студент 2 курса, Технологический институт -
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: уборка навоза, утилизация, мобильный агрегат, решетчатый пол, сточные воды.

Одной из наиболее важных проблем при содержании крупного рогатого скота беспривязным способом является удаление навоза из коровника. Своевременная уборка способствует снижению уровня влажности, метана, аммиака внутри помещения и соответственно улучшает внутренний микроклимат, что способствует созданию комфортных условий для содержания животных.

Систему уборки навоза из помещений, где размещен крупный рогатый скот, определяют с учетом технологии содержания животных, природно-климатических условий, возможности утилизации полученного навоза и т. п.

Для удаления навоза из помещений при подстилочном содержании животных могут быть использованы как мобильные, так и стационарные механические средства, при бесподстилочном содержании, кроме них, еще и гидравлические способы уборки навоза.

При подстилочном и бесподстилочном содержании животных навоз можно убирать и в подпольные навозохранилища, но при соблюдении следующих требований: помещения обычного типа строят при низком стоянии грунтовых вод, в остальных случаях хранилища строят в виде первого этажа, а животноводческое помещение - над ним в виде второго этажа.

При содержании животных на глубокой подстилке, сменяемой не чаще одного раза в месяц, навоз убирают с помощью бульдозера. Для такой уборки необходимо, чтобы пол был твердым и прочным, с гладкой без выбоин и выступов поверхностью и уклоном не менее 0,5° в направлении выгрузки навоза.

Надо учитывать, что в этих помещениях после завершения технологического цикла, помимо уборки навоза, помещение и оборудование

моют и дезинфицируют. Поэтому в них для отвода сточных вод необходима канализация. Полы в помещениях устраивают ровными с уклоном в сторону канализации не менее 1,5 - 2°.

Канализационной системой должны быть оборудованы и выгульно-кормовые площадки. Здесь канализация нужна для отвода мочи, талых и ливневых вод.

Сточные воды из помещений и площадок отводят в очистные сооружения или в жижесборники, которые надо размещать за пределами производственной зоны животноводческой фермы с таким расчетом, чтобы мобильный транспорт, который вывозит жижу из сборников на поля, забирал ее, не заезжая на территорию производственной зоны.

Надо постоянно следить, чтобы канализация не забивалась навозом. Через решетки, размещенные над системой лотков, должна все время свободно проходить жидкость [3,4]. Для предупреждения кольмотации (засорения с прекращением стока жидкости) щелей решеток навозом существует эффективное устройство, которое выполнено в виде установленных под решеткой гибких элементов с шарнирно закрепленными на них зубчатыми дисками, размещенными в пазах решетки. Диски работают совместно со сгребающим устройством и обеспечивают очистку щелей решеток во время уборки навоза.

Если навоз [1,2] из помещений убирают бульдозером, то необходимо обеспечить беспрепятственный проезд его через ворота и внутри помещения. Для этого поперечные перегородки загонов делают легкоъемными или лучше устроить в них ворота, взаимодействующие с бульдозером, легко открывающиеся, когда он проходит, и закрывающиеся после. Расстояние между постоянными стойками поперечных перегородок предусматривают не менее 3 м [6].

При боксовом подстилочном содержании животных между линией боксов и кормовой линией для уборки навоза бульдозером предусматривают проезд шириной 2,2 - 2,7 м в виде лотка с вертикальными стенками высотой 200-250 мм. Навоз из лотков убирают не реже одного раза в двое суток с последующим внесением в лоток подстилки в количестве, которое не позволяет образовываться жидкому навозу [7,8].

Для образования в загонах глубокой подстилки первый слой ее укладывают либо из соломы (толщина слоя 20 см), либо из торфа (толщина 30 см). В последующем подстилку добавляют не реже одного раза в 10 дней слоем по 5 см.

При привязном содержании коров общая ширина проезда должна составлять 2,1 - 2,2 м, а его поперечный профиль иметь вид симме-

трично размещенных двух канавок, разделенных полосой приподнятого пола для прохода обслуживающего персонала. Бульдозерная лопата должна соответствовать форме канала, ее оборудуют шарнирными щитками, входящими в канавки. Навоз из коровника следует убирать перед каждой дойкой и после этого вносить подстилку в таком количестве, чтобы навоз не был жидким[9,10].

Уборка навоза бульдозером из помещения для откормочного поголовья, которое содержат на привязи, будет удобной, если предусмотрены такие же проезды в виде открытых лотков, как и при боксовом содержании.

Основной недостаток бульдозерной уборки навоза - частые заезды и выезды бульдозера, в зимних условиях это вызывает переохлаждение помещения. Тамбуры, оборудованные устройствами, создающими тепловые завесы из потока подогретого воздуха, устраняют этот недостаток. Тепловые завесы в воротах и подстилочный материал в достаточном количестве обеспечат нормальные гигиенические условия в скотном дворе. В этом случае достаточно иметь приточно-вытяжную вентиляцию естественного типа. Однако и в таких условиях шум работающих двигателей и выхлопные газы действуют на животных отрицательно. При отсутствии тепловых завес в тамбурах и недостатке подстилочного материала бульдозерная уборка навоза неприемлема: зимой в помещениях нарушается температурно-влажностный режим, содержание аммиака и других вредных газов превышает ПДК. Содержание микроорганизмов достигает 1 млн. в 1 м³ воздуха, отмечена интенсивная загрязненность навозом ограждающих конструкций и кожного покрова животных. Эти условия способствуют заболеванию коров маститом.

Как показали исследования, проведенные на ферме, при удалении навоза бульдозером из коровника трудно достичь нормальных санитарно-гигиенических условий. В коровнике с естественной вентиляцией и двумя лотками шириной по 2,2 м для бульдозерной уборки навоза, как правило, влажность воздуха была высокой. Это связано с тем, что в помещении велика площадь испарения влаги с навозных лотков. Даже при внесении в лотки достаточного количества подстилки загрязненность логова животных и кожного покрова оставалась довольно большой. Территория фермы во все сезоны года загрязнена навозом, удаляемым бульдозерами из коровника. В связи с этим бульдозерная уборка навоза в коровниках нежелательна.

Несмотря на простоту уборки навоза с помощью бульдозера, ее нельзя рекомендовать хозяйствам, которые не располагают достаточным количеством подстилочного материала[16,15]. При наличии

обильной подстилки она допустима лишь для мелких молочных ферм и комплексов с поголовьем не более 400 коров.

Этот вид уборки навоза можно рекомендовать в основном для механизированных площадок, на которых выращивают и откармливают молодняк крупного рогатого скота в возрасте старше 6 - 7 месяцев, а также для выгульных и выгульно-кормовых площадок на всех фермах и комплексах [11,12].

Помимо бульдозеров в качестве мобильных средств уборки навоза могут быть использованы навозосборные агрегаты с фронтальным погрузочным ковшем или с подборщиком непрерывного действия. Такие агрегаты убирают навоз, загружают его в кузов и транспортируют к месту хранения, не загрязняя территории фермы. Они в технологии уборки навоза имеют, несомненно, преимущество перед бульдозерами: убирают навоз из тупиковых и неудобных для работы бульдозера участков, реже заезжают в помещения за цикл его полной уборки [13,14].

Мобильные агрегаты-подборщики навоза применимы в тех хозяйственных условиях, где рекомендовано использовать бульдозерную уборку.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5

8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

CLEANING MANURE FROM THE BARN FOR KEEPING CATTLE

Efimov D. N., Krasnova O. N., Matveeva M. A.

Key words: *manure handling, disposal, mobile unit, slatted floor, waste water.*

One of the most important problems in keeping cattle loose way is the removal of manure from the barn. Timely cleaning helps to reduce the level of humidity, methane, ammonia indoors and therefore improves the internal microclimate, which contributes to the creation of comfortable conditions for the animals.

УДК 631.22.018

УБОРКА НАВОЗА В ПОДПОЛЬНЫЕ НАВОЗОХРАНИЛИЩА

*Ефимов Д.Н., главный инженер ООО «Золотой Колос»,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Уткина Д.А., студент 2 курса, Технологический институт-
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *уборка навоза, утилизация, мобильный агрегат, навозохранилища.*

В статье проведен анализ получения твердого навоза в подпольных хранилищах, которое имеет важное гигиеническое значение: при этом, повышается тепловыделение, что важно для нормализации микроклимата в зимнее время. Кроме того, в твердом навозе создаются условия, обеспечивающие гибель патогенных микроорганизмов, это важно для предупреждения рассеивания возбудителей инфекции во внешней среде при использовании навоза.

Идея совмещения системы сбора навоза с его хранением возникла давно. В 60-х годах первые коровники, построенные в деревянном исполнении, показали высокую эффективность такого способа. При этом в значительной мере упрощается уборка помещения и повышается его санитарное состояние. Практически навоз из помещений продавливается ногами животных через решетчатый пол или сбрасывается через люки в хранилище, оттуда выгружают его один-два раза в год. Это в значительной степени сокращает затраты на его уборку и транспортировку к местам хранения и использования. Особенно большой эффект отмечается в тех зонах страны, где раньше транспортировали навоз по бездорожью на дальние расстояния к местам использования. Такой способ уборки навоза наименее трудоемкий, поэтому сейчас он применяется чаще всего в тех хозяйствах, где дефицит рабочей силы.

Первые навозохранилища, выполненные из дерева, оказались недолговечными, они не нашли широкого распространения. В начале 70-х годов было построено несколько помещений из кирпича и железобетонных конструкций.

При переходе на индустриальные методы строительства с использованием железобетонных конструкций вначале к этому способу убор-

ки навоза отнеслись осторожно. В литературе появились сообщения о неблагоприятном влиянии подпольного хранения навоза на микроклимат помещений и на здоровье животных, сообщали об остром и хроническом отравлении животных вредными газами, выделяемыми из навоза подпольных хранилищ[1,2].

Проведенные исследования показали, что такие явления могут быть на фермах, но они не являются неизбежными. На образование вредных газов оказывает большое влияние консистенция навоза и способ его хранения. Если в подпольные хранилища поступает полужидкий или жидкий навоз и в период хранения прибегают к его периодическому перемешиванию с помощью гомогенизирующих или иных устройств, то выделяется большое количество вредных газов, которые могут вызвать острое отравление животных в помещении, расположенном над хранилищем. Однако при хранении даже жидкого навоза без перемешивания такого не происходит, так как жидкий навоз при хранении расслаивается на три слоя с образованием довольно плотного плавающего слоя[5]. Он в значительной степени препятствует выделению из общей массы навоза вредных газов. Под технологическими проходами плавающий слой подсыхает быстрее и не дает испаряться влаге и выделяться вредным газам. В остальной части хранилища этот слой разрушается вновь поступающим навозом, поэтому и происходит здесь выделение вредных газов, но при нормальном воздухообмене в помещениях оно не причиняет значительного вреда животным.

В подпольных навозохранилищах не следует накапливать жидкий навоз и совершенно недопустимо перемешивание его. Подпольные навозохранилища должны быть рассчитаны на получение твердого навоза, который в период хранения подвергается биотермическому обеззараживанию с получением готового органического удобрения высокого качества.

Получению твердого навоза в подпольных хранилищах препятствуют многие факторы: переход на бесподстилочные методы содержания животных, технические неисправности в автопоилках, установленных над хранилищем, сброс в хранилища технологических вод, попадание поверхностных и грунтовых вод[4,7].

Отдельные хозяйства для получения твердого навоза перед пуском в эксплуатацию подпольных хранилищ закладывают в них слой соломы до 1 м. Но солома как влагопоглотитель может быть полезной лишь при полном исключении проникновения в хранилище каких-либо вод. Иначе хранилища становятся не столько местом накопления навоза, сколько резервуаром для зловонной жидкости.

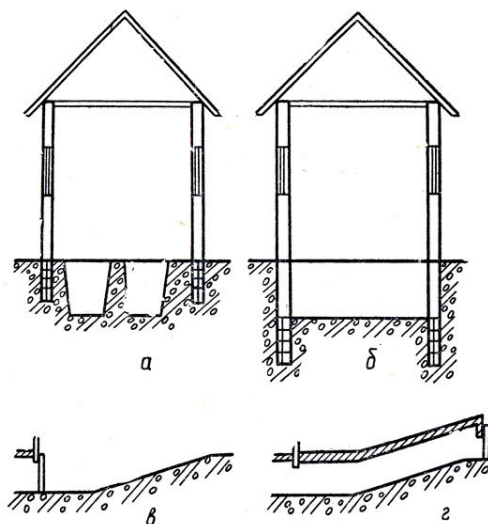


Рисунок 1 - Типы подпольных хранилищ и пандусов: а - траншейный тип; б - подвальный тип; в - открытый пандус; г - закрытый пандус

Технологические воды и воду от неисправных автопоилок вполне можно отвести в канализацию. Для этого в технологических проходах устраивают желоба для отвода жидкости.

Для предупреждения проникновения грунтовых вод в хранилища надо строить их заглубленными лишь на участках с глубоким стоянием грунтовых вод. В остальных же местах такие хранилища целесообразно строить в виде первого этажа здания, что не дает возможности проникать в них не только грунтовым, но и поверхностным водам[6].

Чтобы талые и ливневые воды не проникали в хранилища заглубленного типа через пандусы (въезды), следует предусматривать пандусы закрытого типа. В открытых пандусах с осени накапливается вода, которая замерзает зимой и препятствует вывозу из них навоза (рис. 1).

При строительстве хранилищ в виде первого этажа здания будет преобладать подвальный тип, для которого в отличие от траншейного необходимы длинные перекрывающие опорные конструкции для пола помещения[7]. В этом типе хранилища отпадает необходимость устройства закрытых пандусов, так как ливневые воды будут отведены от помещения обычным способом.

В настоящее время существует тенденция строительства животноводческих объектов с хранилищами навоза в два этажа. Из таких хранилищ можно дополнительно отводить навозную жижу [8,9], не делать для этого слишком глубоких жижесборных колодцев. Заглубленные хранилища, как правило, стремятся выполнить с использованием рельефа местности таким образом, чтобы заехать в помещение и в подпольные навозохранилища можно было с уровня окружающего грунта. Независимо от того, заглублены хранилища в грунт или нет, при их строительстве следует предусматривать отвод навозной жижи за пределы помещения в жижесборники. Для этой цели нужно предусматривать жижеотводящие желоба, размещаемые под сплошным полом помещения с тем, чтобы не допускать в них накопления твердого навоза. Для этих целей применяют разные устройства. Так, на Беседовском комплексе, где предусмотрены траншеи шириной 4 и глубиной 5 м, в зоне пандусов построена щелевая стенка, отделяющая хранилище от пандуса, которую осенью утепляют шлаковатными плитами. Она является одновременно фильтром для сброса из хранилища избыточной жидкости на дно бетонированного пандуса, откуда ее забирают с помощью АНЖ и вывозят на поля.

Сброс избыточной жидкости из хранилищ здесь вынесен за пределы помещения. Перепад уровней жидкости в таком случае перенесен также за пределы помещения. В зоне перепада уровней навозной жидкости, как правило, происходит интенсивное выделение вредных газов (например, концентрация сероводорода 6 - 8 мг/м³). Эти газы не поступают в помещение и не оказывают отрицательного влияния на животных [15,16].

Из хранилища, расположенного под залом для раздоя первотелок, предусмотрен отвод жидкости по специальной системе отвода жижи за пределы здания через отстойник в жиженакопитель, размещенный ниже по рельефу местности. Из накопителя жижу используют для орошения земель на площади 120 га.

На комплексе не соблюдаются правила обязательного отвода технологических вод от системы уборки навоза [10], доильная площадка для раздоя первотелок размещена над подпольным навозохранилищем, воды после мойки молочной аппаратуры и посуды сбрасывают в хранилище. Воды влажной дезинфекции отдельных помещений также поступают в подпольные навозохранилища. В связи с этим даже при наличии отвода жидкости из Хранилищ здесь получают лишь жидкий навоз, влажность которого 95 - 96 %.

Однако здесь не было отравления животных вредными газами, навоз в хранилищах лежал неподвижно, его не перемешивали и не перемещали из одного участка в другой. Выделение вредных газов происходило лишь с поверхности навозной массы.

В помещениях этого комплекса предусмотрен нормативный воздухообмен путем подачи вентиляторами типа Ц4-70 № 5 чистого, подогреваемого зимой воздуха и удаления загрязненного с помощью поточно-щелевой вытяжной вентиляции[11,12].

Комплекс построен в виде моноблока, состоящего из четырех изолированных залов, включающих помещения: для 156 телят до 4-месячного возраста, для 197 телят от 4- до 8-месячного возраста, для 145 животных от 8- до 12- месячного содержания и зал на 540 нетелей и первотелок.

Подпольные навозохранилища не оказывают положительного влияния на температуру воздуха помещений в зимнее время, так как в разжиженном навозе не протекают биотермические процессы. В то же время влажность воздуха и содержание в нем вредных газов бывают не выше, чем при других способах уборки навоза[13,14].

В хранилищах с разжиженным навозом концентрация аммиака на отдельных участках была до 50 мг/м³, а сероводорода - до 8 мг/м³.

В секции для отелившихся коров, в отличие от других, предусмотрено подстилочное содержание животных. В качестве подстилки используют опилки (до 4 кг в сутки на 1 голову). Поэтому в хранилище, расположенном под этой группой животных, получали твердый навоз. Температура воздуха в нем была на 3 - 7° выше, чем в других хранилищах. Содержание аммиака не превышало 18 мг/м³, сероводорода не обнаружено.

Температура навозной массы на глубине 1,5 м в данном хранилище была 38°С, а в остальных - не превышала 6°С.

Таким образом, получение твердого навоза в подпольных хранилищах имеет важное гигиеническое значение: понижаются процессы образования вредных газов, повышается тепловыделение, что важно для нормализации микроклимата в зимнее время. Кроме того, в твердом навозе создаются условия, обеспечивающие гибель патогенных микроорганизмов, это важно для предупреждения рассеивания возбудителей инфекции во внешней среде при использовании навоза.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.

2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих

- ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

CLEANING OF THE MANURE IN THE UNDERGROUND SLURRY STORE

Efimov D. N., Krasnova O. N., Utkina D.

Key words: *manure handling, disposal, mobile unit, manure storage facilities.*

The article analyzes the production of solid manure in underground storage, which is important hygienic value: at the same time, increases the heat release, which is important for the normalization of the microclimate in the winter. In addition, solid manure creates conditions that ensure the death of pathogenic microorganisms, it is important to prevent the dispersion of infectious agents in the environment when using manure.

УДК 631.22.018

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УБОРКИ НАВОЗА

*Шигапов И.И., д.т.н., доцент, Лебедев Е.В., студент 2 курса
Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: гидроуборка, ферма, навоз, решетчатый пол, насадка.

В статье проведен анализ эффективности гидравлической уборки навоза в животноводческих помещениях. Гидроуборка навоза приемлема в зонах с достаточным обеспечением водой и условиями для реализации большого объема жидкого навоза. При гидроуборке часто объем получаемого навоза возрастает против расчетного в 1,5 - 2 раза.

Наряду с механическими способами уборки навоза на современных животноводческих фермах и комплексах применяются также и гидравлические.

Гидроуборка навоза приемлема в зонах с достаточным обеспечением водой и условиями для реализации большого объема жидкого навоза. При гидроуборке часто объем получаемого навоза возрастает против расчетного в 1,5 - 2 раза.

С технической точки зрения гидроуборка навоза - простой способ удаления его из помещений, транспортировки с помощью насосов и трубопроводного транспорта к местам хранения или использования. Но хранение жидкого навоза и его обработка - сложный процесс. Попытка выделить из жидкого навоза жижу центрифугированием приводит к потере 60 % массы навоза. В связи с этим гидроуборка допускается только там, где предусмотрено использование всей массы жидкого навоза в мелиоративной сети орошаемых полей. Но и при наличии больших мелиорированных площадей нужны дополнительные устройства, позволяющие контролировать в жидком навозе присутствие патогенных микроорганизмов, устройства для обеззараживания навоза и контроль за качеством этого процесса, устройства, предупреждающие загрязнение водоисточников и атмосферы в зоне использования жидкого навоза.

При гидроуборке навоза из помещений для содержания крупного рогатого скота используют закрытые решетками каналы, размещаемые как под групповыми станками для содержания животных, так и за рядами стойл. Навоз в каналы поступает через решетчатый пол помещения,

для удаления плотного навоза в отдельных хозяйствах устанавливают специальные люки с защитой, чтобы в них животные не попадали ногами. По каналам навоз перемещается свободным течением или под действием потока подаваемой жидкости.

В скотоводстве наиболее перспективным методом гидроборки навоза является самотек периодического действия, при котором легко и просто удалять навоз из помещений с использованием меньшего количества воды, чем при смывном способе.

Распространенный в свиноводстве самотек непрерывного типа оказался неприемлемым для скотоводства. В кормлении крупного рогатого скота используют грубые корма часто без предварительной их обработки. При этом неизбежно остатки корма попадают в самотечную систему, что резко понижает текучесть навоза. Кроме того, в самом навозе содержатся крупнодисперсные частицы, ухудшающие текучесть навоза. Если к тому же при содержании животных используют даже в небольшом количестве подстилочный материал, то работа самотечной системы нарушается.

Самотек непрерывного действия допустим в скотоводстве лишь при условии специального кормления животных подготовленными кормами с небольшим содержанием клетчатки и бесподстилочного содержания животных.

В скотоводстве гидроборка навоза допускается прямым ежедневным смывом навоза из каналов чистой или оборотной водой, однако этот метод нежелателен из-за большого потребления воды и значительного разбавления навоза, использовать который бывает затруднено и экономически неэффективно.

Переход на гидроборку навоза вызывал ухудшение микроклимата в ряде животноводческих объектов: повышение влажности воздуха, увеличение концентрации вредных газов и микроорганизмов в воздухе. В связи с этим возникла необходимость устройства местной вентиляции для удаления наиболее влажного и загрязненного воздуха из каналов. В дальнейшем местную вентиляцию каналов для гидроборки навоза стали применять и при других способах его уборки. Установлено, что для организации местного отсоса загрязненного воздуха необходимо для каналов гидросмывной системы и для самотека периодического действия увеличивать глубину не менее чем на 350 мм, а для самотека непрерывного действия - на 250 мм.

Независимо от вида гидроборки начало каждого канала надо оборудовать смывной насадкой, связанной трубопроводом с оборот-

ным водоснабжением и необходимой для постоянного или периодического промывания канала. Насадки размещают под сплошным настилом на расстоянии не ближе 1 м от решетчатого, что предупреждает интенсивное разбрызгивание навоза и попадание его капель в помещение на пол или даже в кормушки и автопоилки. Капли навоза, как правило, содержат много микроорганизмов, поэтому разбрызгивание навоза в каналах опасно из-за возможного заражения животных и распространения инфекции по территории фермы.

По нормам ОНТП 17-81 одна смывная насадка положена на длину канала в 30 м. При более длинных каналах устанавливают дополнительные насадки по ходу канала через каждые 20 м. При этом смыв навоза из канала начинают с нижнего участка и заканчивают верхним, включая последовательно насадки.

Гидросмывные каналы устраивают с обязательным уклоном в сторону сборного коллектора (поперечного канала). Ширина каналов по условиям вентиляции не должна быть более 1,2 м, а по условиям удаления навоза - не менее 0,3 - 0,4 м. В тех случаях, где общие части групповых станков для содержания животных имеют большую, чем 1,2 м, ширину, под ними устраивают двойные или тройные каналы.

При эксплуатации каналов наименьшие затраты труда достигаются при использовании системы самосплава навоза непрерывного действия. Эксплуатация системы самосплава периодического действия связана с дополнительными расходами рабочего времени на подъем и опускание шиберов, а смывной системы - с обслуживанием распределительных задвижек, вентиляей и насосов.

С учетом санитарно-гигиенических условий гидроуборка навоза имеет ряд преимуществ перед удалением навоза транспортерами по открытым лоткам: понижается загрязненность территории фермы или комплекса, отпадает необходимость в зонах погрузки навоза, которые часто являются источником ухудшения микроклимата помещений и загрязнения территории фермы, повышается чистота помещений.

Таким образом, из гидравлических методов уборки навоза в скотоводстве наиболее приемлем самотек периодического действия с использованием оборотных дезодорированных вод. При такой уборке навоза в животноводческих помещениях можно создать наиболее благоприятные условия содержания животных при нормативном воздухообмене. В то же время выход разжиженного навоза сокращается в несколько раз по сравнению с гидросмывным методом (с использованием чистой воды), что удешевляет процессы его дальнейшей обработки и использования.

Следует еще раз отметить, что каналы гидроудаления навоза необходимо во всех случаях оборудовать смывными насадками. При отсутствии насадок в начале канала при самотеке непрерывного действия бывает трудно или даже невозможно промыть его после завершения технологического цикла и переводе животных в другое помещение. Из-за отсутствия смывных насадок в каналах накапливается твердая масса навоза до решетчатого пола. Промыть такие каналы из шланга поверх решеток невозможно, в то время как включение насадок - простое и доступное дело для любого оператора. Промывание каналов при этом происходит значительно быстрее и при меньшем расходе воды, чем при промывании их из шлангов через решетчатый настил.

Помимо этого нужно учитывать, что гидроуборку навоза нельзя применять в зонах с недостаточной водной обеспеченностью и в зонах повышенного увлажнения.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275

9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

HYDRAULIC METHODS OF MANURE CLEANING

Shigapov I. I., Ph. D., Lebedev E. V.

Keywords: *water harvesting, farm, manure, lattice floor, nozzle.*

The article analyzes the effectiveness of hydraulic manure harvesting in livestock buildings. Manure water harvesting is acceptable in areas with sufficient water supply and conditions for the implementation of a large volume of liquid manure. When water harvesting is often the amount of manure increases against the estimated 1.5-2 times.

УДК 631.22.018

УБОРКА НАВОЗА КАНАЛАМИ С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

*Шигапов И.И., д.т.н., доцент, Кожанова А.А., студентка 2 курса
Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *навоз, уборка, влажность, телятник, каналы.*

В статье проведен анализ основных методов уборки навоза на современных животноводческих фермах и комплексах с помощью механических средств по каналам, закрытым сверху решетчатым настилом и оборудованным местной вытяжной вентиляцией. В настоящее время основным методом уборки навоза на современных животноводческих фермах и комплексах является его удаление с помощью механических средств по каналам, закрытым сверху решетчатым настилом и оборудованным местной вытяжной вентиляцией.

Каналы прокладывают как под общей частью групповых станков для содержания животных, так и за рядами стойл для животных. Они одинаково эффективны при привязном и беспривязном содержании животных, при использовании сыпучей подстилки и при бесподстилочном содержании, рассчитаны на сбор навоза за определенный период времени и на его удаление, а также на удаление загрязненного воздуха. Глубина каналов должна быть не меньше 70 - 75 см.

Система жижеотвода в каналах позволяет получать твердый навоз влажностью не более 80 % даже при бесподстилочном содержании животных. В отсутствии жижеотводящей системы влажность навоза повышается до 92- 94 %.

Для удаления навоза из каналов используют скребковые транспортеры ТС-1, скреперные установки УС-10 и другие средства. Стационарные механические установки целесообразно размещать не в открытых лотках, а в каналах, покрытых сверху решетчатым настилом и оборудованных местной вытяжной вентиляцией. Устройство этих установок в каналах даже без местной вентиляции и жижеотвода улучшает гигиеническое состояние животноводческих зданий по сравнению с размещением их в открытых лотках.

Эти выводы подтверждены исследованиями, проведенными в двух телятниках комплекса выращивания нетелей в СПК им. Н.К.Крупской. В одном из телятников содержат телят первого периода

выращивания от 1 до 3-месячного возраста. Навоз[4] здесь удаляют два раза в день по открытым лоткам шириной 1,8 м и глубиной 0,2 м. В перерывах между уборками навоза лотки обильно посыпают опилками или смесью опилок с гашеной известью-пушенкой в соотношении 5:1.

В другом телятнике - телята второго периода выращивания в возрасте от 3 до 6 месяцев. Содержание животных групповое беспривязно-боксовое. Навоз из помещения удаляют по каналам шириной 1,6 м и глубиной 0,6 м, проложенным под общей частью групповых станков между кормовой линией и линией индивидуальных боксов.

Вентиляция в телятниках естественная приточно-вытяжная. Приток воздуха происходит через форточки, удаление загрязненного воздуха - через крышные вытяжные шахты. В теплое время года для увеличения воздухообмена открывают ворота, выставляют рамы.

Поскольку различия телятников лишь в возрасте содержащихся в них животных и системах уборки навоза, то следовало бы ожидать, что накопление вредных газов, микроорганизмов и других компонентов будет выше а том помещении, где содержатся более взрослые животные. Однако исследованиями установлено, что содержание влаги и аммиака было выше в первом, а содержание углекислого газа - во втором помещении. Это значит, что концентрация углекислого газа в воздухе помещений закономерно возрастает с увеличением возраста и живой массы животных, а содержание аммиака и влаги связано в основном со способами уборки навоза (табл. 1).

Таблица 1 - Показатели микроклимата в телятниках

Помещение	Воздух в помещении			Газ	
	Температура, С	Влажность, %	Подвижность, м/с	Аммиак, мг/м ³	Углекислый газ, %
Переходный период					
1	14,0	82	0,06	17	0,11
2	11,1	80	0,04	11	0,14
Летний период					
1	17,5	65	0,15	10	0,11
2	17,6	67	0,14	9	0,13
Зимний период					
1	11,6	88	0,12	18	0,27
2	9,0	83	0,12	11	0,30

Общая бактериальная загрязненность воздуха первого помещения была выше, чем второго. Содержание микроорганизмов в воздухе первого помещения в переходный период составляло 35,4 тыс./м³, второго - 22,3 тыс., летом - соответственно 17,5 и 10,8 тыс., зимой - 62,6 и 38,2 тыс./м³.

В холодное время года первый телятник обогревался, поэтому температура воздуха здесь была выше, чем во втором, но влажность воздуха была выше в первом телятнике.

Из каналов второго помещения навоз удаляли один раз в сутки. В период удаления навоза в воздухе каналов на высоте 0,1 - 0,2 м над уровнем навозной массы повышалось содержание аммиака и микроорганизмов в 1,5 - 2 раза по сравнению с исходным состоянием, но это повышение не оказывалось столь значительным во всем помещении [1,2,3]. В первом телятнике повышенное содержание аммиака и микроорганизмов было все время. Кроме того, в телятнике с открытыми лотками для сбора и удаления навоза загрязненность кожного покрова животных и особенно конечностей была большей, чем в помещении с каналами, закрытыми решетчатым настилом. Поэтому удаление навоза по каналам имеет явное преимущество перед удалением его по открытым широким лоткам, что надо учитывать при проектировании и строительстве животноводческих помещений [5,7,8].

Худшие условия микроклимата и постоянный контакт телят первого периода выращивания с навозом в открытых лотках способствовали заболеванию животных. Больные телята находились в контакте со здоровыми. Телятники широкогабаритные, содержат шесть линий групповых станков, отделенных друг от друга изгородью из металлических труб. Все это способствует распространению респираторной инфекции.

Для содержания телят здесь предусмотрены групповые клетки на 8 - 10 голов, приподнятые над уровнем пола на 0,5 м. Соблюдаются правила наименьшего контакта животных друг с другом: каждая секция имеет автономное оборудование, вентиляцию, канализацию, инвентарь для ухода за животными. Помещение используется по принципу «пусто-занято», с обязательной мойкой после вывода животных и дезинфекцией [11,13].

Телята в этом помещении не контактируют с навозом. Из-под клеток его своевременно убирают, а жидкость стекает за пределы помещения в жижеприемник. Часть загрязненного воздуха удаляется из-под клеток. Поэтому на уровне пола приподнятой клетки воздух всегда

бывает более теплым, менее влажным и мало загрязненным вредными газами, пылью и микроорганизмами, чем на уровне пола помещения.

В улучшении санитарно-гигиенических условий телятника важная роль отведена своевременной уборке навоза и вентиляции подклеточных пространств. При размещении клетки над полом расстояние между поверхностью максимального уровня [6,15] навоза в каналах и решетчатым настилом над ним должно быть не менее 0,5 м. Переполнение канала навозом, а также накопление в нем навозной жижи недопустимы.

Этим требованиям больше всего отвечают двухъярусные каналы, оборудованные местной вентиляцией. Такая конструкция канала обеспечивает повышение гигиенического состояния животноводческих помещений и позволяет получать навоз, влажность которого 65 - 70 %. Его можно хранить и использовать традиционными способами без громоздких и дорогих очистных сооружений.

Чтобы снизить диффузию вредных газов из навозосборных каналов в помещение, необходимо учитывать их ширину: чем уже канал, тем легче обеспечить равномерное удаление загрязненного воздуха по всей его длине[12]. По условиям работы вентиляции ширина каналов не должна превышать 1,2 м.

Вентиляция узких каналов (не более 0,5 м) может быть односторонней, более широкие оборудуют двусторонней местной вытяжной вентиляцией. Для удаления загрязненного воздуха из широких каналов (1 - 1,2 м) можно применить дополнительный кожух, установленный в виде угла между решеткой и дном канала. Кожух соединяют с вытяжной системой вентиляции помещения. Для каналов шириной более 1,2 м эта мера неэффективна, так как забор воздуха происходит лишь из узкой центральной полосы канала, а из его краевых зон загрязненный воздух свободно проникает в помещение.

В узких каналах кожух является препятствием для навоза, поэтому он в данных условиях неприемлем. Здесь проще предусматривать вывод вытяжных патрубков в углубленные части стенок каналов: в специальные ниши или бортовые углубления.

Следует иметь в виду, что транспортной уборка навоза по каналам имеет те же недостатки, что и уборка по открытым лоткам: отсутствие жижеотводящей системы приводит к значительному разжижению навоза, который легко гомогенизируется навозоуборочными транспортерами, переливается свободно через скребки и остается на месте, образуя при этом большое количество вредных газов, которые при диффузии в помещение оказывают неблагоприятное влияние на

микроклимат. Разжижению навоза в каналах способствует также сброс в них технологических вод от мойки и дезинфекции помещения и оборудования. Поэтому для технологических вод необходимо иметь обособленную канализацию.

Разжижение навоза в каналах отмечено при размещении их на уровне, куда поднимаются грунтовые воды или где происходит фильтрация поверхностных вод в них. Для предупреждения этого дно канала следует устраивать выше уровня грунтовых вод, а пол должен быть расположен на насыпном грунте.

Для защиты от проникновения поверхностных вод под стены помещения и в каналы навозоудаления вокруг животноводческих объектов предусматривают асфальтированные отмостки шириной не менее 0,8 - 1 м, которые ежегодно нужно проверять и ремонтировать. Дно и стенки каналов, а также жижеотводящую систему делают с обязательной гидроизоляцией.

Отделять навозную жижу в навозных каналах можно с помощью оборудования встречно-противоположных уклонов дна канала, на стыках пониженных частей которого устанавливают фильтрующие решетки для сброса жидкости в жижеотводящую систему. В таких устройствах необходимо следить за тем, чтобы жижеборники не переполнялись и не подтапливали навоз в каналах.

В связи с тем, что жидкая часть навоза оказывает наибольшее отрицательное влияние на микроклимат помещения, нужно особое внимание уделять ее отводу не только с пола помещений в каналы, но и из каналов за пределы фермы. Отвод навозной жижи из каналов помимо гигиенического имеет важное и хозяйственное значение: можно получать навоз заданной кондиции, который не требуется дополнительно компостировать или обезвоживать на очистных сооружениях.

При механических способах уборки навоза следует особое внимание обращать на правильное устройство систем удаления навоза, основной элемент которых – система [14.16] жижеотвода. Если проектировщики и строители игнорируют по каким-либо соображениям необходимость устройства жижеотвода из систем удаления навоза, то хозяйства по этой причине несут большие убытки.

Современные технические решения в системах уборки навоза позволяют и при бесподстилочном способе содержания животных получать твердый навоз, влажность которого не более 70 %.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исачев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габари-

- тов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
 15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
 16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

CLEANING OF MANURE CHANNELS BY MECHANICAL MEANS

Shigapov I. I., Ph. D., Kozhanov A. A.

Keywords: *manure, cleaning, humidity, veal, channels.*

The article analyzes the main methods of manure harvesting on modern livestock farms and complexes with the help of mechanical means through the channels closed from the top of the grate flooring and equipped with local exhaust ventilation.

УДК 631.22.018

УБОРКА НАВОЗА ТРАНСПОРТЕРАМИ ПО ОТКРЫТЫМ ЛОТКАМ

*Хуснутдинов Р.Н., председатель СПК им. В.И. Ленина,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Полякова Ю.В., студентка 2 курса, Технологический институт-
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: транспортер, навоз, уборка, удаление, лоток, подстилка.

В статье проведен анализ эффективности транспортерной уборки навоза по открытым лоткам. Важным вопросом при ведении животноводческого хозяйства является выбор эффективного способа удаления навоза из помещений. Вариантов здесь может быть несколько. При этом критерии отбора не только качество процесса, но и количество расходуемой воды или других ресурсов, удобство использования навоза впоследствии (для удобрения) Скребокковые транспортеры типа ТСН-2, ТСН-2,0Б, ТСН- 3,0Б, ТСН-160, ТШ-30А широко используются для удаления навоза из животноводческих построек. Эти транспортеры подразделяют на цепные и штанговые.

Уборку навоза такими транспортерами проводят по лоткам шириной 0,3 м, которые размещают за рядами стойл или станков для содержания животных. При этом одним транспортером убирают навоз из двух параллельных рядов животных.

Скребокковые цепные транспортеры работают чаще всего поступательно (двигаются в одну сторону). Скребокковые штанговые транспортеры движутся возвратно-поступательно (один ход холостой, другой - рабочий). Экономически целесообразнее использовать в хозяйстве штанговые транспортеры, обладающие большей эксплуатационной надежностью и меньшей стоимостью. Эти транспортеры могут работать при любом количестве сыпучей подстилки: опилок, фрезерного торфа, резаной соломы. Нерезанная солома, даже в малом количестве, понижает производительность и надежность работы транспортеров.

Таким образом, применение неизмельченной соломы при данном методе уборки навоза недопустимо, а переход на бесподстилочное содержание животных нежелателен. Для улучшения гигиенического со-

стояния животноводческих помещений при этом способе уборки навоза следует применять подстилку в сыпучем виде, а соломенную резку - длиной не более 8 - 10 см.

Независимо от количества используемой в хозяйстве подстилки навозные лотки необходимо связывать отводной системой с жижесборниками, которые размещают за пределами животноводческих объектов, но не ближе 5 м от их наружных стен. Для этого под лотками на расстоянии не больше 5 - 10 м друг от друга устраивают жижеприемники, связанные с лотками люками, закрытыми металлической решеткой. При этом дно навозосборных лотков устраивают с уклонами в стороны люков. Жижеприемники связывают жикееотводящими каналами с общим жижесборником, размещенным за пределами здания. Уровень начала жикееотводящих каналов должен быть несколько ниже уровня дна жижеприемника с тем, чтобы не допускать накопления и застоя жидкости в каналах. Жикееотводящие каналы оборудуют гидравлическими затворами для устранения диффузии вредных газов из жижесборников в животноводческие помещения.

Иногда животноводческие объекты[1,2] строят без необходимого отвода жидкости из систем удаления навоза. Поэтому в помещениях, особенно при бесподстилочном содержании животных в лотках навозоудаления, накапливается большое количество жижи, что значительно ухудшает параметры микроклимата помещений, загрязняет заднюю часть туловища животных и отрицательно влияет на качество получаемой продукции[7,6]. Можно лотки покрывать решетчатым настилом, то есть удалять навоз не по лоткам, а по каналам и этой мерой устранить неблагоприятные факторы. Улучшить гигиеническое состояние помещения в данном случае можно постоянным поддержанием в рабочем состоянии системы отвода жидкости из навозосборных лотков и установкой гидрозатворов в системе жикееотвода.

Специалистам хозяйств не следует принимать проекты для строительства животноводческих объектов, не имеющих жикееотвода из навозосборных лотков.

Отсутствие жикееотводящей системы или ее неисправности ухудшают и качество получаемого навоза (его влажность достигает 92 % и более). Такой навоз нельзя транспортировать и хранить обычными способами: он растекается, загрязняет и инфицирует средства транспортировки, территорию фермы, дороги и окружающую среду.

В помещениях, где жидкость из лотков быстро стекает в жижесборную систему и используется подстилка (1,5 кг соломенной резки или

опилок, или 3 кг торфяной крошки на 1 голову молодняка, или соответственно 5 - 6 кг измельченной соломы и 8 - 10 кг торфа на взрослое животное), достигаются оптимальные условия микроклимата помещений при одной лишь общеобменной вентиляции естественного типа. При этом значительно улучшается и качество получаемого навоза[3,4].

Для подстилки используют сухую измельченную солому, не пораженную плесенью, влажность которой доходит до 16 %. Торф для подстилки лучше использовать верхового типа, слабо разложившийся и обладающий более высокой влагоемкостью, чем переходный или низинный. С увеличением степени разложения торфа его влагоемкость уменьшается. У верхового торфа влагоемкость достигает 120 % абсолютной влажности. При недостатке верхового используют другие виды торфа, отвечающие требованиям ГОСТ 12101 - 66 (степень разложения торфа не должна превышать 25 %, зольность - 15 % и влажность - 50 %).

При правильном устройстве системы удаления навоза по данному способу чистота логова и кожного покрова животных, а также затраты труда на их очистку находятся в зависимости от длины стойла и длины привязи. При слишком коротких стойлах животные становятся задними ногами в лоток, когда они лежат - в лоток попадает вымя. Оно при этом не только загрязняется, но и травмируется, особенно в период включения транспортеров. Слишком длинные стойла быстро загрязняются навозом. Следовательно, стойло должно строго соответствовать длине туловища животного. Помимо длины стойла нужно учитывать и расположение пола в нем[3,5]. Пол логова должен быть на 15 - 20 см приподнят над полом проходов и иметь к ним уклон не менее 2°.

Длина привязи также оказывает существенное влияние на загрязненность стойла. На длинной привязи животное может свободно проходить вперед и загрязнять стойло. Короткая же привязь наиболее полно отвечает гигиеническим требованиям, но она не дает возможности животному во время отдыха повернуть голову в сторону туловища. Чтобы ограничить движение животных в стороны и обеспечить этим чистоту соседних стойл, можно сделать между каждым стойлом разделители-перегородки.

Гигиеническое состояние помещений зависит и от кратности удаления навоза из навозосборных лотков. При уборке навоза два-три раза в сутки наблюдалась значительная загрязненность логова и кожного покрова животных. Уборка навоза[6,10] из лотков транспортерами через каждые 2 - 3 ч обеспечивает достаточную чистоту помещения и кожного покрова скота, создает нормальный микроклимат в помещении. Поэто-

му технология уборки навоза из лотков через каждые 2 - 3 ч отвечает зооветеринарным требованиям.

Зона погрузки навоза также оказывает существенное влияние на микроклимат помещения. Неблагоприятное их действие можно сократить изолированием от общей части помещения глухими перегородками. Для этих целей часто используют тамбуры, оборудованные местной вентиляцией и средствами для обогрева воздуха зимой[8,9].

Отсутствие средств обогрева воздуха при сильных морозах может привести к замерзанию навозной массы и к примораживанию наклонных транспортеров ко дну лотка, это нарушает всю технологию удаления навоза. Отсутствие местной вентиляции вынуждает часто открывать ворота животноводческой постройки, что нежелательно по многим уже отмеченным причинам, а также эта мера способствует распространению вредных газов по всему помещению.

Способы погрузки навоза также оказывают существенное влияние на санитарно-гигиеническое состояние ферм. Разжиженный навоз не захватывают скребки транспортеров: он легко переливается через них. С наклонных транспортеров жидкий навоз обратно стекает в помещение. Поэтому для нормальной работы системы удаления навоза необходим отвод жижи из навозных лотков[11,12,13].

Следовательно, раздельная уборка жидкой и твердой фракций навоза важна не только для улучшения санитарно-гигиенического состояния помещений и территории ферм в целом, что имеет, безусловно, большое значение, но и необходима для нормального удаления навоза. Иначе навозоуборочные транспортеры будут работать на полухолостом ходу: удалять лишь наиболее твердые сгустки навоза, а вся остальная масса размешивается ими и размазывается по всему лотку, оставаясь практически в помещении[15,16]. Поэтому нельзя удалять навоз транспортерами по открытым лоткам без отвода из них навозной жижи.

Эффективность транспортерной уборки навоза по открытым лоткам понижается при содержании животных в групповых станках по сравнению с содержанием их на привязи[14]. В то же время затраты труда на очистку станков и кожного покрова животных повышаются, а санитарно-гигиенические условия в помещениях ухудшаются. Поэтому при содержании животных в групповых станках следует удалять навоз по каналам, размещенным под решетчатым полом станков. В отдельных случаях для этих целей можно применять технологию удаления навоза по широким лоткам с помощью скреперных установок.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки. 2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габари-

- тов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
 15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
 16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

CLEANING MANURE CONVEYORS ON OPEN TRAYS

Khusnutdinov R.N., Krasnova O. N., Polyakov, Yu.

Keywords: *conveyor, manure, cleaning, removal, tray, litter.*

The article analyzes the efficiency of manure conveyor harvesting on open trays. An important issue in animal husbandry is the choice of an effective way to remove manure from the premises. There may be several options. At the same time, the selection criteria are not only the quality of the process, but also the amount of water or other resources consumed, the convenience of using manure later (for fertilizer).

УДК 631.22.018

СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОЙ ОБЕЗВОЖИВАТЕЛЬ НАВОЗА

*Хуснутдинов Р.Н., председатель СПК им. В.И. Ленина,
Краснова О.Н., преподаватель ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»
г.Димитровград Ульяновская область,
Шурыгина А.З., студентка 2 курса, Технологический институт-
филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *навоз, кизяк, перегной, удобрение, сточные.*

В статье рассмотрено спирально-винтовой обезвоживатель навоза.

На сегодняшний момент в РФ и в ближнем и дальнем зарубежье существует большое количество машин и аппаратов по переработки и использованию навозной массы. Понятие переработка бесподстилочного жидкого материала (навоза) состоит из следующих основных стадий: разделение, обеззараживание, а также очистка жидкого материала от легких частиц. Нами были разработаны спирально-винтовой обезвоживатель навоза, который предназначен для разделения навоза КРС влажностью более 97 %. Устройство для обезвоживания навоза состоит из опорных стоек и корпуса (рисунок 1,2), внутри которого, расположена труба, закреплённая в подшипниковом узле с двух сторон и шкив, приводящий во вращение за счёт электродвигателя через клиноременную передачу. К трубе жёстко присоединена шпильковым соединением втулка со стаканом, с внешней стороны которого приделан скобой транспортирующий спирально-винтовой рабочий орган. В верхней и нижней части корпуса расположен бункер для загрузки и патрубков для выгрузки обезвоженного продукта и плотно прижатая спираль с зазором, а также в нижней части расположен по центру сливной патрубков.

Основным рабочим органом технического средства в рекомендуемом нами для удаления воды из жидкого и полужидкого навоза (крупного рогатого скота, свиного) и других загрязнённых жидкостей органического происхождения устройства является спиральный винт (рисунок 3).

Спиральный винт приводится во вращательное движение вала-трубы (7) посредством шкива (8), вал-труба опирается на два подшипниковых узла (1), подшипниковое устройство монтируется на общей

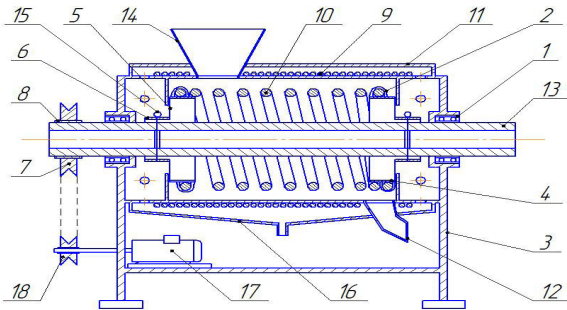


Рисунок 1 - Схема спирально-винтового обезвоживателя навоза
 1 – подшипник; 2 – скоба; 3 – опора; 4 – стакан; 5 – диск; 6 – втулка;
 7 – ведомый шкив; 8 – крепление шкива; 9 – пружина; 10 – рабочий орган; 11 – корпус; 12 – выгрузной патрубок для обезвоженного навоза; 13 – труба; 14 – загрузочный бункер; 15 – шплинт; 16 – выгрузной патрубок для жидкости; 17 – электродвигатель; 18 – ведущий шкив.



Рисунок 2 - Общий вид спирально-винтового обезвоживателя навоза

раме (3), на вал монтируются два стакана (4) посредством дисков (5) и втулок (6), закрепленных на валу шплинтами (11). Стаканы вставляются вовнутрь пружины (10), а витки стягиваются жестко к стаканам скобами (2) по два крепления для каждого стакана под 180 градусов.

Габаритные размеры и размеры деталей выбираются исходя из параметров технологического процесса (объемов работ, процентного снижения влажности навоза, степени осветления (чистоты) полученной жидкости (воды).

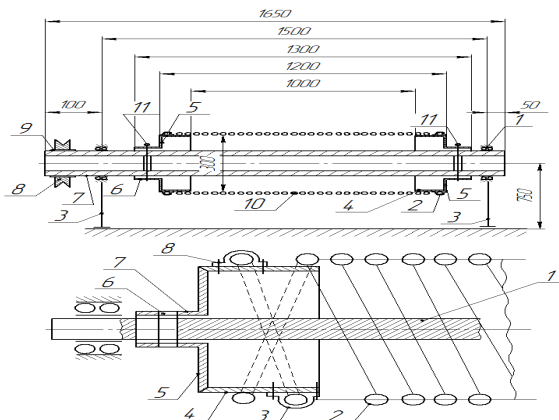


Рисунок 3— Общее устройство спирального винта: 1 – подшипник; 2 – скота прижатия проволоки к стакану; 3 – опора; 4 – стакан; 5 – диск; 6 – втулка; 7 – труба (вал); 8 – шкив; 9 – крепление шкива; 10 – пружина; 11– шплинт

Из приведенных данных следует, что только данная центрифуга способна разделять первоначальную навозную массу без начальной подготовки на жидкий и твёрдый материал, соответствующим агротехническим и ветеринарным требованиям.

Технологический процесс разделения жидкой навозной массы позволяет существенно уменьшить на 70% транспортные и погрузо-разгрузочные работы при помощи использования трубопроводов, сократить потери навозной массы, питательных веществ, а также исключить загрязнение территории. Данная технология позволяет сократить объем дорогих бетонированных навозохранилищ, упрощаются условия труда за счёт применения на всех стадиях механизированного и автоматизированного оборудования, а также заключительные технологические процессы внесению в почву.

Библиографический список:

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Чумакова Н.В. Очистка сточных вод ультрафиолетом и ультразвуком в животноводческих комплексах. Аграрная наука. 2012. № 11. С. 31.
2. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х. Перемещение полужидкого навоза пружинным транспортером открытого типа. Естественные и технические науки.

2013. № 6 (68). С. 458-463.
3. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Гришин О.П. Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза. Сельский механизатор. 2013. № 8. С. 26-27.
 4. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом. Аграрная наука. 2014. № 10. С. 28-30.13
 5. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кологреев В.А., Гафин М.М. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 11. С. 109-112.12
 6. Шигапов И.И., Гафин М.М. Утилизация биологических отходов в животноводстве. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2013. № 1. С. 101-104.9
 7. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Чумакова Н.В., Кологреев В.А. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока. Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28-29.5
 8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н. О совершенствовании спирально-винтового транспортера. Аграрная наука. 2013. № 9. С. 25-275
 9. Губейдуллин Х.Х., Исаев Ю.М., Шигапов И.И., Зиннатов Р.Н., Кадырова А.М. Пружинно-насосные устройства для перекачки жидких и полужидких материалов. Аграрная наука. 2013. № 3. С. 25-26.4
 10. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. Очистка животноводческих стоков активным илом. Сельский механизатор. 2012. № 4. С. 28-29.17
 11. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н., Различные способы для удаления навоза из животноводческих помещений. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 102-106.
 12. Шигапов И.И., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Переработка твердых и жидких отходов микроорганизмами. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 125-130.
 13. Бондаренко А.М., Исаев Ю.М., Исайчев В.А., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Краснова О.Н., Разработка конструкции и исследование мотального механизма для формирования пористых перегородок ттф увеличенных габаритов. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 6 (372). С. 250-253.
 14. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н., Барботажные аэраторы для очистки сточных вод животноводческих ферм. Сельский механизатор. 2018. № 6. С. 28-29.
 15. Шигапов И.И., Шубович В.Г., Губейдуллин Х.Х., Краснова О.Н. Виды систем

- удаления навоза. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2016. № 15. С. 162-166
16. Шигапов И.И., Краснова О.Н. Механизация работ по уборке и удалению навоза. Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. 2016. № 15. С. 107-117.

SPIRAL SCREW MANURE DEHYDRATOR

Khusnutdinov R. N., Krasnova O. N., Shurygina A. Z.

Key words: *manure, dung, humus, fertilizer, sewage.*

The article deals with spiral screw manure dehydrator.

УДК 631.3

КЛАССИФИКАЦИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

*Албутов С.П., аспирант, тел.: 8(8422) 55-95-95, al-but@mail.ru,
Рыкин Д.В., студент 4 курса инженерного факультета,
dimka.rykin@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: плуг, почва, рабочий орган, чизельный агрегат, ротор, культиватор, щелерез.

В статье рассмотрены основные конструкции агрегатов для основной обработки разных типов почв. Выявлены их основные достоинства и недостатки.

К машинам и орудиям для основной обработки почвы относят отвальные, дисковые, ротационные, роторные плуги, а также безотвальные и чизельные плуги, культиваторы-плоскорезы, щелерезы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Плуги предназначены для обработки почвы на глубину до 35 см (отвальная обработка почвы), до 60 см (безотвальная обработка почвы) и глубину до 30 см (ротационная обработка почвы).

Плуги классифицируют по следующим признакам: по параметрам, по назначению, по виду вспашки, по роду применяемой тяги, по способу агрегатирования, по конструкции плужного корпуса и по виду семейства плугов.

По параметрам плуги различают по числу корпусов и шириной захвата одного корпуса.

По назначению плуги подразделяют на плуги общего назначения и специального назначения.

Плуги общего назначения применяют в технологиях возделывания зерновых, пропашных, бобовых, технических культур и трав для вспашки на глубину 18...35 см. К таким плугам относят: плуги, оборачивающие пласт почву только в одну сторону, оборотные, поворотные и фронтальные плуги.

Плуги специального назначения применяют для вспашки почвы под сады, виноградники, выкапывания саженцев плодово-ягодных культур. К ним относят: кустарниково-болотные, плуги для каменистых почв, плантажные, садовые, лесные, ярусные плуги.

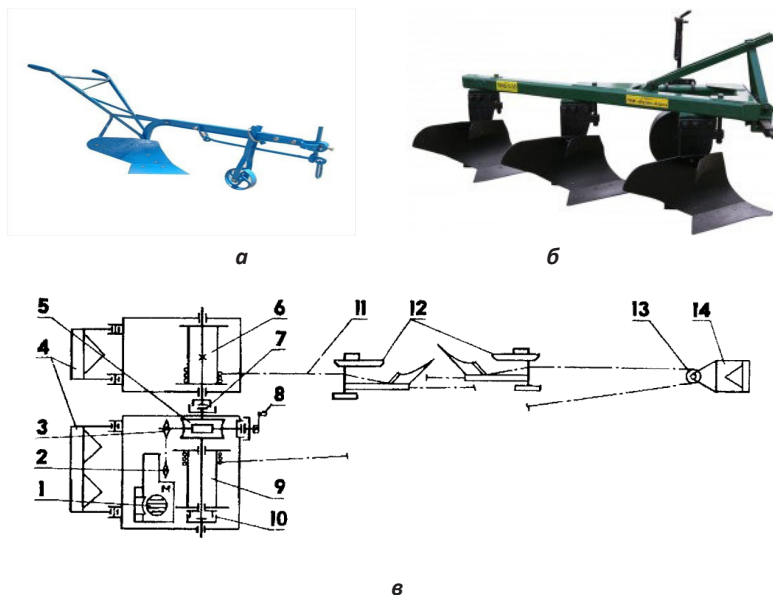


Рисунок 1 – Плуги: а – конный; б – тракторный; в – канатной тяги; 1 – двигатель; 2, 3 - звездочки ведущая и ведомая соответственно; 4 – грунтозацепы; 5 – редуктор; 6, 9 – барабаны тросовые (вспомогательный и основной); 7, 10 – полумуфты включения тросовых барабанов; 8 – рукоятка запуска двигателя; 11 – трос; 12 – плуг двухкорпусный; 13 – блок; 14 – якорь

Плуги общего назначения снабжают корпусами с шириной захвата 30, 35, 40 и 45 см, а специальные плуги - 45, 50, 60, 70 и 100 см.

По виду вспашки различают плуги для гладкой, свально-развальной, ромбической, комбинированной вспашки и лемешные.

По роду применяемой тяги: конные, тракторные и канатной тяги (рисунок 1).

Конные плуги используют на малых участках, где невозможно применение трактора.

Тракторные плуги – это основные современные орудия для вспашки.

Плуги канатной тяги применяют в горной местности, при обработке заболоченных земель, а также в личных подсобных хозяйствах, где



Рисунок 2 – Плуги: а, б – навесные; в, г – полунавесные; д, е – прицепные

невозможно применение трактора. Поочередное включение тросовых барабанов 6 и 9 (рисунок 1.1 в) к работающему редуктору, трос и связанный с ним корпус плуга совершают возвратно-поступательное движение по обрабатываемому участку. Оператору остается только в конце гона переворачивать корпус плуга, меняя направление его движения, тем самым, сохраняя направление отвала.

По способу агрегатирования лемешные плуги подразделяют на: навесные, полунавесные и прицепные (рисунок 2).

Навесные плуги просты по устройству и обладают небольшой массой. В процессе работы таким плугам требуется небольшая поворотная полоса, однако при транспортировке плуг сообщает трактору большой опрокидывающий момент.

Полунавесные плуги характеризуются меньшим удельным сопротивлением, чем навесные, но большим радиусом поворота. В транспортном положении часть массы плуга воспринимается его задним колесом.

Прицепные плуги, в конструкцию которых входят три колеса и прицеп, обеспечивают достаточную устойчивость хода и высокое качество вспашки в условиях, где плугами других типов сделать это трудно. Современные прицепные плуги – это плуги специального назначения (садовые, ярусные, кустарниково-болотные).

По конструкции плужного корпуса различают плуги лемешные (рисунок 1, 2), дисковые, чизельные, ротационные, роторные и комбинированные (рисунок 3).



а



б



в



з



д

Рисунок 3 – Плуги: а – дисковый; б – чизельные, в – ротационный, г – роторный; д – комбинированный

Лемешные плуги наиболее распространены и являются древнейшими орудиями. В семействе лемешных плугов выделяют также лемешные плуги-луцильники, выпускаемые промышленностью с числом корпусов от 5 до 25 и шириной захвата одного корпуса 12...25 см.

Дисковые плуги используют для вспашки тяжелых почв и при лесовосстановительных работах. Рабочие органы дисковых плугов – сферические диски диаметром 600...800 мм. В процессе поступательного движения плуга диски вращаются от взаимодействия с почвой, подрезают и оборачивают пласт почвы.

Чизельные плуги, как безотвальные глубокорыхлители, лишь условно относятся к плугам, так как в их работе отсутствует главный признак вспашки – оборот пласта. Чизельные плуги применяют, в ос-

новном, для разрушения плужной подошвы, возникающей от многократного применения лемешных плугов, а также для обработки почв, подверженных эрозии.

Ротационные и роторные плуги в промышленных масштабах применяют редко, так как обладают сложной конструкцией, и, как следствие, недостаточной надежностью и долговечностью. Рабочих органы этих плугов совершают сложные вращательно-поступательные движения и требуют дополнительного привода от вала отбора мощности (ВОМ) трактора. Тем не менее, высокое качество обработки почвы этими плугами позволяет причислить их к перспективным почвообрабатывающим орудиям ближайшего будущего.

В комбинированных плугах применяют варианты рабочих органов от разных плугов (например, лемешных и дисковых, лемешных и чизельных и т.п.), что позволяет расширить диапазон их применения.

По виду семейства плуги объединяют одинакового назначения и высокой степени унификации сборочных единиц и деталей.

Семейство унифицированных плугов – это плуги общего назначения со сменными корпусами (скоростными, полувинтовыми, винтовыми, безотвальными, вырезными, с почвоуглубителями).

Семейство плугов для каменистых почв включает плуги с корпусами, снабженными автоматическими предохранительными механизмами.

Семейство оборотных плугов оснащают право- и левооборачивающими корпусами.

Семейство ярусных плугов предназначено для малоплодородных почв с целью улучшения их плодородия.

Таким образом, анализ известных средств механизации основной обработки почвы позволяет определить основные разграничительные признаки, на основе которых должна проводиться работа по дальнейшему совершенствованию этих орудий, тем самым повысить ее эффективность.

Библиографический список:

1. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
2. Зыкин Е.С. Способ посева пропашных культур с разработкой катка-гребнеобразователя. Дисс. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2004. – 181 с.
3. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, С.Н. Киселев, А.Г. Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.

4. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: КолосС, 2003. – 624 с.
5. Патент 148577 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, Д.Н. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2014132794; заявл. 08.08.2014; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 34.
6. Патент 162049 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, А.И. Кузин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016100280; заявл. 11.01.2016; опубл. 20.05.2016, Бюл. № 14.
7. Патент 162051 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, А.И. Кузин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016100300; заявл. 11.01.2016; опубл. 20.05.2016, Бюл. № 14.
8. Патент 154116 Российская Федерация, МПК А01В 49/00. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, А.В. Ерошкин, С.А. Долгов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2015109919; заявл. 20.03.2015; опубл. 20.08.2015, Бюл. № 23.
9. Патент 154531 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, А.В. Ерошкин, С.А. Долгов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2015109914; заявл. 20.03.2015; опубл. 27.08.2015, Бюл. № 24.
10. Патент 158522 Российская Федерация, МПК А01В 49/02. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат / Е.С. Зыкин, С.А. Почанин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2015131206; заявл. 27.07.2015; опубл. 10.01.2016, Бюл. № 1.

CLASSIFICATION OF MEANS OF MECHANIZATION OF PRIMARY TILLAGE

Albutov S.P., Rykin D.V.

Key words: *plow the soil, working body, chisel Assembly, a rotor, cultivator, saleres.*

The article describes the basic design of units for the main processing of different types of soils. Their main advantages and disadvantages are revealed.

УДК 631.3

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ

*Албутов С.П., аспирант, тел.: 8(8422) 55-95-95, al-but@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

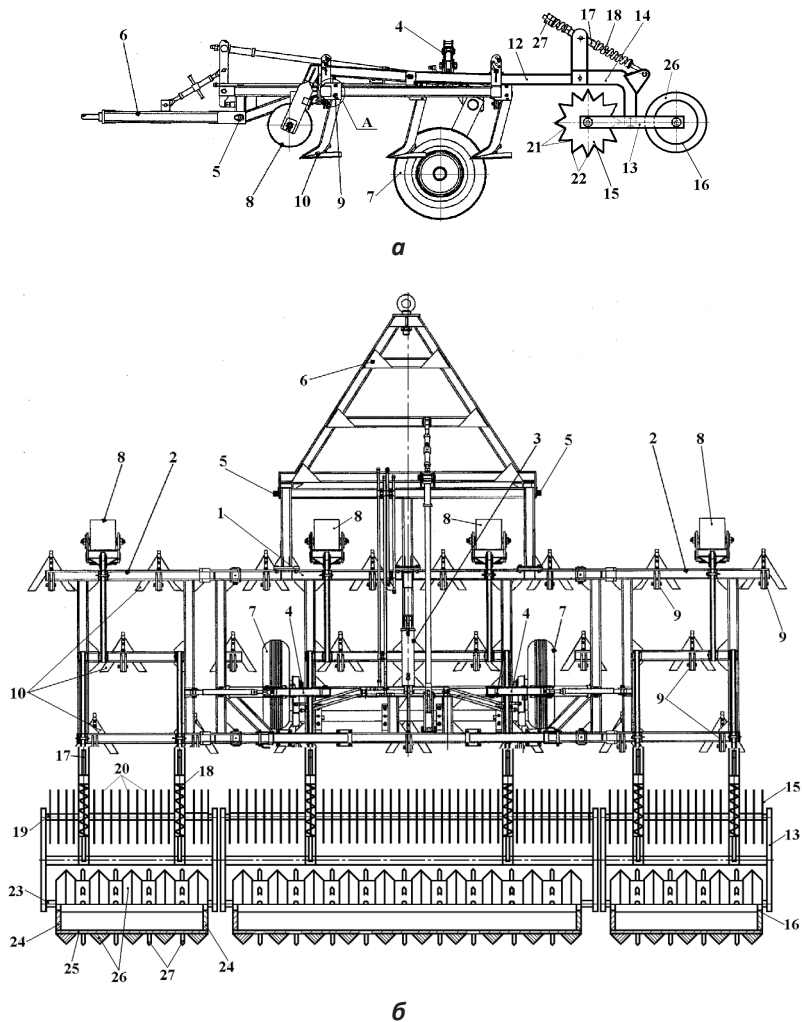
Ключевые слова: агрегат, почва, рабочий орган, каток, стрельчатая лапа.

В статье рассмотрены основные конструкции агрегатов для предпосевной обработки почвы. Выявлены их основные достоинства и недостатки. Предложена усовершенствованная конструкция почвообрабатывающего агрегата, позволяющего за один проход выполнить несколько технологических операций.

Проанализировав известные конструкции агрегатов для поверхностной предпосевной обработки почвы, выявили, что они имеют недостатки. В частности, неудовлетворительное качество обработки почвы, значительное количество комков почвы размером свыше 50 мм после прохода агрегатов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

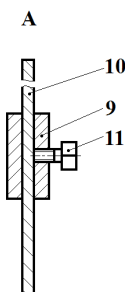
С целью повышения качества предпосевной обработки почвы разработан почвообрабатывающий агрегат (рисунки 1, 2), который включает раму, состоящую из центральной 1 и боковых 2 секций. Центральная 1 и боковые 2 секции рамы соединены между собой посредством механизмов перевода 3 и 4 из рабочего положения в транспортное и обратно. С центральной 1 секцией рамы шарнирно, при помощи пальцев 5, соединена сница 6. В центральной 1 секции рамы установлены транспортные 7 колеса. Для перевода комбинированного почвообрабатывающего агрегата в транспортное положение механизмом 3 воздействуют на транспортные колеса 7 до соприкосновения их с поверхностью дороги (поля).

При этом почвообрабатывающий агрегат поднимается горизонтально вверх и параллельно поверхности дороги (поля). Воздействием на механизмы 4 добиваются складывания боковых 2 секций рамы в сторону продольной оси симметрии комбинированного почвообрабатывающего агрегата. В передней части центральной 1 и боковых 2 секций рамы установлены опорные 8 колеса. На центральной 1 и боковых 2 секциях рамы в держателях 9 установлены рабочие органы 10 в шахматном порядке с возможностями регулирования своего положения по высоте относительно нижних точек опорных колес 8 и фиксирования в



**Рисунок 1 – Почвообрабатывающий агрегат (обозначения в тексте):
а – вид сбоку; б – вид сверху**

требуемом положении посредством болтов 11, вворачиваемых в резьбовые отверстия держателей 9. Рабочие органы 10 выполнены в виде стрелчатых лап с вертикальными стойками.



в

**Рисунок 2 – Почвообрабатывающий агрегат (обозначения в тексте):
в – сечение держателя (вид А)**

С центральной 1 и боковыми 2 секциями рамы посредством блоков 12 соединены катковые приставки 13. Каждая катковая приставка 13 содержит раму 14, измельчающий 15 и прикатывающий 16 катки, штанги 17 с пружинами 18.

Измельчающий 15 каток содержит ось 19 и дисковые рыхлители 20. Дисковые рыхлители 20 установлены на оси 19 измельчающего 15 катка через равные интервалы, а по периферии дисковых рыхлителей 20 выполнены фигурные выемки 21. Вершины 22, расположенные между фигурными выемками 21, выполнены треугольными и направлены в разные стороны от геометрической оси вращения дисковых рыхлителей 20.

Прикатывающий 16 каток содержит ось 23, боковые диски 24, на которых установлен полый цилиндр 25. На внешней поверхности полого цилиндра 25 через равные интервалы установлены кольцевые уплотняющие элементы 26, в поперечном сечении имеющие форму равно-стороннего треугольника. На внешней поверхности полого цилиндра 25 диаметрально между кольцевыми уплотняющими элементами 26 установлены заостренные рыхлители 27.

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат следующим образом. Предварительно, расставляют рабочие органы 10 на раме 1 в шахматном порядке, и устанавливают требуемое расстояние между нижними точками опорных 8 колес и режущими кромками крыльев стрельчатых лап рабочих органов 10. Снизу 6 сцепляют с трактором. Перемещением гаек 28 по штангам 17 устанавливают необходимое сжатие пружин 18, тем самым, регулируя давление катковых приставок 13 на почву.

При движении почвообрабатывающего агрегата рабочие органы 10 рыхлят почву и подрезают сорные растения. Вращающиеся за рабочими органами 10 измельчающие катки 15 копируют рельеф поверхности поля и измельчают комки почвы в вертикальном направлении («сверху-вниз») дисковыми рыхлителями 20 на требуемую глубину. При этом треугольные вершины 22 дисковых рыхлителей 20 внедряются в почву на определенную глубину, разрушают комки почвы, и способствуют качественному рыхлению верхнего слоя почвы.

Следом вращающиеся прикатывающие 16 катки копируют рельеф поверхности поля, а кольцевые уплотняющие элементы 26 и заостренные рыхлители 27 разбивают комки почвы с одновременным выравниванием и уплотнением поверхности поля, предотвращая распыление верхнего гумусового слоя почвы. При этом максимальный размер разрушенных комков почвы не превысит минимальных размеров комков почвы, допускаемых агротехническими требованиями к посеву.

Установка рабочих органов 10 на раме почвообрабатывающего агрегата в шахматном порядке, с перекрытием крыльев стрелчатых лап 3...5 см, позволяет рыхлить почву и подрезать сорные растения без необработанных полос.

Наличие измельчающего 15 катка содержащего ось 19 и дисковые рыхлители 20, на внешней поверхности которых выполнены вершины 22 треугольной формы и направлены в разные стороны от геометрической оси вращения дисковых рыхлителей 20, позволяет не только с высоким качеством разрушить комки почвы, оставшиеся после прохода рабочих органов 10, но и разрыхлить верхний слой почвы на требуемую глубину.

Наличие прикатывающего 16 катка, содержащего ось 23, боковые диски 24, полый цилиндр 25, на внешней поверхности которого расположены уплотняющие элементы 26, в поперечном сечении имеющие форму равностороннего треугольника, и заостренные рыхлители 27, позволяет с высоким качеством разрушить комки почвы и равномерно уплотнить почву с заданной агротехническими требованиями плотностью, предотвратить испарение влаги из почвы и образование трещин поверхности поля.

Наличие штанг 17 с гайками 28 и пружинами 18 позволяет катковым приставкам 13, при их вращении, копировать рельеф поверхности поля и, соответственно, равномерно воздействовать на почву.

Наличие катковых приставок 13 позволяет с высоким качеством разрушить комки почвы, оставшиеся после прохода рабочих органов 10, равномерно уплотнить почву с заданной агротехническими требованиями плотностью, предотвратить испарение влаги из почвы и обра-

зование трещин поверхности поля, но и равномерно уплотнить почву с заданной агротехническими требованиями плотностью.

Библиографический список:

1. Патент 2464755 Российская Федерация, МПК А01В35/16, А01В35/18, А01В39/20. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2011145008/13; заявл. 07.11.2011; опубл. 27.10.2012, Бюл. № 30.
2. Курдюмов, В.И. Новый рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов // Сельский механизатор. - 2012. – № 11 (45). – С. 12.
3. Орудия для междурядной обработки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, Мартынов В.В., Прошкин Е.Н. // Сельский механизатор. - 2013. – № 12 (58). – С. 16-17.
4. Оптимизация параметров прикатывающего устройства комбинированного посевного агрегата / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.С. Зыкин, Е.Н. Прошкин, В.Е. Прошкин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. - № 1. – С. 34-37.
5. Зыкин Е.С. Оптимизация режимных параметров катка-гребнеобразователя / Е.С. Зыкин, В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. - № 1. – С. 58-60.
6. Патент 108902 Российская Федерация, МПК А01В49/04. Секция сеялки-культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2011100230/13; заявл. 11.01.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28.
7. Патент 2296445 Российская Федерация, МПК А01В 29/04. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2005100301; заявл. 11.01.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 10.
8. Патент 62765 Российская Федерация, МПК А01В 29/04. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2006145645; заявл. 21.12.2006; опубл. 10.05.2007, Бюл. № 13.

COMBINED TILLAGE MACHINE

Albutov S.P.

Key words: *aggregate, soil, working body, roller, hoe.*

The article considers the basic designs of aggregates for pre-sowing tillage. Their main advantages and disadvantages are revealed. The improved design of the soil-cultivating unit allowing to perform several technological operations in one pass is offered.

УДК 631.3

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК

*Албутов С.П., аспирант, тел.: 8(8422) 55-95-95, al-but@mail.ru,
Смирнов А.С., студент 4 курса инженерного факультета
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: зерновая сеялка, посев, сошник, зерновые культуры.

В статье рассмотрены основные конструкции зерновых сеялок. Выявлены их основные достоинства и недостатки.

Выбор способа посева во многом зависит от посевных качеств семян сельскохозяйственных культур и почвенно-климатических условий. Основная задача посева состоит в обеспечении наилучших условий прорастания семян и в дальнейшем – развития растений, а также в получении их оптимальной густоты при равномерном размещении в рядах [1].

На большинстве предприятий агропромышленного комплекса РФ применяют зернотуковые сеялки типа СЗ и ее модификации [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Зернотуковой сеялкой высевают рядовым способом семена зерновых, зернобобовых и крупяных культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений (рисунок 1).

При движении посевного агрегата по полю за счет пневматических опорно-приводных колес 11, посредством шестеренчато-цепной передачи, осуществляется привод семявысевающих 1 и туковывсевающих 4 аппаратов, которые подают семена и удобрения в семятукопроводы 6. По семятукопроводам семена поступают в горловины сошников 9 и 10 и падают на дно бороздок, образованных сошниками. Семена в бороздках заделываются загортачами 8.

На базе сеялки СЗ-3,6 выпускают следующие модификации сеялок: с анкерными сошниками, с одно- и двухдисковыми сошниками, узкорядную, льнозернотуковую, рисозернотуковую, зернотукотравяную, зернотуковую прессовую. Уровень унификации сеялок этого типа составляет 70...98 %.

Агрегируют сеялку СЗ-3,6 с трактором тягового класса 14 кН, а посредством сцепки 3...5 сеялок с тракторами класса 30...50 кН.

Для подпочвенно-разбросного посева семян применяют сеялку-культиватор типа СЗС, КСКП «Омич» или АУП с лапами-сошниками.

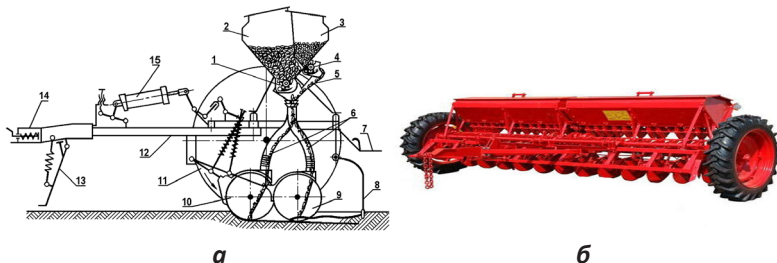


Рисунок 1 – Сеялка СЗ-3,б: а – схема; б – общий вид; 1 – высевашей аппарат для семян; 2 – отделение зернотукового ящика для семян; 3 – отделение зернотукового ящика для удобрений; 4 – туковысеваешей аппарат; 5 – лоток; 6 – семятукопроводы; 7 – подножная доска; 8 – загортач; 9, 10 – задний и передний двухдисковые сошники; 11 – опорно-приводное колесо; 12 – рама со сницей; 13 – поддержка; 14 – прицеп; 15 – гидроцилиндр

Сеялка зерновая стерневая (рисунок 2) предназначена как для безрядкового, так и для рядового посева зерновых культур с одновременным подрезанием сорняков, внесением гранулированных минеральных удобрений и прикатыванием почвы на стерневых фонах. А в районах, подверженных ветровой эрозии почвы, при этом должно сохраняться не менее 70 % стерни.

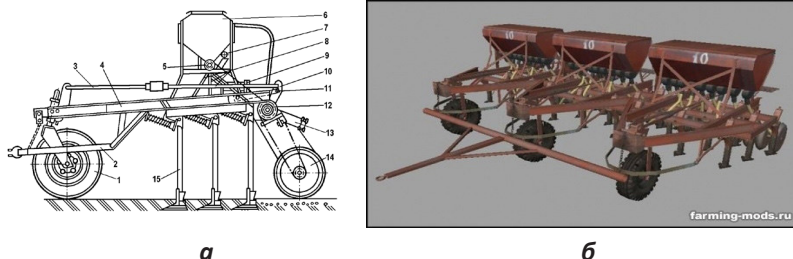


Рисунок 2 – Сеялка СЗС-2,1: а – схема; б – общий вид; 1 – колесо; 2 – прицепное устройство; 3 – тяга; 4 – рама; 5 – катушечный желобчатый аппарат; 6 – зернотуковый ящик; 7 – катушечно-штифтовый аппарат; 8 – семяпровод; 9 – механизм подъема; 10 – кронштейн; 11 – планка; 12 – механизм привода; 13 – рамка; 14 – кольчатый каток; 15 – сошник

Технологический процесс высева семян осуществляют следующим образом.

При рядовом или подпочвенном разбросном посеве сеялку оборудуют лаповыми стрельчатыми или наральниковыми трубчатыми сошниками, или плоскорезными лапами шириной 22...25 см или 41 см с рассеивающим полуконусом для полосового подпочвенного распределения семян. Трубчатые стойки сошников прикреплены к поперечинам рамы шарнирно и удерживаются в рабочем положении амортизационными пружинами.

При движении посевного агрегата семя- и туковывсевающие аппараты приводятся в действие посредством цепной передачи от оси батареи прикатывающих катков через цепочно-зубчатый редуктор, обеспечивающий три скорости валам зерновых аппаратов и шесть – валам туковых аппаратов. Глубину хода сошников регулируют перемещением упора на штоке гидроцилиндра 9 и изменением длины тяги 3.

На базе сеялки СЗС разработаны и выпускаются более совершенные сеялки. Например, посевной комплекс КСКП «Омич» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Посевной комплекс КСКП-2,1×5 «Омич»

Модульный посевной комплекс «Омич» предназначен для реализации ресурсосберегающей почвозащитной технологии возделывания зерновых культур в зонах недостаточного увлажнения и проявления ветровой и водной эрозии. Посевной комплекс обеспечивает высокое качество работы при влажности почвы до 25 %.

За один проход посевной комплекс выполняет следующие технологические операции: рыхлит почву, подрезает сорняки, высевает семена лентами подпочвенно-разбросным способом (ширина ленты

18...20 см) с одновременным внесением стартовой дозы гранулированных минеральных удобрений в один горизонт с семенами, а также прикатывает поверхность поля кольчато-шпоровыми катками, обеспечивая необходимый контакт семян с почвой.

Агрегируют сеялки СЗС-2,1 и КСКП-2,1 с трактором тягового класса 14 кН, а посредством сцепки 3...5 сеялок с тракторами класса 30...50 кН.

Многофункциональный агрегат универсальной посевной АУП-18.05 (рисунок 4) предназначен для современных ресурсосберегающих, почвозащитных и влагосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. За один проход сеялка осуществляет предпосевную культивацию на глубину заделки семян, сплошной безрядковый высеv семян и внесение стартовых доз гранулированных удобрений, прикатывание и выравнивание поверхности почвы заволакивающими цепями.



Рисунок 4 – Сеялка АУП-18.05

Рабочие органы сеялки АУП позволяют проводить прямой посев по стерне и по обработанной почве, не допуская оборота пласта. Лапы создают ложе для семян на глубине заделки, тем самым, вызывая подтягивание влаги из нижних слоев почвы. Ширина захвата посевного агрегата – 4,5 м. Возможен широкозахватный вариант из двух сеялок – 9 м; или из трех сеялок – 13,5 м, с применением сцепки АУП-18.07.30.000 (2-х агрегатный вариант) или сцепки ОПО-17.30.00.000 (3-х агрегатный вариант).

Одну сеялку АУП агрегируют с тракторами класса 20...30 кН; 9 метровый агрегат – тракторами класса 40...50 кН, 13,5 метровый агрегат – тракторами класса 50...60 кН.

Среди зарубежных аналогов на российском рынке преобладают средства механизации для прямого посева и высева семян по предварительно-подготовленной поверхности поля.

Сеялки стерневые механические Great Plains CPN-1500 и CPN-2000 (рисунок 5а) оснащены поворотной рамой, обеспечивающей копирование поверхности поля и высев семян однодисковым сошником в предварительно образованную рельефным режущим диском бороздку.

Для обеспечения сельхозтоваропроизводителей в высокопроизводительном севе, компанией Kverneland Accord разработаны прицепные посевные комплексы моделей DG 9000, 10000 и 12000 (рисунок 5б) шириной захвата 9, 10 и 12 м. В зависимости от применяемой технологии земледелия можно сеять в мульчу или по традиционной технологии. Благодаря емкости бункера 6000 литров и ширине захвата до 12 метров сеялка Kverneland DG обеспечивает производительность более 14 га в час. Дозирующее устройство приводится в действие либо механически, либо электрически с помощью различных дополнительных источников подачи мощности.

Агрегат почвообрабатывающе-посевной АППМ-6, АППМ-6Д, АППМ-6А6К (рисунок 5в) позволяет за один проход подготовить поверхность поля под посев, сформировать семенное ложе для укладки в него семян на заданную глубину, высеять семена и одновременно прикатать строчки посева.

Анкерные сеялки семейства DH730 (трехсекционные) и DH750 (пятисекционные) (рисунок 6а) применяют для возделывания сельскохозяйственных культур по нулевой, минимальной и традиционной технологиям возделывания. Такими сеялками высевают семена зерновых, бобовых, крупяных и мелкосемянных культур с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений и индивидуальным прикатыванием засеянных рядков.

В зависимости от рабочей ширины захвата и комплектации посевные комплексы семейства DH агрегируют с тракторами тягового класса 40...60 кН.

Механической навесной сеялкой AMAZONE D9-60 Super (рисунок 6б) высевают семена по предварительно подготовленной почве.

Принцип работы сеялки AMAZONE D9-60 Super аналогичен работе зерновой сеялки СЗ-3,6. Семена зерновых и крупяных культур заделывают в почву на требуемую глубину двухдисковыми или однодисковыми сошниками, установленными с междурядьем 12,5 или 16,6 см, с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений.



а



б



в

Рисунок 5 – Зарубежные средства механизации посева зерновых культур: а - сеялка стерневая семейства СРН (компании Great Plains); б – сеялки модели DG (компании Kverneland Accord); в - агрегат почвообрабатывающе-посевной АППМ (Белоруссия)



а



б



в

Рисунок 3.9 – Зарубежные средства механизации посева зерновых культур: *а* – сеялка семейства DH; *б* – навесная сеялка AMAZONE D9-60 Super; *в* – сеялка «ДОНЭЙР-НТ II»

Вследствие небольшой тяговой потребности данная сеялка идеально подходит для агрегатирования с тракторами тягового класса 14 кН. Стерневую зерновую сеялку «ДОНЭЙР-НТ II» (рисунок 6в) применяют для высева семян зерновых культур на полях с минимальной об-

работкой почвы (например, весеннее боронование) или для прямого посева по технологии «NO-TILL». Заделывающими рабочими органами сеялки являются двухдисковые сошники, установленные на раме с междурядьем 19 см.

При движении посевного агрегата волнистые диски разрезают растительные остатки на глубину до 10 см и дополнительно рыхлят почву в зоне будущего расположения семян. Семена заделывают на глубину до 6 см. При минимальной обработке почвы большую массу посевного агрегата компенсируют спаренными колесами с целью снижения давления на почву.

Стерневую зерновую сеялку «ДОНЭЙР-НТ II» агрегируют с тракторами тягового класса 50...60 кН.

Анализ конструкций зерновых сеялок позволяет выявить их основные достоинства и недостатки, а также сделать правильный выбор при применении средств механизации для реализации разных способов посева.

Библиографический список:

1. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
2. Патент 173423 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01В 49/04. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Л.Н. Хайбуллина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016146847; заявл. 29.11.2016; опубл. 28.08.2016, Бюл. № 25.
3. Патент 170446 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016130515; заявл. 25.07.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12.
4. Патент 170448 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016130472; заявл. 25.07.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12.
5. Патент 170453 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016131828; заявл. 02.08.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12.
6. Патент 170456 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель

- ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016131849; заявл. 02.08.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12.
7. Патент 171670 Российская Федерация, МПК А01С 7/06, А01В 49/06. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров, Д.Н. Жуков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016151448; заявл. 26.12.2016; опубл. 08.06.2017, Бюл. № 16.
 8. Патент 172222 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров, Д.Н. Жуков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016151832; заявл. 27.12.2016; опубл. 03.07.2017, Бюл. № 19.
 9. Патент 172224 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров, Д.Н. Жуков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016151841; заявл. 27.12.2016; опубл. 03.07.2017, Бюл. № 19.
 10. Патент 173417 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01В 49/04. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Л.Н. Хайбуллина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016146854; заявл. 29.11.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. № 25.
 11. Патент 173421 Российская Федерация, МПК А01В 49/06. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Л.Н. Хайбуллина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016148258; заявл. 08.12.2016; опубл. 28.08.2017, Бюл. № 25.
 12. Патент 170447 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016134314; заявл. 22.08.2016; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12.
 13. Патент 168815 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016131810; заявл. 02.08.2016; опубл. 21.02.2017, Бюл. № 6.
 14. Патент 168823 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016131842; заявл. 02.08.2016; опубл. 21.02.2017, Бюл. № 6.
 15. Патент 170501 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016130512; заявл. 25.07.2016; опубл. 26.04.2017, Бюл. № 12.

16. Патент 170502 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016130516; заявл. 25.07.2016; опубл. 26.04.2017, Бюл. № 12.
17. Патент 170506 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, С.Д. Адалин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016131814; заявл. 25.07.2016; опубл. 26.04.2017, Бюл. № 12.
18. Патент 170163 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016130470; заявл. 25.07.2016; опубл. 23.05.2017, Бюл. № 15.
19. Патент 170161 Российская Федерация, МПК А01С 7/00, А01В 49/06. Комбинированный посевной агрегат / Е.С. Зыкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016129419; заявл. 18.07.2016; опубл. 23.05.2017, Бюл. № 15.
20. Патент 170505 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Зерновая сеялка / Е.С. Зыкин, А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016129394; заявл. 18.07.2016; опубл. 26.04.2017, Бюл. № 12.
21. Патент 168813 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Зерновая сеялка / Е.С. Зыкин, А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Р.К. Лукьянова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - № 2016129393; заявл. 18.07.2016; опубл. 21.02.2017, Бюл. № 6.

THE STRUCTURAL ANALYSIS OF GRAIN DRILLS

Albutov S.P., Smirnov A.S.

Key words: *grain seeder, sowing, Coulter, grain crops..*

The article describes the basic design of grain drills. Their main advantages and disadvantages are revealed.

УДК 631.331.5

ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕЯЛОЧНЫХ АГРЕГАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТКОВ ДЛЯ ОБЩЕГО И ЛОКАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ

*Buxmann V.E., компания «AMAZONEN-Werke»,
e-mail: Dr.Viktor.Buxmann@amazone.de,
Милюткин В.А., e-mail: oiapp@mail.ru, ФГБОУ ВО Самарская ГСХА*

Ключевые слова: сеялка, каток, уплотнение, локальное, общее, качество, урожай.

В статье рассмотрены варианты комплектации пропашных и зерновых сеялок, выпускаемых машиностроительным предприятием в России (г.Самара) АО «Евротехника» немецкой компании «AMAZONEN-Werke», различной конструкции прикатывающими катками для общего и локального уплотнения почвы, что обеспечивает лучший контакт высеванных семян сельскохозяйственных культур с влажными слоями почвы и более ранние всходы с увеличением урожайности.

Цель работы: оценка функциональной эффективности прикатывающих катков в сеялочных агрегатах немецкой компании «AMAZONEN-Werke», с разработкой рекомендаций по их эффективному использованию в соответствии с конкретными условиями при их применении.

Задачи исследований. Провести анализ механических и пневматических сеялок компании «AMAZONEN-Werke», использующих прикатывающие катки в конструкциях посевных агрегатов.

Результаты исследований и их анализ. Компания «AMAZONEN-Werke» выпускает большую номенклатуру как по назначению, так и по ширине захвата - производительности, многооперационных агрегатов для различных технологий - от классической до Mini-Till и No-Till, и на всех сеялках имеются различные прикатывающие катки.

Многолетними исследованиями доказано, что прикатывание почвы обеспечивает гарантированное повышение урожайности на 5-20% [1-9, 11-16].

Сегодня катки разной конструкции и формы в зависимости от их назначения устанавливаются на сеялках для предпосевного прикатывания, прикатывания семян в борозде, поддержания сошников на определённой заданной глубине, возврата отброшенной сошником почвы в борозду и ее мульчирование, общее послепосевное прикатыва-



Рисунок 1 - Сеялка Primera DMC и сошник с опорным рамочным катком

ние и выравнивание почвы с созданием противоэрозионного профиля почвы при необходимости и т.д.

Одна из лучших сеялок в компании «AMAZONEN-Werke» выпускающаяся в России (г. Самара) на заводе АО «Евротехника» сеялка Primera DMC (рис. 1), широко используемая в АПК России в технологиях Mini-Till, No-Till и классической, имеет анкерный долотообразный рабочий орган - сошник, идеально работающий по глубине заделки семян за счёт опорного двойного рамочного катка на каждом отдельном сошнике. То есть ведение долотовидных сошников по глубине осуществляется так называемыми «двойными катками», наклонно расположенными слева и справа за каждым сошником. Одновременно эти катки создают боковое давление на посевную борозду с двух сторон, так что даже при влажных условиях она (борозда) надежно закрывается рыхлой почвой [2,3,16].

Конструкцией посевного агрегата Primera DMC предусмотрено комплектация сеялки опционной прикатывающей балкой, представляющей собой дополнительные каточки для уплотнения почвы после посева.

Другая сеялка с долотовидными сошниками Condor (рис. 2), работающая по стерне и другим фонам, имеет долотовидный сошник ConTec с независимой подвеской, способный точно, вертикально копировать почву за счёт опорно-прикатывающего колеса и точно поддерживать глубину заделки семян[2,16].

Опция точного настраивания глубины высева дисковыми сошниками Rotec-Control дисковых сеялок D9 и Cirrus, Citan компании «AMAZONEN-Werke» обеспечивается специальными опорными каточ-

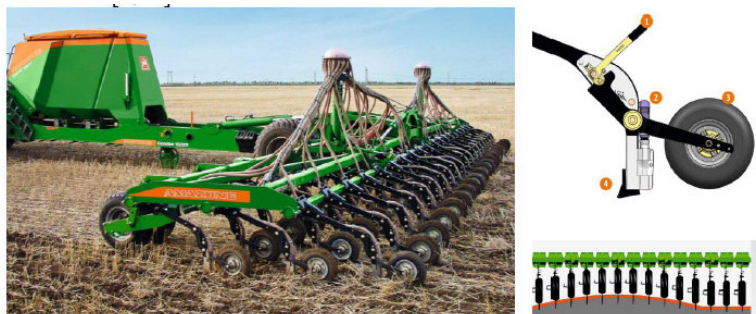


Рисунок 2 - Сеялка Condor и сошник с опорным прикатывающим колесом



Рисунок 3 - Сеялка Cirrus и сошник для нее и сеялок D9, Citan

ками (рис. 3) Control 25. В данном случае ведение по глубине осуществляется опорным каточком, расположенным непосредственно на сошнике, что дает большую точность при посеве[2,10,16].

На сеялочном агрегате Cirrus по технологии и конструкции первой механической предпосевной обработки почвы является дискование сферическими дисками, которые эффективно и интенсивно измельчают почву и растительные остатки. Затем для выравнивания и предпосевного обратного уплотнения почвы используются передние колеса-катки. За счет восстановления капилляров с нижележащих горизонтов влага подается к прорастающему семенам, что обеспечивает активное и развитие.

При избыточных осадках вода просачивается по не уплотненным колесами-катками участкам. Это является наилучшей защитой от поверхностного заиливания. Рыхлая почва предотвращает также неже-



Рисунок 4 - Посевной агрегат сеялки EDX

лательное испарение воды с поверхности почвы. Смесь уплотнённой и рыхлой почвы способствует также газообмену вокруг проростков, что очень важно для здорового и продолжительного роста растений. Именно на средних и тяжелых почвах формируется гомогенная борозда, по которой сошник может плавно перемещаться даже при высоких скоростях. Все дисковые сеялки компании «AMAZONEN-Werke» стандартно комплектуются прикатывающей балкой, которая дополнительно уплотняет почву поверх посевной борозды, создавая при этом оптимальные условия для прорастания сельхозкультур.

Особую значимость опорные катки имеют на сеялках точного высева ED и EDX [11,16]. На этих сеялках устанавливаются в зависимости от комплектации два посевных агрегата: Classic и Contour. Посевной агрегат Classic (рис.4) предназначен для посева кукурузы, подсолнечника, фасоли, рапса, гороха, хлопчатника и т.д. после вспашки и в качестве регулирующего глубину высева устройства имеет винтовой механизм и достаточно широкий обрезиненный опорный каток.

Посевной агрегат AMAZONE Control идеально подходит для мульчированного и традиционного посевов (рис. 4). Отличительной особенностью посевного агрегата является оптимальное копирование рельефа поля за счет ведения агрегата по глубине с помощью продольного тандема опорных обрезиненных колес. На легких и песчаных почвах посевной агрегат Control дополнительно оборудуется несущим колесом для предотвращения глубокого погружения в почву.

Более совершенные сеялки точного высева EDX оборудуются более сложными, и в тоже время более совершенными сошниками.

Выводы. Современные высокоэффективные сеялки (рассматривались сеялки немецкой компании «AMAZONEN-Werke») представляют собой сложную конструкцию для качественной заделки и равномерно распределения семян с обеспечением благоприятных условий для их всходов и вегетации, предпосевным и послепосевным прикатыванием с гарантированной прибавкой урожая.

Библиографический список:

1. Буксман В.Э. Качественное прикатывание высокоэффективными катками-гарантированное увеличение урожайности/В.Э.Буксман, В.А.Милюткин, С.А.Толпекин//Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса РФ. Материалы международной научно-практической конференции. Изд-во: Курганская ГСХАим. Т.С.Мальцева, Кабардино-Балкарский ГАУ им. ВМ.Кокова.-2018. -С.453-457.
2. Милюткин В.А. Внедрение высокоэффективных мировых технологий в земледелии с использованием техники совместного производства в России / В.А.Милюткин, В.Э. Буксман // В сб.:Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве.Материалы международной научно-технической конференции. Изд.-во: Издательский дом «Беларуская навука».-2017.-С.199-203.
3. Буксман В.Э. Преимущественные особенности сеялки PRIMERA DMC (ГЕРМАНИЯ-РОССИЯ) при сберегающем земледелии. В сб.: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярский государственный аграрный университет.-2017.-С.49-51.
4. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Орлов В.В. Энерго - ресурсо - влагосберегающие технологии в земледелии и рекомендуемые комплексы машин / В.А.Милюткин, С.А.Толпекин, В.В.Орлов // В сборнике: Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях, материалы международной научно-практической конференции: в 5 частях.-2016. – С. 232-236.
5. Милюткин В.А. Эффективность комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата АУП-18 /В.А.Милюткин //Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 1996. №3.-С.5-7.
6. Милюткин В.А. Технические решения для технологий No-Till и Strip-Till / В.А.Милюткин, Н.Ф.Стребков ,С.А.Соловьев, З.В.Макаровская// Известия Оренбургского государственного аграрного университета.-2014. № 6(50). -С.61-63.
7. Милюткин В.А. Система механизации мониторинга управления плодородием почвы в режиме ON-Line /В.А.Милюткин, М.А.Канаев, М.А.Кузнецов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.- 2013. №3. - С.34-39.
8. Милюткин В.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энерго-ресурсосберегающих технологиях / В.А.Милюткин, А.В.Милюткин, М.А. Беляев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. -2011. №4.- С.73-74.
9. Милюткин В.А., Цирулев А.П. Возможности повышения продуктивности сель-

- хозугодий влагосберегающей техникой «AMAZONEN-WERKE». Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. Курганская государственная сельскохозяйственная академия им.Т.С.Мальцева. 2016.С220-224
10. Патент № 2376743.Российская Федерация, МПК А01С 15/00.Способ и устройство для внесения удобрений при культивировании / В.А.Милюткин, Ю.В.Ларионов, М.А.Канаев // Заявл.27.08.2007; опубл. 27.12.2009. Бюл. №36. – с.5.
 11. Милюткин В.А. Совершенствование технологий и технических средств для посева подсолнечника / В.А.Милюткин, А.П.Цирулев, А.А.Антонов, М.А.Канаев // В сб. Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения.МатериалыVIII международной научно-практической конференции.-2017.-С.152-155.
 12. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Антонов А.А. Сеялки фирмы «AMAZONEN-Werke» для альтернативных технологий возделываний подсолнечника /В.Э.Буксман, В.А.Милюткин, А.А.Антонов//В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации АПК, материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. – 2017. – С.188-191.
 13. Милюткин В.А. Эффективность комбинированного почвообрабатывающе-посевого агрегата АУП-18 /В.А.Милюткин// Тракторы и сельскохозяйственные машины.-1996.-№3.-С.5-7.
 14. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Теоретические основы силы, требуемой на перемещение катка гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.-2017. - №3(39). – С.143.
 15. Милюткин В.А., Буксман В.Э., Канаев М.А. Высокоэффективная техника для энерго-, влаго-, ресурсосберегающих мировых технологий Mini-Nill, No-Till в системе точного земледелия России. Монография. - 2018. - С.182.
 16. Милюткин В.А.Эффективная политика аграрных машиностроительных фирм в развитии интеллектуальных технологий в земледелии (на примере совместной деятельности компании «AMAZONEN-WERKE» (Германия) в России – АО «Евротехника» (САМАРА) / В.А. Милюткин // Агрофорсайт. -2017. - №2. – С. 1-5.

IMPROVING THE QUALITY OF SEEDER UNITS BY THE USE OF SPANKS FOR GENERAL AND LOCAL SOIL SEATING

Buxmann V.E., Milyutkin V.A.

Keywords: *seeder, roller, compaction, local, total, quality, harvest.*

The article discusses the options for picking up tilled and grain-driven seed drills manufactured by a machine-building enterprise in Russia (Samara) by Euro-technika, a German company AMA-ZONEN-Werke, of various designs by rolling rollers for general and local soil compaction, provides the best contact of the sown seeds of crops with wet soil layers and earlier shoots with an increase in yield.

УДК 621.43

МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ

*Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., магистранты 2 курса
инженерного факультета,
Хохлов А.Л., д.т.н., профессор, Петряков С.Н., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *микродуговое оксидирование, покрытие, микроразряд.*

В статье обобщена существующая информация о методе микродугового оксидирования на основе известных литературных данных.

Микродуговое оксидирование (МДО) - сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения главным образом металлических материалов, берущий свое начало от традиционного анодирования, и соответственно относится к электрохимическим процессам.

Микродуговое оксидирование позволяет получать многофункциональные керамикоподобные покрытия с уникальным комплексом свойств, в том числе износостойкие, коррозионностойкие, теплостойкие, электроизоляционные и декоративные покрытия [1-3].

Основными преимуществами процесса МДО являются: отсутствие необходимости специальной предварительной подготовки обрабатываемой поверхности; неагрессивность и экологичность электролитов; возможность получения толстых (до 300-400 мкм) покрытий без применения сложного и экологически опасного холодильного оборудования и достижение уникально высокой твердости (до 2000-2500 кг/мм²) и износостойкости МДО-покрытий.

Отличительной особенностью микродугового оксидирования является участие в процессе формирования покрытия поверхностных микроразрядов, оказывающих весьма существенное и специфическое воздействие на формирующееся покрытие, в результате которого состав и структура получаемых оксидных слоев существенно отличаются, а свойства значительно повышается по сравнению с обычными анодными пленками [4-11]. Другими положительными отличительными чертами процесса МДО являются его экологичность, а также отсутствие необходимости тщательной предварительной подготовки поверхности в начале технологической цепочки и применения холодильного оборудования для получения относительно толстых покрытий.



Рисунок 1 - Последовательность технологических операций при МДО

МДО берет начало от более распространенной на сегодняшний день технологии анодирования в электролитах, сохранив ряд общих с ней черт и формальных признаков. Вместе с тем, технология микродугового оксидирования существенно отличается от известных способов анодирования, начиная с предварительной подготовки поверхности и заканчивая электролитами, параметрами режимов, оборудованием и достигаемыми результатами. Можно сказать, что МДО, наряду с анодированием, следует считать одним из методов электрохимического модифицирования поверхности материалов.

Последовательность технологических операций при микродуговом оксидировании показана на рисунке 1.

В основе микродугового оксидирования лежит процесс анодного окисления (анодирования) металлов. Структура и состав МДО-покрытий определяются условиями их формирования. Так, например, толстые покрытия на алюминии, полученные в силикатно-щелочном электролите, состоят из трех слоев: тонкого переходного – 1; основного рабочего, с



Рисунок 2 - Фазовый состав, структура и некоторые свойства МДО-покрытий на алюминии

максимальной твердостью и минимальной пористостью, состоящего в основном из корунда ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) – 2 и наружного технологического, обогащенного алюмосиликатами – 3 (рис. 2) [12].

Многофункциональность МДО-покрытий способствует их применению в самых различных отраслях промышленности, причем номенклатура обрабатываемых деталей постоянно увеличивается. Тем не менее, возможности метода исследованы еще далеко не полностью. Продолжаются работы по совершенствованию самого процесса: поиск новых электролитов, подбор оптимальных режимов, разработка и создание новых источников технологического тока, позволяющих его реализовывать [13 - 15].

Библиографический список:

1. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминиевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
2. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
3. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.
4. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
5. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов,

- Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
6. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
 7. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
 8. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
 9. Патент 130003 РФ, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012151171/06; заяв. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
 10. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
 11. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М. Марьин. – № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.
 12. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
 13. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182
 14. Глущенко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
 15. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского госагро-университета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.

MICROGROUND OXIDATION

Batuev Y.V., Kanaev N.O., Khokhlov A. L., Petryakov S. N.

Key words: *microground oxidation, coating, microdischarge.*

The article summarizes the existing information on the microdyrum oxidation method based on known literature data.

УДК 621.43

УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГОЛОВКИ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., магистранты 2 курса
инженерного факультета,
Хохлов А.Л., д.т.н., профессор, Петряков С.Н., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: поршень, упрочнение, вставка, покрытие.

В данной статье представлен анализ способов упрочнения поршней двигателя внутреннего сгорания. Для упрочнения рабочих поверхностей головки поршня предлагается метод микродугового оксидирования.

Поршень является важнейшей и наиболее напряженной деталью двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Ресурс работы поршня в целом определяется ресурсом работы его слабых мест, к числу которых в зависимости от конструкции поршня и условий его работы, относятся: рабочие поверхности поршневых канавок под компрессионные кольца, днище и юбка, жаровой пояс и отверстия для поршневого пальца. Как показывает анализ износов и разрушений поршней наиболее интенсивному износу подвержены рабочие поверхности поршневой канавки. Образование предельного зазора сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» в основном и определяет ресурс двигателя [1].

Материалом, используемым для изготовления поршней, являются преимущественно алюминий-кремневые сплавы. Поршни бензиновых двигателей изготавливают из малокремнистых силуминов, в то время как поршни дизельных двигателей, особенно форсированных, выполняют из более жаропрочных высококремнистых силуминов эвтектического и заэвтектического состава. Однако для того, чтобы обеспечить удовлетворительную работу сопряжения деталей «поршневая канавка – поршневое кольцо», износостойкости высококремнистых силуминов оказывается явно недостаточно.

Поскольку замена материала поршня является в настоящее время сложной задачей, в практике двигателестроения для снижения износа рабочих поверхностей головки поршней ДВС используют термообработку, вставки из износостойкого материала, упрочняющие покрытия и ряд других мероприятий [2, 3].

Термообработка используется для поршней, изготовленных из литейных сплавов системы «Al-Si-Cu-Mg» и включая в себя нагрев, выдержку и закалку. При этом нагрев проводят до 550... 600 °С, выдержку в течение 25-30 минут, а закалка осуществляется в кипящем водном растворе с последующей обработкой до заданных размеров.

К недостатку этого метода можно отнести существенные затраты на технологический процесс и незначительные изменения геометрических параметров поршня.

Применение вставок из износостойкого материала (чугун и слаболегированные стали) позволяют увеличить износостойкость рабочих поверхностей поршневой канавки в 3...4 раза, однако следует отметить, что увеличивается трудоемкость процесса изготовления на 50...60 % и масса поршня на 7...10 %.

Разработанные способы плазменного упрочнения и наплавки рабочих поверхностей поршневых канавок позволяют снизить износ в 1,5...2 раза с одновременным применением поршневых колец с боковыми хромированными поверхностями.

Предложен метод искрового упрочнения, сущность которого состоит в том, что под воздействием искрового разряда на поверхности поршня происходит значительное изменение структуры, элементного состава поверхности, рельефа и физико-механических свойств. В итоге искрового упрочнения на поверхности поршня образуется модифицированный упрочняющий слой.

Однако следует отметить, что все вышеперечисленные методы имеют ряд недостатков, таких как: сложность химического состава применяемых материалов, необходимость последующей механической обработки поршня до номинальных размеров, низкая технологичность и длительность формирования покрытия.

В настоящее время разработан и находит свое применение новый способ - микродуговое оксидирование (МДО). Суть данного метода является то, что на границе металл-электролит при взаимодействии тока высокой плотности возникают условия, когда на границе раздела диэлектрическая прочность становится меньше напряженности и на поверхности электрода образуются микродуговые разряды, обладающие высокими локальными температурами и давлениями. В результате, под действием микродуговых разрядов формируется слой покрытия, который состоит из электролита и окисленных форм компонентов металла основы. В зависимости от технологического режима микродугового оксидирования и состава электролита, возможно, формировать покрытия с уникальными

характеристиками и широчайшим спектром применения [3-7].

Покрyтия сформированные МДО обладают высокой теплоустойкостью, износостойкостью, микротвердостью и имеют пористую поверхность. Причем специфика процесса микродугового оксидирования такова, что геометрические параметры поршня не изменяются и при этом дополнительные операции по их механической обработке не требуются [8-10].

Таким образом, МДО рабочих поверхностях головок поршней позволит одновременно формировать не только упрочняющее, но и теплоизолирующее покрытие, тем самым обеспечит снижение износа деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» и повышение мощностных показателей автомобильного двигателя.

Библиографический список:

1. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
2. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
3. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.
4. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
5. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
6. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
7. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хох-

- лов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
8. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
 9. Патент 130003 РФ, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012151171/06; заяв. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
 10. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
 11. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М. Марьин. – № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.
 12. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
 13. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182
 14. Глущенко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
 15. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.

HARDENING THE WORKING SURFACES OF THE HEADS OF THE PISTONS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Batuev Y.V., Kanaev N.O., Khokhlov A. L., Petryakov S. N.

Keywords: *piston, hardening, insert, coating.*

This article presents an analysis of ways to strengthen the internal combustion engine pistons. To strengthen the working surfaces of the piston head, a method of microarc oxidation is proposed

УДК 631.03

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ ПОРШНЕВОЙ КАНАВКИ НА ИЗНАШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СОПРЯЖЕНИЯ «ПОРШНЕВАЯ КАНАВКА – ПОРШНЕВОЕ КОЛЬЦО»

*Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., магистранты 2 курса
инженерного факультета,
Хохлов А.Л., д.т.н., профессор,
тел.: 8(8422)5-11-75, ugsha@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *износ, интенсивность изнашивания, сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо».*

В данной статье представлена взаимосвязь состояния поверхностей трения на износ деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо».

Многочисленные исследования износов и отказов поршней двигателей внутреннего сгорания показывают, что поршневые канавки подвержены наибольшему износу. Образование предельного зазора между деталями сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» является определяющим по установлению ресурса работы цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Интенсивность изнашивания деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» зависит от конструктивных параметров - качество материала, точность изготовления и сборки и эксплуатационных режимов – скорость перемещения поршня, температура, режимы смазки и т.д. [1].

Анализ процессов работы ЦПГ показывает, что основными причинами изнашивания деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» является абразивный износ и пластическая деформация поверхностных слоев трущихся элементов из-за низкой износостойкости материала и воздействия высоких температур, под действием которых повышается хрупкость поршневого сплава. То есть, износ и разрушение поршневых канавок при трении обусловлены совместным действием поверхностной температуры и температурного градиента, вызванного напряжением в материале [2, 3]. Возникновение теплового напряжения обусловлено условиями работы ЦПГ. Повышение температуры нагрева в момент рабочего хода и охлаждения при наполнении приводят

к циклическому изменению и возникновению теплового импульса. В условиях высоких скоростей перемещения поршня, и приложения теплового импульса, происходит перенапряжение поверхностного слоя поршневой канавки, и его усадка, что является достаточным для образования трещин [4]. При их развитии вглубь – снижается прочность поверхностного слоя и вызывает повышенный износ. Поэтому решающим фактором в вопросе снижения износа является величина сопротивления тепловому импульсу (s):

$$s = \frac{\sigma_m}{\sigma}, \quad (1)$$

где σ_m - сопротивление трещинообразованию, МПа; σ - максимальное тепловое напряжение, МПа.

Поскольку рабочая поверхность поршневой канавки воспринимает не единичный тепловой импульс, а в результате повторных тепловых напряжений, то число циклов (n) и сопротивление тепловому импульсу могут быть определены зависимостью

$$n = e^{m(s-1)}, \quad (2)$$

где m – положительная величина, учитывающая свойства материала.

При этом сопротивление материала тепловому импульсу будет

$$\frac{\lambda \sigma_m}{Ek}$$

определяться отношением $\frac{\lambda \sigma_m}{Ek}$ (где λ – коэффициент теплопроводности материала Вт/м К; E – модуль упругости материала, МПа; k – коэффициент теплового расширения).

Тогда, для оценки сопротивления материала износу с учетом тепловых и механических свойств можно воспользоваться следующим критерием

$$\frac{\sigma_T(1-\mu)}{Ek} (c\gamma\lambda^3)^{\frac{1}{4}}, \quad (3)$$

где σ_T - предел прочности материала, МПа; μ - коэффициент Пуассона; c - удельная теплоемкость материала, Дж/кг·К; γ - плотность контакта, кг/м³.

То есть, изнашивание деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» будет зависеть от физико-химических свойств материала. Эта зависимость может быть выражена через интенсивность изнашивания как

$$I_h = i_h \frac{p_a}{p_r} = \frac{S_a}{S_r}, \quad (4)$$

где i_h - удельный износ; p_a и p_r - номинальное и фактическое давление в зоне контакта, МПа; S_a и S_r - номинальная и фактическая площадь контакта, мм².

Тогда, с учетом пластического контакта, наиболее характерного для деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо», интенсивность изнашивания [5]

$$I_h = i_h \cdot \frac{P}{F_a \cdot HV_1}, \quad (5)$$

где i_h – удельный износ; P – нагрузка, действующая на детали сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо», Н; F_a – номинальная площадь контакта трущихся поверхностей деталей сопряжения, мм²; HV_1 – микротвердость поршневой канавки, МПа.

Как видно из формулы (5) увеличение твердости трущейся поверхности приведет к снижению интенсивности изнашивания деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо». Исходя из этого, одним из направлений повышения износостойкости является использование материалов для поршня, обладающих высокой стойкостью к хрупкому разрушению и более высокой твердостью для снижения пластической деформации, при контакте, и исключения микрорезания поверхностных слоев, а также снижение температуры поршня в процессе работы [6-10].

Поскольку замена материала поршня является в настоящее время сложной задачей, решение данной проблемы может быть осуществлено нанесением на поверхность поршня покрытий, обеспечивающих высокую твердость и сопротивление нагреву. Одним из путей является нанесение упрочняющего покрытия на днище и головку поршня методом микродугового оксидирования. В результате анализа исследований, проведенных различными авторами, было установлено, что покрытие упрочняющее образованный методом микродугового оксидирования на поверхности поршня обладает высоким сопротивлением нагреву и твердостью. При этом, в силу самого процесса микродугового оксидирования, не происходит изменения геометрических параметров поршня [11-14]. Поэтому оксидирование днища и головки поршня позволит снизить температуру поверхности трения, интенсивность изнашивания и повысить ресурс деталей ЦПГ двигателя внутреннего сгорания.

Библиографический список:

1. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
2. Глущенко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
3. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.
4. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182
5. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминиевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
6. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
7. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.
8. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
9. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.

10. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
11. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
12. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
13. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
14. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М. Марьин. – № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.

THE INFLUENCE OF THE PROPERTIES OF THE WORKING SURFACE FRICTION PISTON GROOVES FOR WEAR PARTS COUPLING «PISTON GROOVE PISTON RING»

Batuev Y.V., Kanaev N.O., Khokhlov A.L.

Keywords: wear, wear intensity, «piston groove – piston ring».

This article presents the relationship between the state of friction surfaces on the wear of the coupling parts «piston groove – piston ring».

УДК 621.436

СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., магистранты 2 курса
инженерного факультета,
Хохлов А.Л., д.т.н., профессор,
тел.: 8(8422)5-11-75, ugsha@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *износ, трение, поршень, поршневая канавка, поршневое кольцо.*

В данной статье представлены результаты износа деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» двигателя УМЗ-421 с установленными типовыми и экспериментальными поршнями с окисленными рабочими поверхностями головок в условиях стендовых испытаний.

Увеличение количества эксплуатируемого автотранспорта и рост стоимости ремонтных работ вынуждает производителей повышать их надежность, наиболее сложными и дорогостоящими элементами конструкции двигателя.

К деталям, лимитирующий ресурс двигателя, в первую очередь относятся детали цилиндро-поршневой группы (ЦПГ), отказы которых в основном связаны с износом. На износ деталей ЦПГ влияет совокупность факторов, главными из которых являются свойства трущихся материалов (физико-механические, химические), режимы работы (скоростные, нагрузочные, тепловые), геометрические параметры (форма, размеры, шероховатость поверхности) и смазка (количество, очистка, подвод) [1, 2].

Наиболее нагруженной деталью ЦПГ является поршень двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Одним из выбраковочных критериев поршня являются геометрические параметры первой поршневой канавки, так как детали сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» изнашиваются больше, чем другие. В основном это связано сочетанием нескольких факторов: возвратно-поступательного движения поршня и давления газов на поршень, вибрация поршневых колец и действующих на них нагрузок, температурные и смазывающие режимы и др [3-5].

В практике двигателестроения для снижения интенсивности изнашивания поршней ДВС используют термообработку, вставки из износостойкого материала, упрочняющие покрытия и ряд других, однако их применение сдерживается сложностью и высокой стоимостью необходимого оборудования, увеличением массы и изменением геометрических параметров поршня [6-9].

Одним из эффективных способов снижения износа поршней является формирование упрочняющего и теплоизолирующего покрытия на рабочих поверхностях головки (днище и поршневые канавки) поршня методом микродугового оксидирования (МДО), который обладает физико-механическими свойствами, отличающимися от его основного материала [10-14].

Для подтверждения вышеизложенного, проводились сравнительные моторные жисследования на тормозном стенде МЭЗ-Всетин 926-4/V двигателя УМЗ-421 с еустановленными типовыми и экспериментальными поршнями с оксидированными рабочими поверхностями головок лв следующей комплектации:

- 1 цилиндр– оксидированный поршень
- 2 цилиндр– типовой поршень
- 3 цилиндр– типовой поршень
- 4 цилиндр– оксидированный поршень

В результате исследований установлено следующее. Износ поршневых канавок по высоте под первое и второе компрессионные кольца (в среднем по 4 точкам) у типовых поршней составил 9,37 мкмни 5,12 мкм, тогда как у оксидированных поршней – 5,62 мкм и 3,37 мкм (рис. 1, рис. 2)

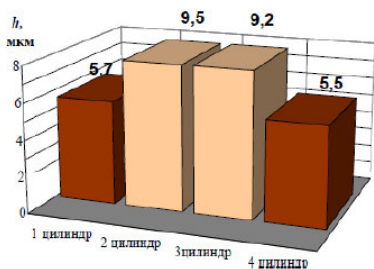
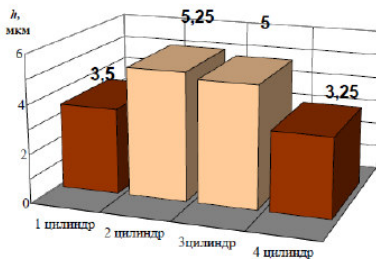


Рисунок 1 - Износ первых поршневых канавок



Рисуно 2 – Износ вторых поршневых канавок

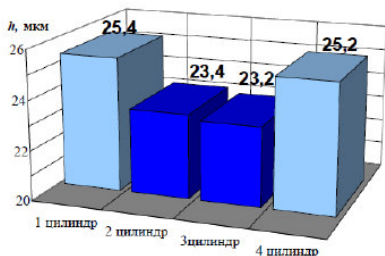


Рисунок 3 - Износ верхних компрессионных колец

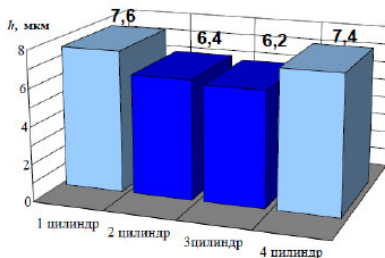


Рисунок 4 - Износ нижних компрессионных колец

Износ первого и второго компрессионных колец (в среднем под 5 точкам) составил 23,3 мкм и 6,3 мкм у типовых поршней, тогда как у оксидированных поршней – 25,3 мкм и 7,5 мкм соответственно (рис. 3, рис. 4).

Износ поршневых канавок под маслосъемные кольца и маслосъемных кольца незначительный.

Максимальный износ гильз цилиндров с типовыми поршнями и поршнями с оксидированными головками у двигателя составил 12 мкм на расстоянии 10 мм от верхнего края гильзы цилиндра соответствующий верхней мертвой точке; наименьший износ составил 7 мкм на расстоянии 70 мм от верхнего края гильзы цилиндра (рис.5).

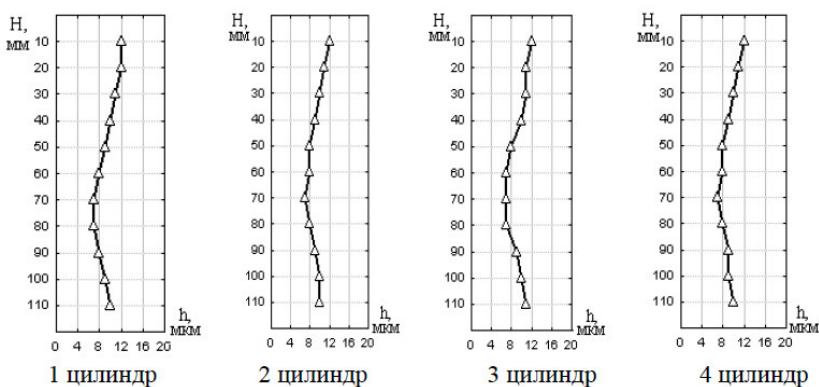


Рисунок 5 - Износ гильз цилиндров

Использование поршней с оксидированными рабочими поверхностями головок не приводит к повышению износа рабочей поверхности штатных гильз цилиндров.

Таким образом, использование поршней с оксидированными рабочими поверхностями головок в двигателе внутреннего сгорания позволяет снизить износ по высоте под первое и второе компрессионные кольца соответственно на 1,67 и 1,52 раза.

Библиографический список:

1. Глуценко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глуценко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
2. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.
3. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
4. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
5. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
6. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
7. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
8. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
9. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глуценко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М.

- Марьин. – № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.
10. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминиевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
 11. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
 12. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.
 13. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
 14. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182

REDUCED WEAR OF THE PISTONS OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Batuev Y.V., Kanaev N.O., Khokhlov A. L.

Keywords: *wear, friction, piston, piston groove, piston ring.*

This article presents the results of wear of the coupling parts «piston groove-piston ring» of the engine UMZ-421 with installed standard and experimental pistons with oxidized working surfaces of the heads in the conditions of bench tests.

УДК 631.000

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЙКИ ЗЕРНА В ЗЕРНОМОЕЧНЫХ МАШИНАХ СО СПИРАЛЬНО- ВИНТОВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Гафин М.М., к.т.н., доцент

Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: спирально-винтовое, зольность зерна, жесткость воды, мойка, размол, зерно.

В условиях возрастающего потребления энергии и воды, с одной стороны, и дефицита энергетических и природных ресурсов, с другой, все более остро ставится вопрос рационального использования энергии во всех процессах. Необходимость мойки зерна давно носит дискуссионный характер. Мойка зерна способствует улучшению качества поверхности зерна, следовательно, и муки. Основным направлением развития отрасли является переработка зерна с увеличением качества готовой продукции и расширения ее ассортимента при минимальных затратах энергии. Эта проблема является характерной для мукомольного производства и решается путем дальнейшего совершенствования технологий за счет коренных методов подготовки зерна к помолу.

Опыты проводили в производственных условиях малогабаритной мельницы промыванием образца зерна водой с жесткостью 2, 4, 6, 8 и 10 мг-экв/л и температурой 10, 20, 30, 40 и 50 °С с добавлением 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 и 0,5 % калийного мыла. Сосуд емкостью 2 л заполняли зерном массой 100 г, заполняли водой - 0,2 л соответствующего состава и устанавливали на лабораторном расसेве (n=120 об/мин) и мыли на протяжении (1...2) мин. Воду пропускали через фильтровальную ткань, а осадок высушивали в сушильном шкафу и взвешивали. Разница в массах фильтра и осадка составляли степень очистки зерна. Зольность зерна определяли по стандартной методике (ГОСТ 13586.2 -81). Изменение жесткости воды проводили добавлением соли до заданной концентрации (жесткости).

В связи со сложностями определения поверхностного натяжения и относительным характером этого показателя, эффективность мойки определяли прямым способом - по снижению зольности (табл. 1 и рис. 1).

Таблица 1 - Зависимость снижения зольности зерна от температуры, жесткости воды и содержания поверхностно-активных веществ

№ п/п	$\Delta Z = f(t)$ Ж=6мг.экв/л, $C_{ПАВ} = 0$		$\Delta Z = f(Ж)$ t = 20°C, $C_{ПАВ} = 0$		$\Delta Z = f(C_{ПАВ})$ t=20°C, Ж = 6мг.экв/л	
	t, °C	ΔZ , %	Ж, мг.экв/л	ΔZ , %	$C_{ПАВ}$, %	ΔZ , %
1	10	0,02	0	0,08	0,1	0,05
2	20	0,04	2	0,07	0,2	0,06
3	30	0,06	4	0,05	0,3	0,07
4	40	0,07	6	0,03	0,4	0,075
5	50	0,08	8	0,02	0,5	0,08

В таблице 1 и на рисунке 1 приведены зависимости снижения зольности зерна от температуры воды, ее жесткости и содержания поверхностно активных веществ. Приведенные данные свидетельствуют об общем характере влияния перечисленных факторов на процесс мойки зерна, обусловленных снижением поверхностного натяжения воды в результате повышения температуры, снижения концентрации минеральных веществ и содержания поверхностно-активных веществ. Сле-

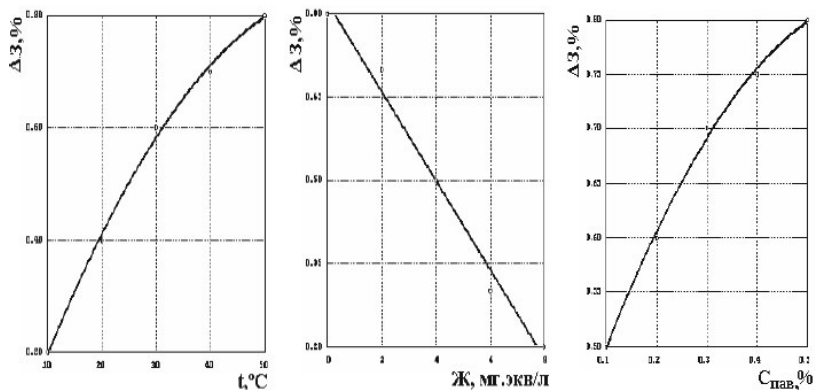


Рисунок 1 - Зависимости изменения зольности зерна от:
а) температуры воды, б) жесткости и в) содержания поверхностно-активных веществ

довательно, независимо от способа изменения поверхностного натяжения моющей среды проявляется общая закономерность повышения эффективности очистки поверхности зерновок в результате снижения поверхностного натяжения (или вязкости). Так, наибольшего и почти одинакового снижения зольности (0,08 %) удалось достигнуть повышением температуры воды до 50°C, снижением ее жесткости до нуля (дистиллированная вода) и добавлением поверхностно-активных веществ до 0,5 %, что определяет различные пути повышения качества моечной воды с целью повышения эффективности мойки зерна. Проведенные исследования позволяют выбрать приемлемый в производственных условиях способ повышения качества моющей среды.

Поверхностное натяжение или вязкость моющей воды должна влиять опосредованно и на степень отрыва загрязнений от поверхности зерновок, поскольку снижение вязкости должно привести к увели-

чению числа Рейнольдса $Re = \frac{vd\rho}{\mu} = \frac{vd}{\nu}$, так как коэффициенты трения и сопротивления пропорциональны числам Re .

Значительное влияние вязкости на величину Re в практике мойки зерна, ранее, не принимали во внимание.

а) Ж=6 мг·эquiv/л, $C_{ПAB}=0$ б) $t=20^\circ\text{C}$, $C_{ПAB}=0$ в) $t=20^\circ\text{C}$, Ж=6 мг·эquiv/л

Число Рейнольдса $Re = \frac{vd}{\nu}$ при перемещении воды в межзерновом пространстве шаг спирали можно вычислить определив скорость

перемещения жидкости в межзерновом пространстве $v = \frac{q}{F}$, где q -расход воды, м³/с; F -площадь поперечного сечения, определяемая по

формуле $F = \frac{\pi D^2}{4} \varepsilon$, где $\varepsilon = 0,5$ - скважистость зерна; D -наружный диаметр спирального устройства, м. Следует учесть еще зазор между кожухом и спиралью, $2\delta = 10$ мм и принять $D+2\delta$.

Зависимость снижения зольности и повышения влажности от удельного расхода воды приведены в таблице 2 и на рисунке 2. Приведенные данные свидетельствуют о незначительном влиянии увеличения расходов воды на зольность и приращение влажности при повышении расхода воды более 2,0 м³/т.

Таблица 2 - Зависимость изменения зольности и влажности зерна от удельного расхода воды

Удельный расход воды, л/кг	Зольность зерна, %			Влажность зерна, %		
	исходная	после мойки	снижение	исходная	после мойки	прирост
0,39	1,98	1,95	0,03	12,2	15,2	3,0
0,51	1,98	1,94	0,04	12,2	15,3	3,1
0,75	1,98	1,93	0,05	12,2	15,4	3,2
1,25	1,98	1,93	0,05	12,2	15,4	3,2
1,5	1,98	1,93	0,05	12,2	15,5	3,3
2,0	1,98	1,92	0,06	12,2	15,6	3,4
2,56	1,98	1,92	0,06	12,2	15,7	3,5
3,1	1,98	1,92	0,06	12,2	15,7	3,5
4,0	1,98	1,90	0,07	12,2	15,7	3,5
7,23	1,98	1,90	0,08	12,2	16,0	3,8

Вычислим число Re при следующих условиях. Расход воды (при ее удельном расходе 1л/кг) составит $q_g = 0,36$ л/кг (1,3 т/час) вязкость воды при $t=20^\circ\text{C}$ $\vartheta = 1,0 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Диаметр кожуха спирального устройства $DK=140+2\delta=140+10=150$ мм=0,15 м. Пористость зерна $\varepsilon = 0,5$. Площадь поперечного сечения мочной ванны

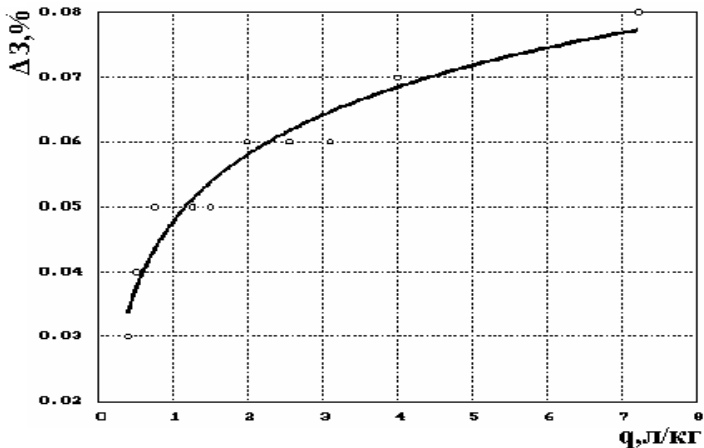
$$F = \frac{\pi(D_k + 2\delta)^2}{4} \varepsilon = \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} \cdot 0,5 = \frac{3,14 \cdot 0,0256}{4} \cdot 0,5 = 0,001 \text{ м}^2.$$

Скорость перемещения жидкости при $q_v=0,36 \cdot 10^{-3}$ м³/с при $t=20^\circ\text{C}$

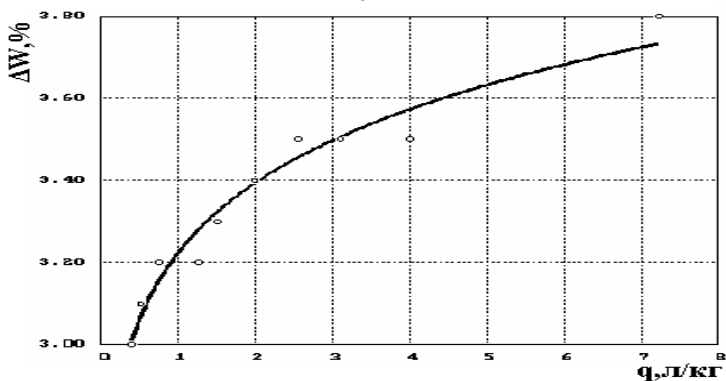
$$v = \frac{q_v}{F} = \frac{0,27 \cdot 10^{-3}}{0,001} = \frac{0,27 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,27 \text{ м/с.}$$

$$\text{Число } Re = \frac{v D_k}{\vartheta} = \frac{0,27 \cdot 0,16}{1,0 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,0432}{1,0 \cdot 10^{-6}} = 43200$$

Таким образом $Re = 43200 > Re_{кр} = 2320$, т.е. режим течения в мочной ванне является турбулентным. Ламинарный режим для критического значения расхода воды $q_{кр}$ можно вычислить из следующих соотношений:



а



б

Рисунок 2 - Зависимость: а) снижения зольности и б) приращения влажности от удельного расхода воды.

$$Re_{кр} = 2320 = \frac{vD_K}{g} = \frac{q_{кр}}{Fg} \quad 2320Fg = q_{кр}D_K \quad \text{или}$$

$$q_{кр} = \frac{2320Fg}{D_K} = \frac{2320 \cdot 1.0 \cdot 10^{-6}}{160} \cong 0.145 \cdot 10^{-3} \quad \text{м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, практически при всех принятых соотношениях расходов зерна и моечной воды наблюдается турбулентный режим.

Значение числа Re при постоянных геометрических размерах машины и температуре зависит только от расхода моющей воды. В таблице 3.3 приведены зависимости $Re = f(q)$ рассчитанные по формуле

$$Re = \frac{q(D + 2\delta)}{F\vartheta} = \frac{q(0.15 + 0.01)}{0.010 \cdot 1.0 \cdot 10^{-6}}$$

, а также величины $Re_{0,2}$ и коэффициентов трения $C_{тр}$ и давления $C_{дав}$ и необходимые для расчета сил трения и давления.

Библиографический список:

1. Артемьев В.Г., Воронина М.В., Гафин М.М. Транспортирование полужидких материалов по желобам / В.Г. Артемьев, М.В. Воронина, М.М. Гафин. – Ульяновск, УГСХА, 2008. – 37 с.
2. Гафин М.М. Зерномоечные машины / М.М. Гафин. – Ульяновск, УГСХА, 2009. – 44 с.
3. Гончарук А.А. Зависимость состава примесей моечной воды от режимов мойки зерна // ОДАХТ / Наук. праці. Вип. 21. – Одесса, 2001.
4. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.

THE DEPENDENCE OF THE EFFICIENCY OF WASHING THE GRAIN IN WASHING MACHINES WITH SPIRAL-HELICAL DEVICES FROM TEMPERATURE AND WATER HARDNESS

Gafin M.M.

Keywords: *spiral-screw device, water hardness, washing, milling, grain.*

With the increasing consumption of energy and water, on the one hand, and the shortage of energy and natural resources, on the other, the question of the rational use of energy in all processes is becoming ever more acute. The need to wash grain has long been debatable. Washing the grain helps to improve the quality of the surface of the grain, and hence the flour. The main direction of development of the industry is the processing of grain with an increase in the quality of finished products and the expansion of its range with minimal energy consumption. This problem is common for the milling industry and shall be solved by further improving the technology through basic methods of preparing the grain for grinding.

УДК 631.01

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

*Глущенко А.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(84231)55-23-75 oildel@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *отработанные моторные масла, регенерация масел, эксергия, термоэкономический анализ.*

Рассмотрены возможности повышения экономической эффективности регенерационных установок по регенерации моторных масел использованием ее внутренних энергетических ресурсов. Предложена оценка схем энерготехнологических процессов регенерации моторных масел применением эксергетического метода.

При решении проблемы рационального использования отработанных моторных масел (ММО) существуют два пути: сжигание его в топках котельных и повторное использование после очистки и дополнительной обработки. В условиях непрерывного роста цен на нефтепродукты и повышения экологических требований к отработанным моторным маслам второе направление приобретает более актуальный характер. Использование регенерированных масел даёт большой экономический эффект, обеспечивает экономию нефтепродуктов, уменьшает количество отходов, загрязняющих окружающую среду.

В настоящее время для регенерации отработанных масел применяют разнообразные технологии, основанные на физических, химических и физико-химических процессах и заключающиеся в удалении из масла продуктов старения и загрязнений [2, 3]. Установки регенерации являются химико-технологическими системами. А используемые технологии предусматривают неоднократное нагревание и охлаждение регенерируемого продукта. Поэтому одной из задач снижения себестоимости регенерации масел является эффективное использование тепловых потоков, подводимых к обрабатываемому телу – отработанному маслу.

Оценку эффективности установок регенерации можно проводить по эксергии. Эксергия - термин, применяемый для обозначения максимальной работы, которую может совершить система при переходе из данного состояния в состояние равновесия со всеми компонентами окружающей среды, рассматриваемой как источник и приемник любых

потоков энергоносителей (вода, пар, сырье, например нефть, хим. продукты) и энергии (электрическая, тепловая). Таким образом, эксергия, характеризующая качество энергии промышленной системы, т. е. способность быть превращенной в полезную работу, является универсальной мерой энергетических ресурсов.

Эксергия вещества в замкнутом объеме с термодинамическими параметрами U, S, T, p и V определяется соотношением

$$E_v = (U - U_o) - T_o(S - S_o) + p_o(V - V_o), \quad (1)$$

где E_v - удельная (на единицу объема) эксергия вещества; U, S, V - соответственно внутренняя энергия, энтропия и объем теплоносителя; U_o, T_o, S_o, p_o, V_o - соответственно, внутренняя энергия, энтропия, температура, давление и объем при полном равновесии с окружающей средой

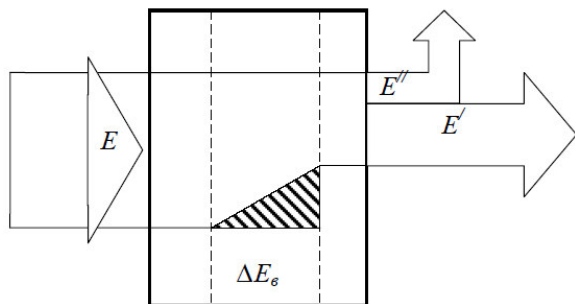
Для определения эксергетических показателей эффективности работы установок регенерации составляют их эксергетические балансы. Для любой реальной системы такой баланс представляет собой сопоставление всех эксергетических потоков на входе (E') и выходе (E'') из нее с учетом затрат эксергий на компенсацию внутренних и внешних потерь

$$\sum E = \sum E' + \sum E'', \quad (2)$$

где E - подвод эксергии к системе; E' - выход эксергии из системы; E'' - потери эксергии в системе

Одним из методов анализа эффективности функционирования химико-технологических систем является составление эксергетических диаграмм, или диаграмм Грассмана. На диаграммах потоки эксергий в системе изображены в определенном масштабе по «ширине», пропорциональной их численным значениям. Диаграммы наглядно показывают потери эксергии в системе, места их появления и перераспределения между элементами данного объекта. На рисунке 1 приведена диаграмма для технологической установки обезвоживания отработанного масла с входным материальным потоком с эксергией E . В результате взаимодействия потока на выходе из установки получают целевой продукт - обезвоженное масло с эксергией E' и побочный продукт пары легких топливных фракций и воды с эксергией E'' . Величина E' меньше эксергии входного потока на величину ΔE_o (обусловлена необратимостью тепло- и массообмена в системе) и внешних потерь E'' в окружающую среду.

Диаграммы Грассмана и непосредственно эксергетический баланс (2) позволяют найти количественные показатели эффективности работы анализируемых химико-технологических систем. Среди этих по-



Установка обезвоживания отработанных масел

Рисунок 1 - Диаграмма Грассмана для химико-технологического процесса обезвоживания отработанного масла

казателей наиболее распространен эксергетический коэффициент полезного действия.

Уравнение эксергетического коэффициента полезного действия (КПД), характеризующего термодинамическое совершенство установки, можно записать следующим образом:

$$\eta_{\epsilon} = \frac{\sum \Delta E_{\text{пол}}}{\sum \Delta E_{\text{затр}}}, \quad (3)$$

где $\Delta E_{\text{пол}}$ – полезная эксергия, произведённая в ходе технологического процесса, $\text{КДж}/\text{м}^3$; $\Delta E_{\text{затр}}$ – общая затраченная эксергия, $\text{КДж}/\text{м}^3$.

В условиях регенерации отработанных масел эксергетический КПД

$$\eta_{\epsilon} = \frac{\sum \Delta E_{i,p}^{\text{пол}} + \sum \Delta E_{i,T}^{\text{пол}}}{E_{\text{эл}} + \Delta E_Q + \sum \Delta E_{i,p}^{\text{затр}} + \sum \Delta E_{i,T}^{\text{затр}}}, \quad (4)$$

где $\Delta E_{i,p}^{\text{пол}}$, $\Delta E_{i,T}^{\text{пол}}$, $\Delta E_{i,p}^{\text{затр}}$ и $\Delta E_{i,T}^{\text{затр}}$ – соответственно изменение полезных и затраченных термомеханических эксергий компонентов ММО; $E_{\text{эл}}$ – эксергия электроэнергии, $\text{КДж}/\text{КВт}$; ΔE_Q – общие затраты эксергии подведенной и отведенной теплоты, $\text{КДж}/\text{м}^3$.

В реальных процессах всегда соблюдается неравенство: $0 < \eta_{\epsilon} < 1$; при этом, чем выше численное значение КПД, тем термодинамически совершеннее система.

Эксергетический метод анализа позволяет оценить степень использования энергии, её потери, а также получить распределение этих

потерь по отдельным аппаратам системы и выявить наименее эффективные из них [1].

Обоснование решения вопросов регенерации теплоты (вторичное энергоиспользование) представляется одним из направлений совершенствования теплотребления и снижения энергоёмкости процесса. При этом регенерация теплоты может осуществляться путём использования физической теплоты отходящих потоков масла для нагрева входящих в этот же аппарат потоков. Это обеспечит экономию тепловой энергии, как на стадии предварительного подогрева исходного потока, так и в процессе регенерации.

Библиографический список:

1. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Химия, 1973. – 296 с.
2. Глущенко, А.А. К обоснованию критерия оптимизации процесса регенерации моторных масел /А.А. Глущенко, Р.А. Зейнетдинов. - Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, № 1. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С.84-88.
3. Глущенко, А.А. Показатели и технические средства для оценки и восстановления эксплуатационных свойств моторного масла. - Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, №11. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 254-258.
4. Глущенко, А.А. Восстановление эксплуатационных свойств отработанного моторного масла. - Техника и оборудование для села, № 11. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – С. 34-36.
5. Кафаров В.В., Ветехин В.Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств.– М.: Наука, 1987. – 624 с.
6. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 584 с.

ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF REGENERATION WASTE OILS

Glushchenko A.A.

Key words: *used engine oils, oil regeneration, exergy, thermo-economic analysis.*

The possibilities of increasing the economic efficiency of regeneration plants for the regeneration of motor oils using its internal energy resources. The estimation of schemes of energy-technological processes of regeneration of motor oils using the exergy method is proposed.

УДК 631.01

НЕФТЕПРОДУКТЫ И ЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Глущенко А.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(84231)55-23-75 oildel@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *масло, продукты износа, техническое состояние, спектральный анализ.*

Наибольшая загрязненность почв и вывод их из землепользования происходит по причине загрязнения нефтепродуктами и их отходами. В некоторых регионах по этой причине выведено из оборота до 60 % пахотных земель.

Земля является местом, где совершаются процессы труда, это неизбежно приводит к загрязнению почвенного покрова. Под загрязнением необходимо понимать нежелательное изменение её свойств в результате антропогенного (внесённых человеком) поступления различных веществ и соединений.

Деградация почв всегда сопровождала сельскохозяйственную деятельность человека, иными словами, «благодатное возделывание почвы всегда разрушало эту данную природой благодать». Распределение площадей деградированных почв (%) следующее: крайняя степень деградации - 1, сильная - 15; умеренная - 46; легкая - 38. Соотношение наиболее распространенных видов деградации почв (%) выглядит следующим образом: водная эрозия - 56; ветровая эрозия - 28; химическая деградация - 12; физическая деградация – 1 [1].

За 2008 – 2018 гг. из сельскохозяйственного оборота России выведено свыше 29 млн. га земель, или 25 % всех посевных площадей. При этом в различных регионах, по причине загрязнения нефтью и нефтяными отходами, выведено из оборота от 2 до 66 % плодородных земель [1].

После использования только 60 % смазочных материалов остаются в виде отработанных масел, так как моторные масла частично сгорают, технологические масла остаются в продуктах, промышленные масла и смазочно-охлаждающие жидкости адсорбируют к металлу, а пластичные смазки, изоляционные масла и технические жидкости предназначены для одноразового использования на весь срок службы объекта. Из них только 3...5 % перерабатываются.

Отработанные нефтяные масла являются одним из существенных источников загрязнения окружающей среды - почвы, водных источников и грунтовых вод. Огромный экологический ущерб наносит слив отработанных масел в почву и водоёмы, который по данным исследований [1], превышает по объёму аварийные сбросы и потери нефти при ее добыче, транспортировании и переработке. В связи с этим большое значение имеет полное или частичное восстановление качества отработанных масел (регенерация) с целью их повторного использования по прямому назначению или для иных целей.

Однако при использовании любой из существующих технологий образуются отходы и выбросы загрязняющих веществ. Если выбросы могут быть сокращены за счет использования различного рода фильтров, то образующиеся отходы в виде нефтешламов, замазученных вод гидроочистки или отработанных коагулянтов и сорбентов, на сегодняшний день утилизируются методом захоронения или складирования на полигонах и отстойных ямах. Все это приводит к загрязнению почвы и сокращению пригодных для ведения сельского хозяйства площадей.

Существует организационная проблема, и заключается она в налаживании правильной системы сбора отработанных нефтепродуктов. Существующая практика показывает, что в настоящих условиях трудно рассчитывать на селективный и технологически своевременный сбор отработанных нефтепродуктов, а, следовательно, на высокое качество получаемого исходного сырья. Как правило, это будет смесь отработанных масел и других нефтепродуктов, растворителей, промывочных жидкостей и прочих примесей. При этом необходимо учитывать что, с одной стороны, цена такого сырья будет достаточно высокой за счет значительных затрат на организацию их сбора, а с другой, выделение из подобного сырья ценных базовых компонентов для производства товарных масел требует применения сложных, многостадийных и дорогостоящих технологий. В то же время, продукт, полученный в результате переработки, должен быть высоколиквидным на рынке, в том числе зарубежном. Количество же отходов этого процесса должно быть минимальным и легко утилизируемым. К сожалению, в настоящее время, все существующие методы регенерации и утилизации нефтяных отходов в той или иной мере представляют экологическую опасность для окружающей среды и, в частности для сельскохозяйственных угодий [2-4].

Одной из причин низкой экологической безопасности технологий является несовершенство технических средств, используемых для утилизации нефтяных отходов. Не смотря на довольно разнообразные ме-

тоды утилизации, в технологическом процессе используются технические средства, работающие на основных физических законах. Зачастую, для достижения поставленной цели - регенерации масел, используется несколько технических средств, что приводит к восстановлению одного или группы показателей и к ухудшению других и к выводу из состава масла других элементов - являющихся отходами переработки.

В настоящее время отсутствуют технические средства утилизации позволяющие производить полную очистку или регенерацию отработанных нефтепродуктов с созданием побочных продуктов, которые могли бы использоваться для других целей. В результате отходы в лучшем случае подвергаются захоронению на полигонах, а в большинстве - сливаются в почву и водоемы. Последствием этого является изменение основных компонентов почв. Это сопровождается нарушением биологического и геологического круговорота веществ, уменьшением биологического разнообразия, изменением структуры и основных свойств почв, загрязнением и нарушением процессов воспроизводства возобновляемых ресурсов [1]. Последствия этих изменений оказались существенными: уменьшилось биоразнообразие; снизилась устойчивость распаханых почв к эрозии и дефляции; изменились балансы органического вещества и химических элементов в почвах, биологический и геологический круговороты, а также условия формирования, снизилась экологическая устойчивость земельных угодий, стабильность и эффективность сельскохозяйственного производства.

Практически во всех сельскохозяйственных регионах (58 субъектов Российской Федерации) эта проблема приобрела характер «экологического кризиса», обусловленного активизацией процессов деградации почв и выводом их из хозяйственного оборота.

На 25 % территории Российской Федерации в 22 субъектах приоритетной является проблема техногенного нарушения земель и невыполнения обязанностей по их рекультивации. Проблема загрязнения земель в результате хозяйственной деятельности остается приоритетной на значительной части территории в 40 субъектах (48,2 % территории) Российской Федерации (табл. 1) [1].

Как видно наибольшее сокращение земельных фондов происходит по причине загрязнения земель нефтепродуктами и их отходами. Поэтому разработка и использование экологически безопасных безотходных технологий переработки и технических средств для восстановления эксплуатационных свойств топливо-смазочных материалов и утилизации их нерегенерируемых отходов является залогом увеличения

**Таблица 1 - Экспертная оценка экологических проблем
землепользования**

Загрязне- ние:	Распределение территорий по остроте проявления экологических проблем землепользования по степени остроты проблемы					
	Проявляется на незначительной части территории и не имеет приоритетного характера для региона		Проявляется и рассматривается в качестве приоритетной на значительной части территории региона		Приобретает характер «экологического кризиса» на части территории региона	
	кол-во регионов	площади земель, %	кол-во регионов	площади земель, %	кол-во регионов	площади земель, %
Нефтепродуктами и их отходами	55	68,6	11	12,2	6	6,3
Тяжелыми металлами	55	73,6	11	11,1	4	7,4
Агрохимикатами	55	79,3	14	11,8	3	1,1
Бытовыми стоками	51	71,0	19	20,9	1	0,3
Промышленными отходами	46	59,5	20	24,3	7	8,4
Отходами животноводства	58	80,1	10	11,2	3	0,8

экологической устойчивости, стабильности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Библиографический список:

1. Бюллетень «Основные показатели сельского хозяйства в России в 2018 г.». ГМЦ., РОССТАТ., М., 2019.
2. Глуценко, А.А. К обоснованию критерия оптимизации процесса регенерации моторных масел /А.А. Глуценко, Р.А. Зейнетдинов. - Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, № 1. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С.84-88.

3. Глущенко, А.А. Показатели и технические средства для оценки и восстановления эксплуатационных свойств моторного масла. - Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, №11. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 254-258.
4. Глущенко, А.А. Восстановление эксплуатационных свойств отработанного моторного масла. - Техника и оборудование для села, № 11. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – С. 34-36.

OIL AND THE ENVIRONMENT LAND-USES

Glushchenko A.A.

Key words: *oil, deterioration products, a technical condition, the spectral analysis.*

The greatest impurity of soils and their conclusion from land tenure about-proceeds because of pollution by oil products and their waste. In nekotoryh regions for this reason it is deduced from a turn to 60 % of arable lands.

УДК. 631.03

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ МАСЕЛ ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЕМ

*Глущенко А.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(84231)55-23-75 oildel@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *техническое масло, выделение газов из жидкостей, деэмульгатор, сопло Лаваля.*

В статье рассмотрен способ осушки технических масел от воды с использованием деэмульгатора в виде специально спроектированного канала предназначенного для разгона жидкости или газа до заданной скорости и придании потоку заданного направления.

В процессе хранения нефтепродуктов в резервуарах происходит их обводнение в результате попадания конденсата при дыхании резервуара, транспортировке, сливе и наливе без соблюдения соответствующих требований. Накопление воды в нефтепродуктах приводит к потере их эксплуатационных свойств и выбраковке этих нефтепродуктов. Для избежания этих потерь используются установки для осушки. Особенно актуален этот вопрос для масел. В настоящее время используют несколько методов осушки: отстой, сепарация, фильтрация.

Отстой - основан на принципе осаждения частиц под действием их силы тяжести. Недостатком данного способа является то, что даже при подогреве значительное количество воды остается во взвешенном состоянии.

Сепарация - процесс отделения наиболее тяжелых примесей под действием центробежной силы.

Фильтрация – процесс разделения неоднородных сред при помощи пористых перегородок, которые задерживают одни фазы и пропускают другие [1-4].

В настоящее время широкое распространение получили различные методы выделения газа из жидкости во взвешенном состоянии. Значительный интерес представляет инжекторный слой (от англ. Inject- впрыскивать), основные свойства которого обусловлены высокими скоростями истечения жидкости и газа из отверстий распылительной решетки малого сечения. Из-за больших скоростных напоров в струях жидкости, выходящих из отверстий, возникают зоны пониженного давления. В эти зоны устремляются частицы водяного пара из участков, где давление выше, они подхватываются общим газовым потоком и перемещаются вверх при этом весь поток масел поступающий к соплу, участвует в

интенсивном движении, а повышенное сопротивление сопла, необходимое для реализации инжекторного слоя, улучшает равномерность газораспределение. В данном случае инерционность частиц масла и паров воды обуславливается значительной разницей в их скоростях. Отверстие газовой решетки в деэмульгаторе просверливается в виде сопел.

Сопло – специально спрофилированный канал предназначенный для разгона жидкости или газа до заданной скорости и придании потоку заданного направления.

В соплах происходит непрерывное увеличение скорости жидкости и газа в направлении течения.

При увеличении температуры скорость, во всех сечениях сопла, возрастает в связи с ростом начальной и потенциальной энергии. В этих условиях для непрерывного увеличения скорости сопло должно иметь сужающуюся форму.

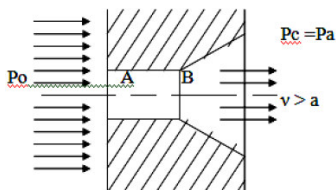
В основу конструктивной схемы положен следующий принцип: нагретое в печи до ста градусов масло поступает с помощью насоса в деэмульгатор. В деэмульгаторе масло проходит через сопло, где на выходе благодаря использования схемы сопла Лавалья, резко увеличивается скорость выхода масла и происходит падение давления. В этот момент находящиеся в масле пары воды легко преодолевают силы поверхностного натяжения масла и разделяются [5]. При этом пары воды устремляются вверх, а аэрационные струи масла, потеряв энергию, стекают обратно в печь.

Таким образом, принимаем следующую схему обезвоживания масел: нагрев масло – водяной эмульсии в печи, обезвоживание в деэмульгаторе.

По предложенной схеме было произведено обезвоживание товарного масла М-10Г₂к, находящееся в виде водно-масляной эмульсии в объеме 800 литров. Для эксперимента была взята придонная водно-масляная эмульсия. Нагрев производился в емкости с помощью электротэнов. Перед началом испытаний производилось определение содержания воды в масле, которое составило 30%. В процессе обезвоживания проводился отбор проб для определения процентного содержания воды. Отбор проб производился с интервалом каждые 20°С нагрева. Нагрев и обезвоживание производилось до отсутствия воды в пробах. Обезвоживание проводилось путем стандартного метода – нагрева масла, и с использованием предлагаемого деэмульгатора. В процессе проведения исследований было получено, что для обезвоживания методом нагрева водно-масляную эмульсию необходимо нагреть до температуры 150°С (рис.3), а с использованием деэмульгатора только до 105°С.



Рисунок 1 – Профилированное сопло деэмульгатора



А- зона высокого давления; В – зона низкого падения давления.

Рисунок 2 - Схема сопло

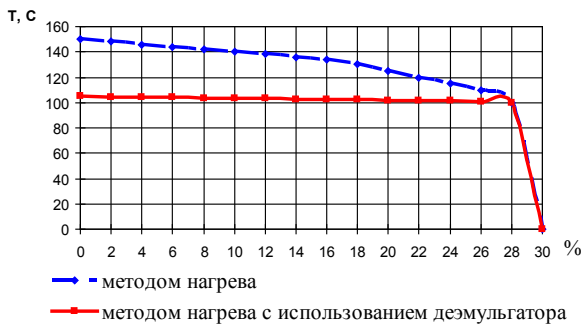


Рисунок 3 – График зависимости обезвоживания от температуры нагрева

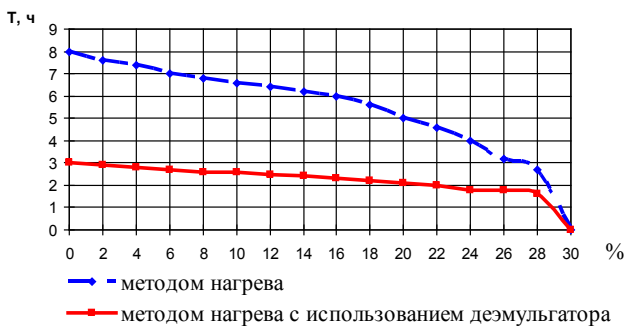


Рисунок 4 – График зависимости времени обезвоживания

При этом использование деэмульгатора позволяет производить обезвоживание за 3 часа, в то время как обезвоживание того же объема водно-масляной эмульсии занимает 8 часов (рис. 4).

Выводы: На основании проведенных исследований было получено, что использование деэмульгатора позволяет производить обезвоживание масла при температуре 105°C. При этом не происходит окисление масла, что позволяет сохранить его эксплуатационные свойства.

Применение деэмульгатора позволяет снизить время обезвоживания с 8 до 3 часов.

Библиографический список:

1. Глущенко, А.А. К обоснованию критерия оптимизации процесса регенерации моторных масел /А.А. Глущенко, Р.А. Зейнетдинов. - Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, № 1. – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С.84-88.
2. Глущенко, А.А. Показатели и технические средства для оценки и восстановления эксплуатационных свойств моторного масла. - Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, №11. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 254-258.
3. Глущенко, А.А. Восстановление эксплуатационных свойств отработанного моторного масла. - Техника и оборудование для села, № 11. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – С. 34-36.
4. Замальдинов, М.М. Технологический процесс компаундирования очищенных отработанных моторных минеральных масел /М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко. - Материалы VII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Том II – Ульяновск: УГСХА, 2016. – С. 41-47.
5. Кузовлев В.А. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. - М.: Высшая школа. 1983. – 328 с.

DEHYDRATION OILS DEMULSIBILITY

Glushchenko A.A.

Key words: *technical oil, the release of gases from fluids, the demulsifier, the Laval nozzle.*

The article describes a method of drying industrial oils from water using a demulsifier in the form of a specially designed channel designed to disperse liquid or gas to a given speed and give the flow a given direction.

УДК 631.372

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА РАБОТЫ ТРАКТОРОВ

*Голубев В.А., к.т.н., доцент, Голубев С.В., к.э.н., доцент,
Молочников Д.Е., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-35, golubevugsha@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *технический ресурс, показатели, механическая работа, расход топлива, приведенное время.*

В статье рассмотрены и проанализированы основные показатели применяемые для учета работы тракторов, выявлены их основные достоинства и недостатки. Предложен показатель «энергетическое время», позволяющий более достоверно учитывать расход технического ресурса тракторов

Применение машин в сельскохозяйственном производстве носит ярко выраженный неравномерный характер энерго-временной загрузки, что в значительной мере затрудняет поддержание и восстановление их технического ресурса. Поэтому важное значение имеет выбор показателя для учета работы машины, который бы объективно отражал расход ими технического ресурса [1].

В настоящее время для учета работы машин возможно применение следующих показателей.

1. Объем выполненной работы (га, ц, м³, км, т-км, у.э.га), который может быть выражен как в физических так и в условных единицах. Учет в физических единицах приемлем только при выполнении одного вида работы с одним обрабатываемым материалом, который, для получения достоверных данных должен иметь одинаковую трудоемкость по всему объему, что практически невозможно. Широко применяемый условный эталонный гектар также не может служить объективным показателем учета работы ввиду низкой точности, получаемой при применении принятой методики расчета. Огромное количество переводных коэффициентов, которое должно учитывать все многообразие влияющих на работу машины факторов, усложняет расчеты и вместе с тем дает большую ошибку из-за невозможности точного определения величины расчетных параметров. Например, для расчета у.э.га при каждом виде пахоты, вводятся до 12 переводных коэффициентов. Однако, даже большое

количество «статических» переводных коэффициентов не может учесть динамики условий выполнения работы. По полученным в процессе исследований данным, ошибка может составлять более 50%. Постоянные коэффициенты перевода не учитывают переменной величины энергоёмкости процессов, а, следовательно, режимы загрузки машины, которые определяют расход технического ресурса.

2. Астрономическое время работы (ч., смена, день, год).

Наиболее легко учитываемый показатель, пригодный только для учета и сравнения работы машин, работающих на одинаковых режимах и показывающих одинаковую производительность. Совершенно не отражает энергозатраты на выполнение работы, характер загрузки и, следовательно, расход технического ресурса машины.

3. Моторное время (м-ч).

Простота измерения, исходящая из сущности показателя, как суммы оборотов коленчатого вала двигателя приведенных к номинальным, привела к широкому распространению его в качестве показателя расхода моторресурса, при расчете периодичности технических воздействий при техническом обслуживании и ремонте. Немалую роль здесь сыграла установленная зависимость износа деталей Λ , от количества совершенных валом двигателя оборотов n_e [2]:

$$\Lambda = \pi d n_e \gamma H_e \Delta S, \text{ мг}, \quad (1)$$

где d - диаметр детали, мм;

γ - удельный вес материала детали, мг/мм³;

ΔS - площадь слоя износа, мм²/об.

Однако эта зависимость справедлива только для износа при установившемся режиме. При переменных нагрузочных режимах, которые имеют место при работе машин, проявляется действие дополнительных непостоянных факторов. Этот недостаток можно частично устранить суммируя обороты на каждом режиме в отдельности, но это вызывает усложнение регистрирующих устройств и в то же время, не устраняет неточностей учета, особенно на режимах пуска и прогрева двигателя.

4. Механическая работа (сило-час, кГм, л.с.-ч, кВт-ч) – величина энергозатрат необходимая для обработки материала – наиболее приемлемый из всех применяемых и предлагаемых показателей, который достаточно объективно и достоверно дает представление о количестве совершенной машиной работы. Зависимость износа деталей от величины действующих сил, пройденного расстояния и нагрузки, т.е. составляющих механической работы, обоснована в трудах Полканова И.П. [2].

Учет по величине совершенной механической работы позволяет сравнивать энергоемкость отдельных механизированных сельскохозяйственных операций, устанавливать технически обоснованные нормы выработки. Энергозатраты при выполнении работы определяют долговечность и надежность машин, служат для диагностики и прогнозирования технического состояния, определения периодичности проведения технического обслуживания и ремонтов.

Вместе с тем, метод учета по денному показателю имеет существенный недостаток, так как не зависит от ряда факторов связанных с условиями работы: воздействие окружающей среды, квалификация механизатора, пуск двигателя (особенно в зимнее время) и др.

5. Расход топлива (кг).

Данный показатель наиболее полно отражает процесс износа машины и совершенную работу. Количество израсходованного двигателем машины топлива зависит от режима работы, времени работы, качества обслуживания, а также условий, которые не охватывает предыдущий показатель. Взаимосвязь между расходом топлива и энергозатратами, выражается простейшей зависимостью:

$$Q = g_e H_e, \text{ кг} / \text{га}, \quad (2)$$

где H_e - эффективные энергозатраты, л.с.ч./га.

При внедрении плано-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта планирование и контроль сроков выполнения технических воздействий производится именно по расходу топлива. Исследования проведенные в этом направлении, выявили прямую корреляционную связь между затратами средств на техническое обслуживание и ремонт, т.е. износом и расходом топлива. Однако, как и для моторного времени, здесь неопределенно соотношение между рабочим режимом и режимами холостых ходов, что несколько искажает истинное значение величины расхода технического ресурса. Поэтому возникает необходимость ведения отдельного учета расхода топлива, что усложняет конструкцию технических средств измерения показателя [3].

6. Приведенные показатели (п.га, п.ч., п.км).

Анализируя вышеперечисленные показатели учета работы тракторов, мы видим, что приемлемые для постоянных режимов, они теряют свою «работоспособность» при переменных, прежде всего нагрузочных режимах. Применение отдельного фиксирования значений показателей приводит к усложнению процесса их учета, а потому к от-

казу от наиболее объективных из них. Этот недостаток устраним применением так называемых «приведенных показателей».

В основе их получения лежит приведение различных режимов протекания процессов к одному из них. В энергетических процессах, основу которых составляют переменные по нагрузочному и скоростному режимам элементы, наиболее приемлемым по мнению Полканова И.П. является приведенное время – время работы машины на различных скоростных и нагрузочных режимах, приведенное к режиму номинальной нагрузки [2]:

$$t_{\pi} = \frac{1}{G_{\text{Тном}}} \sum_{j=1}^n G_{\text{Т}i} t_i, \text{ н.ч.} \quad (3)$$

или:

$$t_{\pi} = \frac{Q_{\phi}}{G_{\text{Тном}}}, \text{ н.ч.} \quad (4)$$

где $G_{\text{Тном}}$ - часовой расход топлива на номинальном режиме, кг/ч.;

$G_{\text{Т}i}$ - часовой расход топлива на i -ом режиме, кг/ч.;

t_i - время работы на i -ом режиме, ч.;

Q_{ϕ} - фактический расход топлива двигателем трактора, кг.

Таким образом, приведенное время позволяет связать время работы машины с расходом технического ресурса и сравнивать энергетические возможности машин различных марок, создает удобство пользования при определении периодичности технических воздействий. Однако недостатком приведенного времени является не совсем удобное приведение к режиму максимальной загрузки двигателя.

Как известно, коэффициент эксплуатационной нагрузки двигателя, при статистически средневзвешенных значениях переменных величин, составляет 0,8. Учитывая, что основная обработка почвы наиболее энергоемкая операция механизированных работ, такую загрузку примем за эталонную. Тогда, время работы трактора скорректированное по нагрузке двигателя $0,8 N_{\text{ен}}$, назовем его «энергетическое время» $t_{\text{эв}}$, составит:

$$t_{\text{эв}} = \frac{1}{0,8 M_{\text{н}} n_{\text{н}}} \sum_{i=1}^n M_{\text{д}i} n_{\text{д}i} t_{\text{д}i}, \quad (5)$$

где $M_{\text{н}}$, $M_{\text{д}i}$ - соответственно номинальный и текущий крутящие моменты, Н·м;

$n_{\text{н}}$, $n_{\text{д}i}$ – соответственно номинальная и текущая частота вращения

коленчатого вала двигателя, мин⁻¹;

$t_{д,i}$ – астрономическое время работы двигателя на *i*-ом режиме, ч.

Учет работы трактора по энергетическому времени позволит более объективно отразить его наработку и расход технического ресурса при замене моторного времени в расчете периодичности планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта.

Библиографический список:

1. Голубев, В.А. К вопросу оценки работы тракторов / В.А. Голубев, Н.П. Аюгин, Р.Ш. Халимов // *Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения»*. Ульяновск: ГСХА, 2017. Ч. I. – С. 77-80.
2. Полканов, И.П. Автоматический контроль и учет работы машинно-тракторных агрегатов. – Машгиз, 1963. 200 с.
3. Индирияков, А.С. Разработка и исследование технических средств для учета работы тракторов / А.С. Индирияков, В.А. Голубев, В.Н. Игонин // *Вестник Ульяновской ГСХА*, 2000. - №3. - С. 22...25.
4. Голубев, В.А. Энергетическая оценка работы тракторов / В.А. Голубев // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России»*. – Ульяновск: ГСХА, 2003. Ч. 3. - С. 287-289.

INDICATORS OF TECHNICAL ACCOUNT OF TRACTOR WORK

Golubev V.A., Golubev S.V., Milkmen D.E.

Keywords: *technical resource, indicators, mechanical work, fuel consumption, reduced time*

The article reviewed and analyzed the main indicators applied to account for the work of tractors, identified their main advantages and disadvantages. The indicator “energy time” is proposed, which allows to more reliably take into account the consumption of the technical resource of tractors.

УДК 631.365.22

ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТНОЙ СУШКИ ЗЕРНА

*Евдокимова Т.Г., студентка, Ерохин Д.П., магистрант,
Долгов В.И., аспирант, Агеев П.С., аспирант
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: сушка; качество сушки; классификация.

В статье рассмотрена актуальность сушки зерна. Выявлены перспективные направления развития зерносушильных установок. Разработана классификация электрических контактных зерносушильных устройств.

Зерно является основным видом продукции растениеводства. Однако из-за погодных условий зерно имеет повышенную влажность. Именно поэтому в настоящее время отечественными и зарубежными аграрными хозяйствами эксплуатируются разнообразные конструкции зерносушилок. Но не все устройства способны обеспечить выход зерна с требуемым качеством [2].

Существуют большое количество зерносушилок с различным способом сушки, такими как конвективный, сорбционный, контактный и т.д.. Наиболее перспективными являются зерносушилки с контактным способом подвода теплоты, так как они потребляют небольшое количество энергии [1].

Необходимо разрабатывать классификации существующих зерносушилок с целью структурирования их конструктивно-технологических схем и выявления перспективных путей их дальнейшего технического развития.

Однако разнообразие зерносушильных установок делает невозможным создание единой классификации для всех устройств. В ходе анализа зерносушилок по отдельным, наиболее важным признакам нами была разработана классификация электрических контактных зерносушильных устройств (рисунок 1).

По интенсификации процесса сушки зерна зерносушилки подразделяются на ворошение (перемешивание высушиваемого материала), комбинированный способ теплоподвода (сушка влажного материала теплым воздухом и нагретой поверхностью одновременно), чередование процесса сушки и охлаждения зерна, изменение угла наклона греющей поверхности и применение вибропривода рабочего органа



Рисунок 1 - Классификация электрических контактных зерносушильных устройств

(сообщения возвратно-поступательного движения рабочему органу с целью постоянного передвижения и перемешивания обрабатываемого материала по нагретой поверхности) [3...6].

Нагревательные элементы – это часть механизма определенного устройства, которая используется для нагрева окружающей среды, конкретного прибора, вещества, материала и т.д.

Существуют различные виды нагревательных элементов. Однако их применение зависит от формы греющей поверхности. Они бывают цилиндрические (рисунок 2 а), плоские (рисунок 2 б), ступенчатые (рисунок 2 в) и волновые (рисунок 2 г) [7...11].

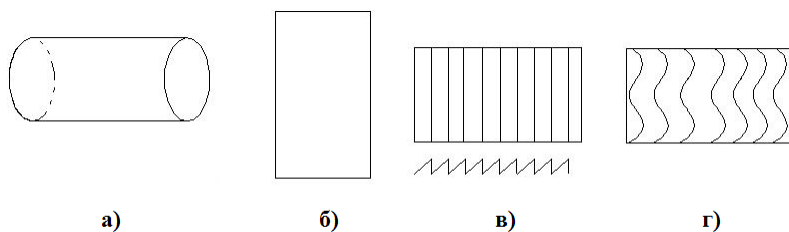


Рисунок 2 - Формы греющих поверхностей зерносушилок контактного типа

Такие греющие поверхности, как ступенчатые и волновые выполняют не только функцию прогрева обрабатываемого материала, но и его перемещение.

Также зерносушилки можно разделить по виду транспортирующего рабочего органа. Их можно разделить на следующие виды:

- винтовая - рабочий орган, который представляет собой стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси, т.е. шнек, предназначенный для транспортировки сыпучих материалов перемещением вдоль вращающейся винтовой поверхности внутри трубы [4];
- скребковый транспортер - транспортирующее устройство, в котором перемещение зерна осуществляется по неподвижному желобу - рештаку с помощью скребков, закрепленных на одной или нескольких тяговых цепях и погруженных в слой насыпного груза;

- вибрационный короб (грохот) - это рабочий орган, поверхность которого выполнена зигзагообразно (ступенчато), и в результате возвратно поступательных движений данного рабочего органа зерно перемещается по его поверхности.
- цепной транспортер - это цепь, расположенная по всей ширине рабочей поверхности, перемещающая высушиваемое зерно в один слой за счет расположения материала в отдельных звеньях;
- гибкая ячеистая лента - лента, имеющая ячейки, равные максимальному размеру зерна и перемещает его по нагретой поверхности.

По количеству рабочих секций зерносушилки подразделяются на односекционные и многосекционные. Многосекционные устройства представляют собой рабочие органы, которые располагаются параллельно друг другу или последовательно.

Расположение рабочих органов параллельно позволяет повысить производительность зерносушилки. Последовательное расположение рабочих органов позволит высушить влажное зерно за один проход.

Также контактные зерносушилки разделяют по типу влагоудаления. Они могут быть принудительного типа (с применением вентиляторов) и естественного (без вентиляторов соответственно).

Данная классификация является наиболее логичной и удобной для понимания принципов работы электрических зерносушильных устройств данного типа.

Библиографический список:

1. Геррман Х. Шнековые машины в технологии / Пер. с нем. - М.: Химия, 1975. - 232 с.: ил.
2. Красников В.В. Кондуктивная сушка. М., «Энергия». 1973. 288 с. с илл.
3. Курдюмов, В.И. Результаты контактной сушки зерна различных культур при тонкослойном перемещении высушиваемого материала / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2013. – № 10 (108). - С.106-110.
4. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Инновации в сельском хозяйстве. - 2015. – № 2 (12). - С.159-161.
5. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. – № 3 (31). - С.125-130.

6. Курдюмов, В.И. Обоснование оптимальных режимов работы зерносушилок контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – № 4 (28). - С.160-165.
7. Пат. 96639 Российская Федерация, МПК F26B 3/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, И.А. Постников; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА. – № 2010106454/22; заявл. 24.02.10; опубл. 10.08.10, Бюл. № 22. (1 стр.).
8. Пат. 167410 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко; С.А. Сутягин; П.С. Агеев; В.И. Долгов; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – № 2016130462; заявл 25.07. 16; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1. (1 стр.).
9. Пат. 2465527 Российская Федерация, МПК F26B 17/04. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА. – Заявка № 2011119459/06 от 13.05.2011; опубл. 27.10.12, Бюл. № 30. (5 стр.).
10. Пат. 2453123 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки пищевых продуктов / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – Заявка № 2010145902/13 от 10.11.2010; опубл. 20.06.12, Бюл. № 17. (5 стр.).
11. Пат. 96466 Российская Федерация, МПК F26B 11/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – Заявка № 2010105279/22 от 15.02.2010; опубл. 10.08.10, Бюл. № 22. (1 стр.).

FEATURES OF THE CONTACT DRYING OF GRAIN

Evdokimova T.G., Erokhin D.P., Dolgov V.I., Ageev P.S.

Key words: *drying; quality of drying; classification.*

The article considers the relevance of grain drying. The perspective directions of development of grain drying installations are revealed. Classification of electric contact grain drying devices is developed.

УДК 631.365.22

ЗЕРНОСУШИЛКА С КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ СУШКИ

*Евдокимова Т.Г., студентка, Ерохин Д.П., магистрант,
Долгов В.И., аспирант, Агеев П.С., аспирант
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: сельское хозяйство; сушка; качество сушки; теплопередача; энергосбережение.

В настоящее время большинство фермерских хозяйств используют зерносушильные установки, так как зерно при уборке урожая имеет влажность более 16 %. Такие показатели способствуют порче продукта при его дальнейшем хранении. Именно поэтому своевременно проведенная операция сушки позволит снизить влажность зерна до кондиционного значения, что позволит хранить зерно длительное время не теряя его качества.

Для проведения такой операции, как сушка существует большое количество установок с различными способами сушки [2]. В настоящее время наиболее распространенным способом является конвективный, который заключается в передаче теплоты нагретым воздухом или горячей смеси воздуха с топочными газами.

К менее популярным способам относятся лучистый (солнце или инфракрасные лучи), электрический (ток высокой частоты), механический (прессование, фильтрация, центрифугирование), сорбционный (смешивание зерна с силикагелем, хлоридом калия, опилками и др.), а также контактный способ (передача теплоты от нагретой поверхности).

Однако стоит выделить такой способ, как контактный. Основным недостатком данного способа - неравномерная обработка зерна: слой зерна, соприкасающийся с нагретой поверхностью, перегревается, в то время как слои, удаленные от поверхности, слабо нагреваются и медленнее просушиваются [1].

Для решения указанного недостатка предлагается устройство для сушки зерна (рисунок 1)[7...11].

Устройство работает следующим образом. Включают нагревательные элементы 6. Рабочая поверхность транспортирующего рабочего органа 5 нагревается за счет выполнения ступеней из теплопроводного материала. После достижения необходимой температуры рабочей поверхности

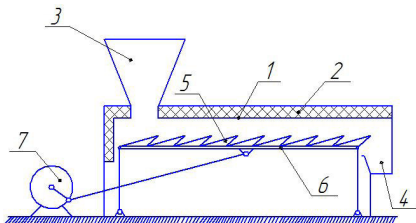


Рисунок 1 - Устройство для сушки зерна (обозначение по тексту)

включают привод 7 транспортирующего рабочего органа 5, который начинает совершать колебательные движения. Затем подают влажное зерно в загрузочный бункер 3, откуда оно поступает на транспортирующий рабочий орган 5 и перемещается им к выгрузному окну 4, обогреваясь при этом нагретой поверхностью за счет нагревательных элементов 6. Контактная с нагретой поверхностью зерно также нагревается, теряет излишки влаги, которая в виде пара удаляется из устройства через выгрузное окно 4. Сухое зерно удаляется из устройства также через выгрузное окно 4.

Ширину рабочего органа, выполненного в виде короба, можно определить из уравнения [3]:

$$B = \frac{Q}{q_B}, i \tag{1}$$

где Q - производительность рабочего органа, кг/ч; q_B - производительность, отнесенная к единице ширины рабочего органа, кг/(ч·м).

Значение q_B для транспортирующих рабочих органов выбирают в пределах от 200 до 1000 кг/(ч·м) (для зерновых культур). При значениях q_B меньше 200 кг/(ч·м) эффективность рабочего органа снижается. При q_B больше 1000 кг/(ч·м) появляются трудности с уравновешиванием транспортной доски, так как с увеличением q_B увеличивается оптимальное ускорение рабочего органа [4, 5].

Длину рабочего органа можно определить из следующего уравнения:

$$l = \frac{Q}{q_F B}, i \tag{2}$$

где q_F - удельная производительность, отнесенная к единице площади рабочего органа, кг/(ч·м).

Размещение транспортирующего рабочего органа с возможностью колебательного движения и выполнение верхней его поверхности ступенча-

той позволяет равномерно распределить зерно по всей рабочей зоне транспортирующего рабочего органа. При этом высушиваемый зерновой слой, передвигаясь транспортирующим рабочим органом к выгрузному окну, постоянно перемешивается, что обеспечивает равномерный нагрев за счет контакта со ступенями короба, в конечном итоге, улучшая качество сушки.

На основании результатов проведенных лабораторных исследований разработаны адекватные математические модели процессов сушки зерна в предложенном устройстве [6].

В результате анализа полученных математических моделей процесса сушки зерна выявлены оптимальные значения основных независимых факторов, при которых удельные затраты теплоты на испарение влаги из зерна тритикале $q_{уд}$ составляют 4,68 МДж/кгвлаг: средняя температура греющей поверхности $t_n = 132$ °С, время сушки зерна $\tau_{онм} = 8$ с, скорость движения зерна $v_3 = 0,22$ м/с. Пропускная способность устройства при этом составляет 132 кг/ч.

Кроме того, разработанная установка прошла производственные испытания и внедрена в производство в КФХ «Макаров А.В» Чердаклинского района Ульяновской области.

При использовании разработанного устройства для сушки зерна на 1 тонну высушенного зерна экономический эффект составил 798,9 руб., годовой экономический эффект – 79896,6 руб.

Таким образом можно сделать вывод, что применение контактного способа сушки зерна позволяет повысить качество обрабатываемого продукта за счет непосредственного контакта с нагретой поверхностью, что способствует уменьшению затрат энергии на передачу тепла зерну. Для равномерности прогрева зерна следует постоянно его перемешивать, что предусмотрено предложенной установкой, а именно колебанием рабочего органа.

Библиографический список:

1. Геррман Х. Шнековые машины в технологии / Пер. с нем. - М.: Химия, 1975. - 232 с.: ил.
2. Красников В.В. Кондуктивная сушка. М., «Энергия». 1973. 288 с. с илл.
3. Курдюмов, В.И. Результаты контактной сушки зерна различных культур при тонкослойном перемещении высушиваемого материала / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2013. – № 10 (108). - С.106-110.
4. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А.

- Сутягин // Инновации в сельском хозяйстве. - 2015. – № 2 (12). - С.159-161.
5. Курдюмов, В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. – № 3 (31). - С.125-130.
 6. Курдюмов, В.И. Обоснование оптимальных режимов работы зерносушилок контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – № 4 (28). - С.160-165.
 7. Пат. 96639 Российская Федерация, МПК F26B 3/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, И.А. Постников; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА. – № 2010106454/22; заявл. 24.02.10; опубл. 10.08.10, Бюл. № 22. (1 стр.).
 8. Пат. 167410 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко; С.А. Сутягин; П.С. Агеев; В.И. Долгов; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – № 2016130462; заявл 25.07. 16; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1. (1 стр.).
 9. Пат. 2465527 Российская Федерация, МПК F26B 17/04. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА. – Заявка № 2011119459/06 от 13.05.2011; опубл. 27.10.12, Бюл. № 30. (5 стр.).
 10. Пат. 2453123 Российская Федерация, МПК A23B 9/08. Устройство для сушки пищевых продуктов / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – Заявка № 2010145902/13 от 10.11.2010; опубл. 20.06.12, Бюл. № 17. (5 стр.).
 11. Пат. 96466 Российская Федерация, МПК F26B 11/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; патентообладатель ФГОУ ВО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – Заявка № 2010105279/22 от 15.02.2010; опубл. 10.08.10, Бюл. № 22. (1 стр.).

THE DRYER IS A CONTACT DRYING METHOD

Evdokimova T.G., Erokhin D.P., Dolgov V.I., Ageev P.S.

Key words: *agriculture; drying; drying quality; heat transfer; energy saving.*

Currently, most farms use grain drying plants, as grain at harvest has a moisture content of more than 16%. Such indicators contribute to the deterioration of the product during its further storage. That is why the timely drying operation will reduce the moisture content of the grain to the standard value, which will store the grain for a long time without losing its qualities.

УДК 637.3

СМЕСИТЕЛЬ СЫПУЧИХ КОРМОВ

*Зыкин Е.С., д.т.н., профессор,
тел. 8(8422) 55-95-95, evg-zykin@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: комбикорм, смешивание, компоненты корма, энергосбережение, затраты энергии.

Высокое качество комбикорма можно достичь путем применения не только качественных исходных компонентов сырья, но и современных инновационных технических средств. Выявлено, что известные смесители неудовлетворительно перемешивают компоненты корма и обладают повышенной метало- и энергоемкостью. Разработанный смеситель позволяет наиболее качественно смешивать компоненты сыпучих кормов с минимальными затратами электрической энергии.

Введение. Комбикорм – это сложная перемешанная однородная смесь предварительно измельченных до необходимых размеров кормов и микродобавок. Высокое качество комбикорма можно достичь путем применения не только качественных исходных компонентов сырья, но и современных инновационных технических средств, позволяющих реализовать на практике качественное смешивание компонентов [1].

Большинство известных смесителей обладают общими недостатками – неудовлетворительное качество перемешивания компонентов корма, повышенная метало- и энергоемкость установок.

Объекты и методы исследований. Разработанный и запатентованный смеситель сыпучих кормов (рисунок 1) лишен указанных выше недостатков [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Разработанный смеситель сыпучих кормов включает раму 1, на которой установлена коническая смесительная камера 2, большее основание которой обращено вверх, цилиндрическую трубу 3. Труба 3 жестко закреплена нижней частью во внутренней полости смесительной камеры 2 по оси симметрии с ее меньшим основанием. Труба 3 выполнена меньшей длины, чем длина смесительной камеры 2, а в нижней части трубы 3 выполнены пазы 4. Во внутренней полости трубы 3 установлен шнек 5. Нижняя часть шнека 5 установлена в подшипниковой опоре 6, а верхняя часть шнека закреплена с валом реверсивного

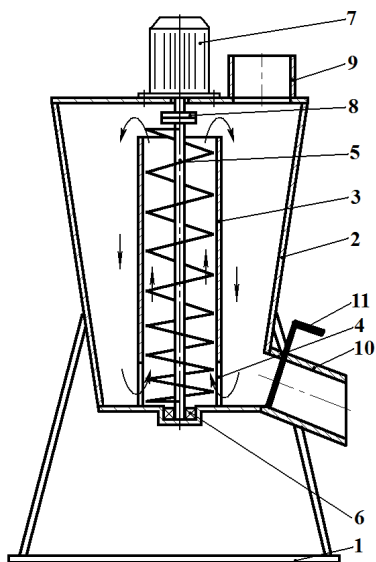


Рисунок 1 – Смеситель сыпучих кормов (обозначения в тексте)

электродвигателя 7 посредством муфты 8. В верхней части смесительной камеры 2 установлен загрузочный патрубок 9, а в нижней ее части – выгрузной патрубок 10 с заслонкой 11.

Смеситель работает следующим образом. Предварительно, заслонкой 11 закрывают выгрузной патрубок 10. Ингредиенты кормов загружают через загрузочный патрубок 9 в смесительную камеру 2 до определенного уровня - на 10...15 см ниже верхней части трубы. Включают электродвигатель 7, который через муфту 8 передает крутящий момент на вал шнека 5. Компоненты корма поступают в трубу 3 через пазы 4, выполненные в ее нижней части. При вращении, шнек 5 захватывает компоненты корма и транспортирует их вертикально до тех пор, пока они не пересыплются из трубы 3. Смешивание продолжается до тех пор, пока все компоненты корма не превратятся в однородную смесь. Затем открывают заслонку 11 и через выгрузной патрубок 10 готовый комбикорм выгружают из смесительной камеры 1.

После выгрузки комбикорма из смесительной камеры 2, закрывают заслонку 11, загружают в смесительную камеру 2 новую порцию компонентов корма и цикл смешивания повторяется заново.

Результаты исследований. Выполнение смесительной камеры 2 конической, большее основание которой обращено вверх, позволяет компонентам корма ссыпаться по внутренним боковым стенкам к основанию смесительной камеры 2 и поступать к виткам шнека.

Установка трубы 3 с пазами 4 по оси симметрии смесительной камеры 2 и установка во внутренней полости трубы 3 шнека 5, позволяет равномерно перемешать компоненты корма от нижней части смесительной камеры 2 к ее верхней части, перемешивая компоненты как в процессе транспортировки внутри трубы 3, так и в процессе всего цикла работы смесителя сыпучих кормов.

Выполнение трубы 3 меньшей длины, чем длина смесительной камеры 2, позволяет компонентам корма пересыпаться из трубы 3 во внутреннюю полость смесительной камеры 2 для последующей транспортировки шнеком 5.

Возможность регулирования частоты вращения шнека 5 позволяет изменять как производительность смесителя сыпучих кормов, так и качество смешивания компонентов корма.

Заключение. Таким образом можно заключить, что применение разработанного смесителя позволит не только с наилучшим качеством реализовать заданный технологический процесс, но и снизить затраты энергии на производство комбикорма.

Библиографический список:

1. Лазуткина С.А. Смеситель сыпучих кормов / С.А. Лазуткина, М.Р. Миннибаев // *Материалы IX Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения», посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, 21-22 июня 2018 года. Часть 1.* - Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2018. – С. 225-230.
2. Патент 125883 Российская Федерация, МПК В01F 7/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138765; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.
3. Патент 116788 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012103090; заявл. 30.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
4. Патент 117315 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессиональ-

- ного образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012102568; заявл. 25.01.2012; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 18.
5. Патент 124186 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012134149; заявл. 09.08.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
 6. Патент 115685 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100064; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13.
 7. Патент 116786 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100069; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
 8. Патент 116787 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100070; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
 9. Патент 125885 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138764; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.
 10. Патент 125886 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138763; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.

MIXTURE OF LOOSE FOOD

Zykin E.S.

Keywords: *compound feed, mixing, feed components, energy saving, energy costs.*

High quality of compound feed can be achieved through the use of not only high-quality raw materials, but also modern innovative technical means. Revealed that known faucets unsatisfactory mix food components and have high metal and energy. The mixer allows you to more efficiently mix components of granular feed with a minimum consumption of electric power.

УДК 632.98

АНАЛИЗ И ОБЗОР ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФОРСУНОК ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯХ

*Исаев Ю.М., д.т.н., профессор, 89061451331, isurmi@yandex.ru,
Злобин В.А., к.т.н., доцент, 89272729110, ktnzlobin@yandex.ru,
Каленков С.А., аспирант, 89041953624, dilory@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: форсунка, сопло, распыление, протравливат-
ель, жидкость, струя, семена.

В статье рассмотрены основные виды гидравлических фор-
сунок, применяемых в устройствах для протравливания семенного
материала. Приведена классификация форсунок и разновидности
форм сопловых каналов. Выявлены их основные достоинства и не-
достатки. Предложен наиболее подходящий вариант для примене-
ния его в устройствах для обеззараживания семян.

Гидравлические форсунки классифицируются по форме сопловых
каналов и по принципу действия (рисунок 1). По принципу действия
различают следующие виды, струнные; ударно-струнные; с соударени-
ем струй, центробежные; центробежно-струнные [1].



Рисунок 1 – Классификация гидравлических форсунок

Струйные форсунки представляют собой насадки с цилиндрическим или какой-либо другой формы отверстия. Струя под действием перепада давления, вытекая, распадается на капли, образуя полидисперсный факел с небольшим углом распыления [3].

Форсунки с соударением струй распыляют жидкость вследствие взаимного разбивания на множество капель нескольких струй, вытекающих из насадки. После соударения двух цилиндрических струй общий поток радиально растекается, образуя пленку плоскости, которая разрушается на мелкие фракции капель.

В ударно-струйных форсунках распыливание жидкости происходит за счет удара струи об отражающий элемент, который предусмотрен конструкцией сопла. Вследствие этого взаимодействия образуется факел в виде полого конуса.

Центробежные форсунки имеют спиральный шнек, что придает поступающей жидкости движение с завихрением. При истечении из сопла пленка распадается, образуя факел в виде полого конуса, который похож на форму струи у ударно-струйных форсунок [2].

Центробежно-струйные форсунки отличаются от центробежных, наличием двух взаимодействующих потоков, на которые разделяется подводимая жидкость. Одному, который истекает из периферийной области, сообщается вращение, а другой подается в виде осевой струи. Вращающийся вихревой поток передает некоторую энергию центральной струе придавая ей вращательный импульс, а сам несколько затормаживается. В результате получается общий поток, который после истечения из соплового канала разрушается, образуя факела в виде заполненного конуса.

Форма факела в струйных форсунках является оптимальной при выборе использования ее, например, в спирально-винтовом протравливателе семян [5].

Струйные форсунки можно подразделить на следующие четыре типа: с цилиндрическим соплом, со щелевидным соплом, с кольцевым сопловым каналом и с сопловым каналом в виде круговой прорези (рисунк 2).

Жидкость выходит из цилиндрического сопла в виде цилиндрической струи, из щелевидного канала — в виде плоской веерообразной струи. Кольцевое сопло формирует струю в виде полого конуса, угол распыления которой зависит от конструктива выходного окна. При истечении из круговой прорези образуется радиально увеличивающаяся струя [4].

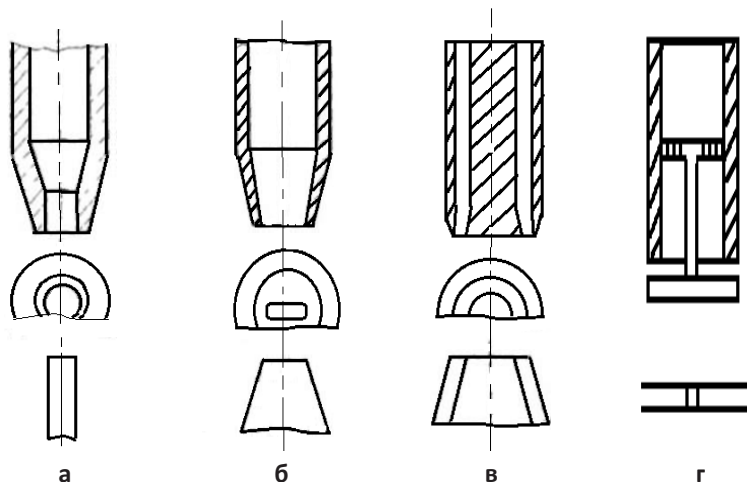


Рисунок 2 – Формы сопловых каналов и образующихся струй в струйных форсунках:

а — цилиндрическое сопло (цилиндрическая струя); *б* — щелевидное сопло (плоская веерная струя); *в* — кольцевое сопло (полая коническая струя); *г* — сопло в виде круговой прорези (радиально - расширяющаяся струя).

Из всех вышеперечисленных форм сопл форсунок сравнительно легко регулировать подачу жидкости в форсунках с щелевидным соплом, поэтому их чаще всего используют там, где расход жидкости может изменяться в значительных интервалах. Следовательно, при работе протравливателя семян на различных режимах работы, в зависимости от его производительности целесообразно будет применять форсунки именно со щелевидным соплом.

Библиографический список:

1. Витман Л.А., Кацнельсон В.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкости форсунками – М.: 1962. Госэнергоиздат, – с. 78...80.
2. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей. – М.: Химия 1984, 256 с.
3. Витман Л.А., Кацнельсон В.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкости форсунками – М.: 1962. Госэнергоиздат, – с. 78...80.
4. Лышевский А.С. Закономерности дробления жидкости механическими

форсунками давления. Новочеркасск, Новочеркасский политехнический институт, 1961, 180 с.

5. Злобин В.А., Каленков С.А., Егоров С.М. Силы, действующие на жидкость во время ее истечения из сопла форсунок - IX Международная студенческая электронная научная конференция. - 2017 ООО «Научно-издательский центр «Академия Естествознания».

ANALYSIS AND REVIEW OF HYDRAULIC FORCES FOR USING THEM IN TRAINERS

Isaev Y.M., Zlobin V.A., Kalenkov S.A.

Key words: *nozzle, spraying, treater, liquid, jet, seeds.*

The article describes the main types of hydraulic nozzles used in devices for seed dressing. The classification of nozzles and types of nozzle channels are given. Identified their main advantages and disadvantages. Proposed the most suitable option for use in devices for disinfecting seeds.

УДК 631.354.024

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ЧАСТИЦЫ В СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОМ ТРАНСПОРТЕРЕ ПРИ ЕЕ ПЕРЕМЕЩЕНИИ

*Исаев Ю.М., д.т.н., профессор, 89061451331, isurmi@yandex.ru,
Злобин В.А., к.т.н., доцент, 89272729110, ktnzlobin@yandex.ru,
Милашкина О.В., к.т.н., доцент, 89510940475, milashkina.o@mail.ru,
Брокерт В.В., к.т.н., доцент, 89603790058, brokert@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *спиральный винт, подача, скорость частицы, сыпучий материал, кожух, транспортер, погрузчик, устройство.*

В статье рассмотрена теория для расчета скорости перемещения единичной частицы в транспортирующем устройстве со спирально-винтовым рабочим органом. В результате работы получили минимальную скорость вращения рабочего органа, при которой начинается перемещение частицы сыпучего материала.

Спирально-винтовые транспортеры часто с успехом применяют для транспортирования, погрузки, разгрузки сыпучих материалов.

На рисунке 1 изображен погрузчик сыпучих материалов со спирально-винтовым рабочим органом, у которого вал привода 3 электродвигателя 4 вращает спираль 2 в кожухе круглого сечения 1, установленном под углом к горизонту 30° [6].

Спирально-винтовые транспортеры отличаются от шнековых некоторыми особенностями, к примеру, конструктивными, режимными параметрами, к которым относится наличие минимального числа оборотов спирали, ниже значения которого, материал не перемещается.

Точные теоретические описания решения данной задачи имеют большие трудности в виду сложного движения перемещаемой сыпучей массы в замкнутом пространстве кожуха устройства.

Используя теорию винтовых (шнековых) устройств можно ее применять при практических расчетах [1,2].

Рассмотрим спиральный винт, поверхность которого образована смещением некоторого радиуса r_2 , к его оси. При этом будем считать, что один конец этого радиуса остается на оси спирали, а другой перемещается по винтовой линии внутри кожуха круглого сечения (рисунком 2).

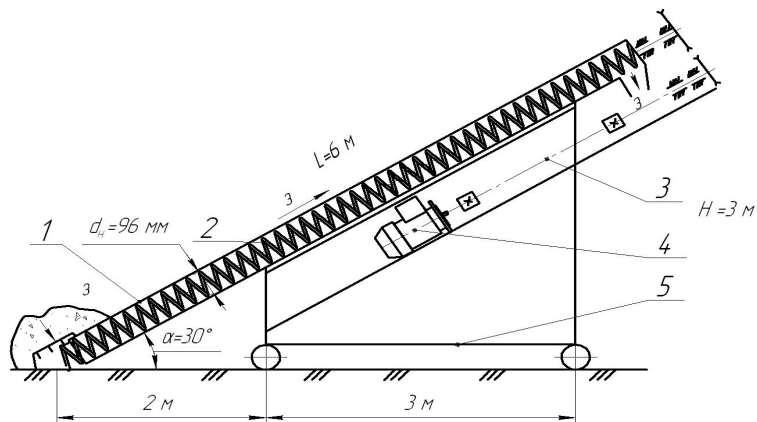


Рисунок 1 – Спирально-винтовой погрузчик

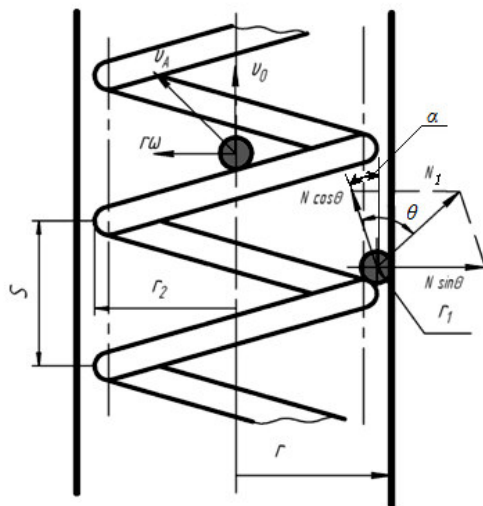


Рисунок 2 – Разложение нормальной реакции витка спирали на составляющие единицы

Перемещение радиуса r_2 за один полный оборот дает смещение спирального винта S . Следовательно

$$\operatorname{tg} \alpha = S / \pi D, \quad (1)$$

где α – угол подъема винтовой линии в градусах; D – размер наружного диаметра спирали, равный $2r_2$, м.

Между спиралью и кожухом имеется небольшая перфорация. Представим, что на винтовой поверхности спирали в точке А находится частица с массой m , соприкасающийся своей внешней поверхностью с образующей поверхности цилиндрического кожуха. При движении эта частица будет скользить по данным поверхностям [7]. Предположим, что движению вниз не препятствует трение частицы по поверхности спирали, так как угол трения меньше угла подъема винтовой линии, т. е. $\alpha > \varphi$.

Спираль вращается по часовой стрелке с угловой скоростью ω и по прошествии времени Δt участок развертки винтовой линии MN становится в положении M_1N_1 (рисунок 3).

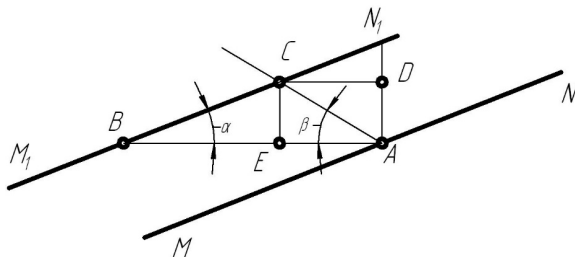


Рисунок 3 – Развертка участка спирального винта

Если бы частица массой m оставалась неподвижной на поверхности спирального винта, то она переместилась бы в точку В расстояние от которой до точки А, измеряемое по дуге окружности радиусом r , будет:

$$AB = r\omega\Delta t. \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения спирального винта, с^{-1} .

Трение о внутреннюю поверхность кожуха немного притормаживает частицу при движении, поэтому она смещается вверх по поверхности спирали и становится в положение точки С.

Перемещение элемента будет при этом равно отрезку АС, а перемещение элемента вдоль оси кожуха – АD.

Отрезок $AD = EC$ и представляет собой перемещение частицы вдоль по кожуху.

Таким образом, осевое перемещение частицы объясняется трением ее о стенку кожуха. Трение происходит в результате воздействия инерционных сил, со стороны сыпучего материала [4].

Осевая скорость частицы при движении будет:

$$v_0 = \frac{AD}{\Delta t} \quad (3)$$

В свою очередь абсолютная ее скорость, по отрезку AC :

$$v_A = \frac{AC}{\Delta t} \quad (4)$$

По рисунку 3, имеем:

$$(AC)^2 = (AD)^2 + (AE)^2,$$

или

$$(AC)^2 = (AD)^2 + \left(AB - \frac{AD}{\operatorname{tg}\alpha} \right)^2.$$

После подстановки в данные уравнения соответствующих значений из уравнений (2), (3) и (4) и деление на Δt получим

$$v_A^2 = v_0^2 + \left(r\omega - \frac{v_0}{\operatorname{tg}\alpha} \right)^2 \quad (5)$$

Так же находим

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{AC}{AE} = \frac{AC}{AB - BE} = \frac{AC}{AB - AD / \operatorname{tg}\alpha},$$

где β – угол между отрезками AC и AE , град.

Или на основании уравнений (2) и (3)

$$\operatorname{tg}\beta = v_0 / (r\omega - v_0 / \operatorname{tg}\alpha) \quad (6)$$

После вычисления угла β , можно рассчитать радиус кривизны траектории AC частицы с массой m при ее абсолютном движении.

Рассечем цилиндрический кожух плоскостью [3], наклоненной под углом β к его основанию. У полученного эллипса полуоси a и b равны:

$$a = r/\cos \beta; \quad b = r.$$

Радиус кривизны дуги эллипса в точке наименьшего радиуса:

$$\rho = \frac{a^2}{b} = \frac{r}{\cos^2 \beta} = r(1 + \operatorname{tg}^2 \beta)$$

Подставив значение $\operatorname{tg} \beta$ из формулы (6), получим

$$\rho = r \left[1 + \left(\frac{v_0}{r\omega - v_0/\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 \right]. \quad (7)$$

При этом рассчитаем нормальное ускорение

$$a_n = \frac{v_A^2}{\rho},$$

или при подстановке значений v_A и ρ из уравнений (6) и (7)

$$a_n = \frac{v_0^2 + (r\omega - v_0/\operatorname{tg} \alpha)^2}{r \left[1 + (v_0/(r\omega - v_0/\operatorname{tg} \alpha))^2 \right]} = \frac{1}{r} (r\omega - v_0/\operatorname{tg} \alpha)^2.$$

Инерционная сила соответствует нормальному ускорению;

$$U = ma_n = m(r\omega - v_0/\operatorname{tg} \alpha)^2 / r \quad \text{или} \quad U = mr(\omega - 2\pi v_0/S)^2 = \omega_{i\delta}^2 mr, \quad (8)$$

где $\omega_{i\delta} = \omega - 2\pi v_0/S$ – условно угловая скорость, с^{-1} , S – шаг витков спирали, м.

Рассмотрим силы, действующие со стороны спирали и кожуха на частицу материала. При прилегании к поверхности кожуха, под действием инерционной силы U возникает сила трения

$$T_2 = \mu_2 U = \mu_2 mr(\omega - 2\pi v_0/S)^2, \quad (9)$$

где μ_2 – коэффициент трения частицы о поверхность кожуха.

Сила T_2 направлена противоположную сторону скорости u , как показано на рисунке 4.

Со стороны поверхности спирального винта на частицу будет действовать нормальная сила N_1 , вследствие которой появится сила трения:

$$T_1 = \mu_1 N_1, \quad (10)$$

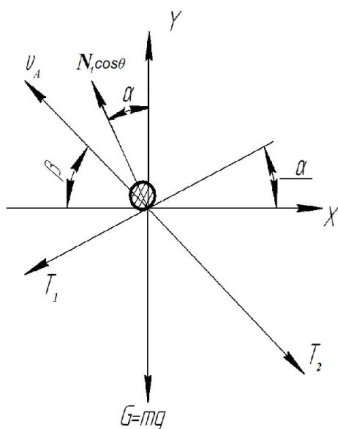


Рисунок 4 – Силы, действующие на частицу материала, на винтовой поверхности спирального винта

где μ_1 – коэффициент трения частицы о поверхность спирального винта.

Вес частицы mg совпадает по направлению с осью спирали. При движении тангенциальные ускорения и инерционные силы отсутствуют. Спроецировав все силы, действующие на частицу, на ось Y , параллельную оси спирального винта, и ось X , лежащую в плоскости, касательной к поверхности кожуха, получим уравнения равновесия:

$$\sum Y = N_1 \cos \alpha \cdot \cos \theta - mg - \mu_1 N_1 \sin \alpha - T_2 \sin \beta = 0 ; \quad (11)$$

$$\sum X = T_2 \cos \beta - N_1 \sin \alpha \cos \theta - \mu_1 N_1 \cos \alpha = 0 . \quad (12)$$

Из рисунка 2, угол θ между нормальной реакцией поверхности спирального винта и осью, перпендикулярной к винтовой линии, характеризует геометрические параметры спирали, цилиндрического кожуха и размер частицы сыпучего материала в транспортере и определяется по формуле:

$$\theta = \arcsin((r - r_2 + d / 2 - r_1) / (r_1 + d / 2)) , \quad (13)$$

где r – внутренний радиус кожуха, м; r_1 – радиус частицы, м; r_2 – радиус спирального винта, м; d – диаметр проволоки спирали, м.

Так как

$$N_1 \cos \alpha \cos \theta - T_1 \sin \alpha = N_1 (\cos \alpha \cos \theta - \mu_1 \sin \alpha) = \\ = N_1 \frac{\cos \theta (\cos \alpha \cos \varphi - \sin \varphi \sin \alpha)}{\cos \varphi} = N_1 \frac{\cos(\alpha + \varphi) \cos \theta}{\cos \varphi}$$

$$N_1 \sin \alpha \cos \theta + T_1 \cos \alpha = N_1 \cos \theta (\sin \alpha + \operatorname{tg} \varphi_1 \cos \alpha) = N_1 \frac{\sin(\alpha + \varphi) \cos \theta}{\cos \varphi}$$

где φ_1 – угол трения материала о поверхность спирали, а $\varphi = \operatorname{arctg}(\mu_1 / \cos \theta)$, то можно записать уравнения равновесия в следующем виде:

$$N_1 \frac{\cos(\alpha + \varphi) \cos \theta}{\cos \varphi} - mg - T_2 \sin \beta = 0 \\ T_2 \cos \beta - N_1 \frac{\sin(\alpha + \varphi) \cos \theta}{\cos \varphi} = 0$$

После решения этих уравнений при давлении N_1 , получим:

$$\frac{T_2 \cos \beta}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} - mg - T_2 \sin \beta = 0$$

или

$$T_2 \left[\frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} - \operatorname{tg} \beta \right] = \frac{mg}{\cos \beta} \quad (14)$$

Пользуясь зависимостью

$$1 / \cos \beta = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta} = \sqrt{1 + v_0^2 / (\omega r - v_0 / \operatorname{tg} \alpha)^2}$$

и исключая T_2 , преобразуем уравнение (14):

$$\mu_2 r (\omega - 2\pi v_0 / S)^2 \left[1 / \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) - v_0 / (\omega r - v_0 / \operatorname{tg} \alpha) \right] = g \sqrt{1 + v_0^2 / (\omega r - v_0 / \operatorname{tg} \alpha)^2} \\ \mu_2 r \omega^2 (1 + \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \alpha)^2 \left[1 / \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) - \operatorname{tg} \beta \right] = g \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta} \quad (15)$$

Далее можно найти скорость осевого перемещения v_0 частицы материала и определить наименьшую угловую скорость вращения спирали, при которой осевое перемещение частицы материала становится

невозможным. Приравняв скорость v_0 нулю, получим:

$$\frac{\mu_2 \omega_{\min}^2 r}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = g$$

Наименьшая частота вращения:

$$n_{\min} = \omega_{\min} / (2\pi) = (1 / 2\pi) \sqrt{(g \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)) / (r \mu_2)} \quad (16)$$

При $S = 2r = 0,1$ м; $\mu_2 = \mu = 0,4$; $\theta = 20^\circ$, наименьшая частота вращения спирали будет $n = 281$ мин⁻¹

Полученное выражение показывает, что наименьшее число оборотов будет тем больше, чем меньше диаметр спирали и коэффициент трения материала об образующую кожуха и чем больше угол подъема винтовой линии и коэффициент трения материала о винтовую поверхность спирали.

Так как значение $\operatorname{tg}\beta$ в уравнении (15) менее единицы, следовательно можно заменить это уравнение приближенным

$$\frac{\mu_2 r \omega^2}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = g \left(1 + \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} \right)^2,$$

или, подставив величины из уравнения (15),

$$\frac{\omega^2}{\omega_{\min}^2} = \left(1 + \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} \right)^2,$$

откуда

$$\operatorname{tg}\beta = \left(\frac{\omega}{\omega_k} - 1 \right) \operatorname{tg}\alpha \quad (17)$$

При этом скорость осевого перемещения частицы

$$v_0 = r \omega \frac{\operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg}\beta / \operatorname{tg}\alpha} = r \omega \frac{(\omega / \omega_{\min} - 1) \operatorname{tg}\alpha}{\omega / \omega_{\min}} = r \omega \left(1 - \frac{\omega_{\min}}{\omega} \right) \operatorname{tg}\alpha$$

или

$$v_0 = \pi D n (1 - n_e / n) \operatorname{tg}\alpha \quad (18)$$

где n – рабочая частота вращения спирального винта, мин⁻¹.

Подставив в это уравнение значение $\operatorname{tg}\alpha$ из уравнения (1), получим:

$$v_0 = Sn \left(1 - \frac{n_{\min}}{n} \right).$$

Таким образом, скорость осевого перемещения частицы материала будет тем больше, чем больше частота вращения и шаг спирали и чем меньше наименьшая ее частота вращения.

Скорость скольжения частицы по поверхности спирали можно определить из треугольника ABC (рисунок 3). Скорость скольжения:

$$v_c = \frac{BC}{\Delta t}.$$

Так как

$$BC = \frac{AC}{\sin \alpha} = \frac{v_0 \Delta t}{\sin \alpha},$$

$$v_c = \frac{v_0}{\sin \alpha} = \frac{Sn}{\sin \alpha} \left(1 - \frac{n_{\min}}{n} \right) \quad (19)$$

то

Согласно уравнениям (5) и (18) абсолютная скорость движения частицы

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \left(r\omega - \frac{v_0}{\operatorname{tg}\alpha} \right)^2} = r\omega \sqrt{\left(1 - \frac{\omega_{\min}}{\omega} \right)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \left(\frac{\omega_{\min}}{\omega} \right)^2} = \pi D n \sqrt{\left(1 - \frac{n_{\min}}{n} \right)^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + \left(\frac{n_{\min}}{n} \right)^2} \quad (20)$$

Библиографический список:

1. Желтов В. П. Расчёт спиральных винтовых конвейеров // Вестник машиностроения. - 1975. - № 5. - С. 18...21.
2. Желтов В. П., Григорьев А. М. Расчёт производительности крутонаклонных и вертикальных быстроходных шнеков, транспортирующих сыпучие материалы / Изв. ВУЗов // Горный журнал. - 1965. - № 10.
3. Иванов В. Г. Исследование режимов работы скоростных винтовых транспортеров - зернопогрузчиков: Автореф. дисс. канд. техн. наук. - Саратов, 1963. - 21 с.
4. Исаев Ю. М., Погодин В. П. К вопросу о движении грузов в транспортёре технологии и средства механизации сельского хозяйства // Сб. научн. тр. УГСХА. - Ульяновск, 2000. - С 34...40.
5. Исаев Ю.М. Длинномерные спирально-винтовые и транспортирующие

- устройства. Монография. ФГОУ ВПО “УГСХА” – Ульяновск :2006 – 433 с.
6. Семашкин Н.М. Распределение скоростей перемещения сыпучих материалов в спирально-винтовых устройствах / Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А. // Известия СпбГАУ. – 2010. №3.
 7. Семашкин Н.М. Нестационарный процесс перемещения сыпучего материала в транспортерах / Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А. // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2009. № 3. с. 65...68.

CALCULATION OF PARTICLE SPEED IN A SPIRAL-SCREW TRANSPORTER DURING ITS MOVEMENT

Isaev Y.M., Zlobin V.A., Milashkina O.V., Brokert V.V.

Keywords: *spiral screw, feed, particle velocity, bulk material, casing, conveyor, loader device.*

The article discusses the theory for calculating the speed of movement of a single particle in a transporting device with a spiral-helical working body. As a result of the work, we obtained the minimum rotational speed of the working member, at which the movement of the particle of the bulk material begins.

УДК 725.38

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДИЛЕРА

*Кузьмин И.В., магистрант 2 курса инженерного факультета,
Дежаткин М.Е., к.т.н., доцент,
тел.: 8(9510) 99-93-05, E-mail: posledny-samuray@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: дилерский пункт, зона обслуживания, коэффициент потребности в машинах, коэффициент оснащенности (обеспеченности) технологическим оборудованием.

На основании ряда рассмотренных методик поиска оптимального месторасположения ремонтно-технической базы (РТБ), а также анализа математических и геометрических способов приемлемых для решения поставленной задачи, предлагается следующая методика.

Первоначально для каждого населенного пункта (места расположения фермерского хозяйства (ФХ)) на географической карте, отмечается марочный и количественный состав машин, подлежащих обслуживанию. Затем указывается коэффициент оснащенности (обеспеченности) технологическим оборудованием K_0 и рассчитывается: коэффициенты потребности в машинах K_n (обусловленный платежеспособным спросом) [1, 2, 3, 4]. Коэффициент потребности для укрупненных расчетов можно вычислить по формуле:

$$K_n = \frac{Q_i^{\Phi}}{Q_i^T} - \frac{1}{Q_i^{\Phi X}} \quad (1)$$

где Q_i^{Φ} - фактическое количество i -й марки машин в районе, ед.;

Q_i^T - требуемое количество машин i -й марки, ед.;

$Q_i^{\Phi X}$ - фактическое количество машин i -й марки в хозяйстве, ед.

Конечно в условиях платежеспособного спроса, нужно вводить коэффициент спроса на ту или иную технику. Однако принимаем условие, что спрос на рассматриваемые марки машин равномерен, а дилерский пункт (ДП) на приемлемых для крестьян условиях сможет удовлетворить потребность ФХ в сельскохозяйственной технике. Коэффициент обеспеченности технологическим оборудованием для выполнения

операций технического обслуживания и диагностики, определяется по формуле:

$$K_o = \frac{N_{\Phi}}{N_n} \quad (2)$$

где N_{Φ} - фактически присутствующее количество оборудования, ед.;

N_n - необходимое количество оборудования, ед.

Данный бальный коэффициент, определяет степень пригодности ремонтно-технической базы, мастерской или ПТО отдельно взятого хозяйства к тем или иным видам ремонтно-обслуживающих работ. В совокупности $K_o = 1$, для полностью технически вооруженного хозяйства, пригодного для диагностических и обслуживающих работ. Выбранный для исследования административный район помещается в прямоугольную систему координат (x, y) с обозначением мест расположения фермерских хозяйств на карте: 1, 2, 3, ..., n. Спроектировав точки-пункты (Q_1, Q_2, \dots, Q_n) на оси координат, находим их значения x_1, x_2, \dots, x_n и y_1, y_2, \dots, y_n . Затем определяются координаты искомой точки ДП, к которой тяготеют объекты обслуживания [5, 6, 7].

Найденные точки, по определению является искомыми для размещения ПТО ДП, так как они оптимально расположены относительно потенциальных клиентов, располагающих объектами обслуживания. В конечном итоге, оптимальное расположение определяет минимальные транспортные затраты ПТО и самих клиентов. Но для принятия окончательного решения о размещении ПТО требуется анализ инженерно-технических, социально-экономических факторов, т.е. наличие требуемой рабочей силы и их квалификация, воды, топлива, электроэнергии, подъездных автомобильных и железнодорожных путей и пр. [8, 9].

Таким образом, месторасположение пунктов технического обслуживания дилера определяется с использованием трех основных правил:

1. При одинаковом количестве объектов подлежащих обслуживанию внутри зоны обслуживания (т.е. при одинаковом значении критерия оптимальности), но различном обеспечении необходимым технологическим оборудованием (значение коэффициента K_o), искомая точка ПТО ДП переносится в точку расположения хозяйства с наилучшим значением коэффициента обеспеченности.

При равных значениях критериев оптимальности и равных коэффициентах обеспеченности, искомая точка расположения ПТО ДП пере-

носится в точку, расстояние до которой наименьшее от найденной.

При различных значениях критериев оптимальности и одинаковых значениях коэффициентов обеспеченности, искомая точка ПТО ДП переносится в точку, имеющую наибольшее значение критерия оптимальности.

Таким образом, значения выбранного критерия будут находиться в некотором интервале [10, 11, 12]. Величина этого интервала влияет на принятие решения о выборе месторасположения ПТО ДП, поэтому координаты искомой точки в большей степени определяют исходную точку начала решения задачи, которая находится среди множества объектов некоторой ограниченной рамками области. Такая область имеет свое название - зона обслуживания.

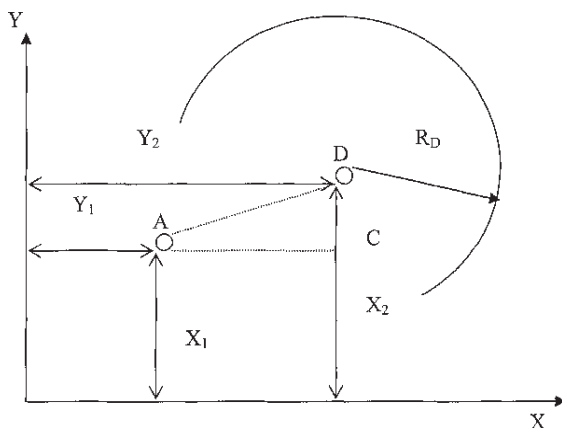


Рисунок 1 - Геометрическое изображение проверки условия $RA \leq RD$

Проведение технического обслуживания машин в гарантийный и послегарантийный периоды, осуществляется дилером через систему пунктов ТО, определяющую зону обслуживания дилера, расположенного в рассматриваемом регионе. Геометрическая интерпретация зоны обслуживания, на основании размеров которой происходит формирование базы данных количества объектов обслуживания, представлена графически в системе координат (рис.1). Здесь в точке А с координата-

ми (x_0, y_0) находится фермерское хозяйство. На некотором удалении AD, в точке D с координатами (x_2, y_2) находится ПТО дилера.

Библиографический список:

1. Обеспечение надежности и экологичности автомобилей на основе оценки параметров их работы и качества запасных частей / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова, М.Е. Дежаткин. - Ульяновск, 2015. – 95 с.
2. Варнаков Д.В. Повышение эффективности технического сервиса машин путём моделирования и оптимизации ремонтных воздействий / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. М.Е. Дежаткин. – Башкирский ГАУ, 2015. – С. 32-39.
3. Оптимизация размещения пунктов технического обслуживания машин / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. М.Е. Дежаткин, Е.А. Варнакова, С.А. Симачков, И.В. Кузьмин. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. RUS 2018613761 07.02.2018.
4. Обоснование оптимального выбора процессов консервации машин / Д.В. Варнаков, М.А. Афонин, М.Е. Дежаткин, И.С. Смирнова, В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. RUS 2018613762, 07.02.2018.
5. Организация аварийно-спасательных и других неотложных работ / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, Е.А. Варнакова, М.Е. Дежаткин / Учебно-методическое пособие. – Ульяновск: УлГУ, 2016. – 67 с.
6. Варнаков В.В. Теоретические основы оптимизации управления поставок запасных частей при техническом сервисе / В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин, П.А. Турайкин // Международная научно-практическая конференция: Автоматизация: проблемы, идеи, решения. – 2008. – С. 77-80.
7. Варнаков В.В. Основы методики входного контроля качества запасных частей при проведении технического сервиса машин и оборудования / В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин, М.В. Завьялов // Инноватика. - Ульяновск: УлГУ, 2010. - Т. 2010. - С. 162.
8. Варнаков Д.В. Немарковские управляемые случайные процессы в задачах оптимизации технического обслуживания машин / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Международная конференция: Опто-наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы. - 2015. - С. 201-202.
9. Варнаков Д.В. Оптимизация системы технического сервиса путем внедрения обслуживания по фактическому состоянию машин / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 2. - С. 168-173.
10. Варнаков Д.В. Стратегии повышения эффективности технического сервиса машин / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Международная

конференция: Опто-наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы. - 2015. - С. 199-200.

11. Варнаков В.В. Теоретическое обоснование применения метода оценки качества комплектующих (ФМЕА) на основе установления границ допустимого риска / В.В. Варнаков, Д.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Международный научный журнал. - 2012. - № 5. - С. 88-92.
12. Варнаков Д.В. Повышение эффективности технического сервиса машин путем моделирования и оптимизации ремонтных воздействий / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Всероссийская научно-практическая конференция: Ремонт. Восстановление. Реновации. – Уфа, БГАУ, 2015. - С. 32-39.

SPECIFYING THE LOCATION OF POINTS MAINTENANCE SERVICE DEALER'S

Kuzmin I.V., Dezhatkin M.E.

Keywords: *dealer point, service area, coefficient of need for machines, coefficient of equipment (security) of technological equipment.*

УДК 632.98

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

*Семашкин Н.М., к.т.н., доцент, 89278127198, emotion.snm@mail.ru,
Злобин В.А., к.т.н., доцент, 89272729110, ktnzlobin@yandex.ru,
Колчин С.В., магистрант, 89378825444, stas-0503@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *спиральный винт, подача, магистраль, сыпучий материал, кожух, транспортер.*

В статье рассмотрена возможность применения спирально-винтового транспортера для механизации сельского хозяйства. Описаны области его применения и основные расчеты конструктивных и эксплуатационных параметров. Выявлены основные достоинства и недостатки использования транспортера.

Для транспортирования и погрузки сухих сыпучих материалов в хозяйствах сельскохозяйственного назначения применяют спирально-винтовые транспортеры, которые включают в себя вращающийся спирально-винтовой рабочий орган, находящийся либо в закрытом цилиндрическом кожухе, либо в открытой магистрали. Области применения такого типа транспортеров для механизации весьма обширны. Например, при использовании его в качестве кормораздатчика для подачи корма в кормушки кожух имеет через определенные интервалы открытые области. Такой способ раздачи кормов имеет большую популярность на птицеводческих и свиноводческих фермах как в зарубежных странах, так и в нашей стране [2].

Спирально-винтовые транспортеры могут быть с одним или двумя рабочими органами.

С двумя рабочими органами транспортеры применяются для перемещения зернового, зернобобового материала, молотых кормов, а также жидкостей. Для предохранения от забивания при работе спирального винта сыпучим материалом, внутрь него помещают еще одну спираль меньшего диаметра и вращающиеся в противоположном направлении. Для увеличения подачи транспортера и уменьшения трения между наружной и внутренней спиралью они имеют противоположные наливки [1].

Сыпучий материал движется равномерным слоем по всей вну-

тренней части кожуха. В спирально-винтовом транспортере продвижению материала способствуют механические силы, следовательно, область зазора между рабочими органами и кожухом могут быть изменены на большее значение [6]. С увеличением зазоров повышается пропускная способность перемещаемого сыпучего материала.

Односпиральный транспортер применяется для транспортирования сухих зерновых и порошкообразных материалов. Продукт, попадающий между витками спирального винта, под действием силы реакции со стороны наклонной плоскости спирали и силы трения со стороны внутренней поверхности кожуха перемещается в осевом направлении [5].

Подача спирально-винтового транспортера выражается следующей формулой:

$$Q = 3600 \frac{V u_0}{S} \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (1)$$

где V – объем транспортируемого продукта, м^3 ;
 u_0 – осевая скорость движения частиц, м/с ;
 S – шаг спирального винта, м .

$$V = 2\pi R_s^2 S (1 - \sqrt{1 - \psi}) \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha + \varphi}{2}, \quad (2)$$

где R – радиус витка спирали, м ; ψ – коэффициент заполнения;
 α – угол подъема направляющей винтовой линии; φ – угол трения продукта по винтовой поверхности спирали.

Исследованиями установлено, что подача сыпучего материала спирально-винтовым транспортером пропорционально увеличивается с увеличением скорости вращения рабочего органа. Наиболее экономичными частотами вращения спирального винта диаметром 50...100 мм являются 750...1200 мин^{-1} .

П. А. Преображенским были проведены исследования спирально-винтовых транспортеров на перемещение сыпучих материалов.

По результатам этих исследований автор предложил следующие рекомендации для конструктивных параметров транспортера:

Наружный диаметр спирального винта $d = (0,75 \dots 0,90) D_p$, м , где D_p – рабочий диаметр кожуха, м .

Диаметр проволоки спирального винта $\delta = (0,15 \dots 0,20) D_p$, м .

Шаг винтовой линии спирального винта $S = (0,75 \dots 1,4) D_p$, м .

Угол подъема винтовой линии оси проволоки спирали:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi d_{cp}} = 15 \dots 30^\circ, \quad (3)$$

где $d_{cp} = d - \delta$ – средний диаметр спирали, м.

Подачу спирально-винтового транспортера, по данным П. А. Преображенского, можно получить из формулы:

$$Q = k_n F_0 v \gamma_0, \quad (4)$$

где k_n – коэффициент производительности;

F_0 – рабочая площадь поперечного сечения кожуха, m^2 ;

v – средняя осевая скорость материала в m/c ;

γ_0 – объемный (насыпной) вес материала в t/m^3 .

Проведенные исследования показали, что материал перемещается потоком, диаметр которого равен наружному диаметру спирали, следовательно

$$k_n = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{4}{\pi D_p^2} = \frac{d^2}{D_p^2}, \quad (5)$$

$$F_0 = \frac{\pi D_p^2}{4} - \frac{\pi \delta^2}{4 \sin \alpha} = \frac{\pi}{4} \left(D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right), \quad (6)$$

где ω – угловая скорость;

$$R_p = \frac{D_p}{2} \text{ – радиус гибкого кожуха, м;}$$

$\alpha_p = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi D_p}$ – расчетный угол подъема угловой линии оси проволоки спирали до кожуха диаметром D_p :

$$\beta_{cp} = 90^\circ - (\alpha_p + \varphi). \quad (7)$$

Подставляя полученные значения величин в выражение, получим формулу подачи в следующем виде:

$$Q = 450 \frac{\omega \pi d^2}{D_p} \left(D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \frac{\sin \alpha_p \cos \beta_{cp}}{\cos(\alpha_p + \beta_{cp})} \gamma_0, \quad (8)$$

Для практического применения может быть рекомендована несколько упрощенная формула:

$$Q = 150 \frac{n_p d^2}{D_p} \left(D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \frac{\sin \alpha_p \cos(\alpha_p + \beta_{cp})}{\cos \alpha_p} \gamma_0, \quad (9)$$

где n – частота вращения спирально-винтового рабочего органа, мин⁻¹.

Расхождение фактически получаемой подачи и расчетной не превышает 15 %, что вполне приемлемо при инженерных расчетах [3].

При транспортировании сыпучих материалов по горизонтальному, наклонному и вертикальному направлениям подача спирально-винтового транспортера незначительно изменяется (в пределах 10...12 %).

Преимущества спирально-винтовых транспортеров заключается в следующем:

а) скорость вращения спирального винта значительно выше скорости вращения рабочего органа шнекового транспортера, что позволяет, не снижая объема подачи, уменьшить диаметр магистрали транспортера и сделать его более компактным;

б) простота конструкции, так как отсутствуют какие-либо сложные передаточные механизмы от двигателя к рабочему органу;

в) материал может транспортироваться по пространственной кривой при различном изгибе магистрали транспортера;

г) эластичность винтовой рабочего органа значительно снижает повреждение сыпучего материала дроблением.

Основными недостатками спирально-винтовых транспортеров следует считать низкую эксплуатационную надежность и технологическую сложность выполнения рабочих органов большой длины с одинаковыми механическими свойствами.

Библиографический список:

1. Артемьев В. Г., Исаев Ю. М., Губейдуллин Х. Х. Осевая скорость сыпучего материала в пружинном транспортёре / Научный вестник. Вып. 5 // Технолог, институт ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА».- Димитровград, 2006. - С. 3...8.
2. Полканов И. П., Артемьев В. Г., Игонин В. Н. Теоретические основы выбора транспортирующих устройств сельскохозяйственных машин / Тезисы докл. научн. конф. / Интенсификация и использования механизированных процессов. - Ульяновск. - 1988.-С. 26...29.
3. Преображенский П. А. Транспортирование порошкообразных и мелкозернистых материалов гибким шнеком. Дисс. канд. техн. наук. - Казань, 1964. - 200 с.
4. Преображенский П. А., Григорьев А. М. Сравнительная оценка методов рас-

чёта производительности односпирального гибкого шнека // Химическое и нефтяное машиностроение. - 1970. - № 3.

5. Пружина - универсальный грузчик // Техника молодёжи. -1971. - №10.
6. Резник Е.И. Исследование процесса перемещения сыпучих кормов спирально-винтовыми транспортерами: Автореф. дисс. канд. техн. наук. - М., 1970. - 22 с.

ANALYSIS OF OPERATIONAL PARAMETERS SPIRAL-SCREW TRANSPORTER

Semashkin N.M., Zlobin V.A., Kolchin S.V.

Key words: *spiral screw, feed, line, bulk material, casing, conveyor.*

The article considers the possibility of using a spiral-screw conveyor for the mechanization of agriculture. The areas of its application and the basic calculations of the design and operational parameters are described. The main advantages and disadvantages of using the conveyor are revealed.

УДК 631.431

СЕРВИС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В АПК РФ

*Карпенко М.А., к.т.н., доцент,
тел.: 89050357550, e-mail: mikhailcarpenko@yandex.ru,
Карпенко Г.В., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-95, e-mail: karpenko.galina@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *рентабельность, эффективность, техника, режим эксплуатации; качество, техническое обслуживание, ремонт, кадровый состав.*

Рассматриваются факторы снижения рентабельности сельскохозяйственных предприятий. Проанализированы этапы, на которых обеспечиваются показатели эффективности функционирования техники, которые рассмотрены с позиций служб технического сервиса. Отмечено, что внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий и сложной дорогостоящей техники требует в настоящее время повышения уровня подготовки кадрового состава АПК, как механизаторов, так и специалистов среднего и высшего звена.

Введение. Высокоэффективное использование техники на современном этапе развития агропромышленного комплекса позволяет добиться рентабельности сельскохозяйственного производства.

Большинство сельскохозяйственных предприятий РФ в настоящее время из-за отсутствия финансовых средств находится в сложной экономической ситуации. В связи с этим их технический парк практически не обновляется и количество его год от года снижается. На конец 2017 г. парк тракторов составлял менее 223,4 тыс. шт. когда в 2014 г. он насчитывал 247,3 тыс. шт. зерноуборочных комбайнов соответственно 59,3 тыс. шт. и 64,4 тыс. шт. Согласно данным Минсельхоза РФ, по состоянию на 2017 год средний возраст трактора в российском парке сельхозтехники составил 25 лет. Несколько лучше ситуация с комбайнами. По зерноуборочной технике аналогичный показатель составляет 8 лет, по кормоуборочным комбайнам – 7. Однако тракторы являются определяющей в количественном отношении позицией в парке, а текущая нехватка (до оптимального по расчетам Минсельхоза уровня) комбайнов составляет около 30% [1, 2].

Обсуждение. Ключевыми характеристиками российского парка сельхозтехники остаются общая тенденция его сокращения и низкие

темпы обновления по большинству видов сельхозмашин. Все перечисленное относится к негативным факторам, отражающим слабость внутреннего рынка России.

Это обуславливает ряд серьезных негативных последствий для сельскохозяйственного производства [3]:

- большую нагрузку на работоспособную технику вследствие недостаточной обеспеченности ею (на 1000 га в 2017 г. приходилось 2 трактора и 1,6 комбайна, а в 2008 г. было 4 и 7 соответственно. В Германии в 2017 г. показатель для сравнения: 65 тракторов и 11,5 комбайнов);
- низкий коэффициент обновления техники: тракторов 3,3%; зерноуборочных комбайнов 6,6%;
- потери урожая до 20...60% из-за простоев техники или эксплуатации её при ненормируемом техническом состоянии.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств.

Возникает вопрос: каким образом повысить эффективность использования техники?

Для ответа на поставленный вопрос анализируем этапы, на которых обеспечивается указанная эффективность: проектирование; изготовление; эксплуатация.

Первые два этапа являются ответственными и важными в вопросах обеспечения эффективности функционирования техники, используемой в сельском хозяйстве, однако в явном виде они не связаны с использованием имеющейся на сегодняшний день в хозяйствах техники, вследствие чего в дальнейшем рассматриваться не будут.

Технический сервис обуславливает эффективность функционирования сельскохозяйственной техники при эксплуатации [4, 5, 6]. Здесь влияют три показателя: рациональность режимов эксплуатации; качество технического обслуживания и хранения; прогрессивность ремонта.

Анализируем эффективность функционирования техники в АПК с позиции организации работы служб технического сервиса (ТС).

В общем случае рациональная организация технического сервиса АПК требует наличия следующих служб: технологической; инженерной; информационно-консультационной.

Основное направление деятельности технологической службы - установление номинальных регулировочных параметров и контроль допустимой нагрузки на технику.

Инженерная служба занимается техническим обслуживанием и хранением техники, а также её ремонтом. Она включает в себя подраз-

деления: по проведению диагностики, обеспечению запчастями, выполнению дилерских операций.

Информационно-консультационная служба оказывает информационные и консультационные услуги по техническим и технологическим вопросам эксплуатации и ремонта техники, направленных на повышение оперативности и эффективности выполняемых технологических процессов.

Качество технического обслуживания и хранения обеспечивается своевременностью проведения предусмотренных мероприятий. Прогрессивность ремонта достигается путём применения эффективных технологий и технических средств для ремонта техники. При этом качество технического обслуживания и хранения, а также прогрессивность ремонта техники зависят от деятельности инженерной службы ТС АПК.

Информационную поддержку для достижения требуемых значений показателей эффективности функционирования техники осуществляет информационно-консультационная служба ТС АПК.

Рассмотрев в комплексе, с одной стороны, состав и деятельность служб ТС, за счёт которых достигается эффективность использования техники в АПК, и, с другой - требуемые значения показателей указанной эффективности, можем констатировать, что рациональная структура технического сервиса АПК способна обеспечить требуемые параметры эффективного функционирования техники. Однако эффективность технического сервиса, а следовательно, и работоспособность техники в значительной мере зависит от кадрового состава АПК. Внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий и сложной дорогостоящей техники требует в настоящее время повышения уровня подготовки кадрового состава АПК, как механизаторов, так и специалистов среднего и высшего звена [7, 8]. Это подтверждается результатами современных исследователей [9], которые указывают на значительное влияние кадрового состава на эффективность использования техники. Поэтому необходимо обозначить круг задач и провести углубленные исследования в этом направлении.

Выводы. Рациональный набор служб технического сервиса АПК способен обеспечить выполнение технических и технологических требований, предъявляемых к технике, и стать основой её эффективного функционирования в сельскохозяйственном производстве.

Необходимо определить круг задач и провести исследования по влиянию кадрового состава АПК на эффективность использования техники.

Библиографический список:

1. <https://dcenter.hse.ru/>.
2. Организация технического сервиса по фактическому состоянию машин на

- основе оценки их параметрической надежности / О.Н. Дидманидзе, Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, А.М. Карев. - Москва, - 2016. – 126 с.
3. Варнаков, Д.В. Оптимизация системы технического сервиса путем внедрения обслуживания по фактическому состоянию машин / Д.В. Варнаков, В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 2. - С. 168-173.
 4. Карпенко, М.А. Ресурсосбережение при проведении обкатки двигателей после ремонта // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - Ульяновск – 2017. - № 1(37). – С. 167-170.
 5. Карпенко, М.А. Влияние технического сервиса на надежность машин при эксплуатации / М.А. Карпенко // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». - Ульяновск: УГСХА, 2016. Т. II. – С. 71-76.
 6. Концепция экологически устойчивой модели функционирования системы АПК / Строганов Ю.Н., Огнев И.Г., Глуценко А.А. и др. // Известия Международной академии аграрного образования. - 2016. - № 26. - С. 33-36.
 7. Сетевое взаимодействие аграрных вузов как современный способ подготовки высококвалифицированных специалистов / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко и др. // Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем образовании». - Ульяновск, УГСХА, 2016. – С. 65-69.
 8. Обучение охране труда водителей транспортных средств – основа безопасности / Г.В. Карпенко, В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, М.А. Карпенко // Материалы VII международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития». - Ульяновск: УГСХА, 2016. Т. II. – С. 189-195.
 9. Selective support for the development of regional vocational education services: the russian experience / Akhmetov L.G., Khramova N.A., Sychenkova A.V., Chudnovskiy A.D., Pugacheva N.B., Pavlushin A.A., Varlamova M.V., Khilsher V.A. // International Review of Management and Marketing. - 2016. Т. 6. № 2. - С.

THE TECHNICAL SERVICE AGRICULTURAL MACHINERY IN AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Karpenko M. A., Karpenko G. V.

Key words: *profitability, efficiency, technique, operation mode; quality, maintenance, repair, personnel.*

Factors of decrease in profitability of the agricultural enterprises are considered. The stages at which the performance indicators of the equipment are provided are analyzed, which are considered from the standpoint of technical services. It is noted that the introduction of advanced resource-saving technologies and complex expensive equipment currently requires an increase in the level of training of the personnel of agriculture, as machine operators and middle and senior specialists.

УДК 621.436:662.756.3

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАГРЕВА, ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И ЭМУЛЬГАЦИИ СМЕСИ РАПСОВОГО МАСЛА С ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ

*Кожевников С.А., к.т.н., старший преподаватель
Технологический институт – филиал ФГОУ ВО Ульяновский ГАУ,
г. Димитровград, Россия, E-mail:ser16101964@yandex.ru*

Ключевые слова: рапсовое масло, дизельное топливо.

Рассмотрен обзор по устройствам, позволяющим применять рапсовое масло в качестве дизельного топлива и принципиальную схему предлагаемого устройства для нагрева, перемешивания, и эмульгации смеси рапсового масла с дизельным топливом.

В России и за рубежом, помимо применения чистого биодизельного топлива рассматриваются практические аспекты использования в дизельных двигателях БТ из растительного сырья следующих видов:

натуральное рапсовое масло(РМ) в чистом виде - исследования показали, что оно имеет плохие пусковые свойства при пониженной температуре, склонность к окислению при хранении, а из-за наличия свободных кислот более агрессивно к конструкционным и уплотнительным материалам;

биотопливо(БТ), состоящее из смеси РМ с ДТ: в пропорции 75% РМ и 25% ДТ, данное топливо обладает наилучшим соотношением баланса энергии (39,8 ГДЖ);

биотопливо в виде смеси ДТ и метилового эфира РМ (МЭРМ).

Биодизель значительно чище солярки: выброс сажи меньше на 50%, СО – на 10-12, СН – на 20%; содержание серы в выхлопе – 0,005-0,05% против 0,2-0,5% у солярки. Из-за высокого содержания кислорода в биодизельном топливе (10%) в отработавших газах автомобиля больше окислов азота. Но этот показатель снижается до нормы после соответствующих настроек топливной системы (путем уменьшения угла опережения впрыскивания топлива).

Однако что касается перехода с ДТ на такие масла с чисто технической точки зрения, то здесь далеко не все ясно. Более того, существует множество проблем. Так, возьмем РМ, которое считается наиболее перспективной альтернативой ДТ.

При переходе на это топливо получается, что из-за его высокой

вязкости ухудшается смесеобразование и наполняемость, что в свою очередь приводит к неравномерности работы дизеля и ухудшению его эксплуатационных качеств.

Для решения этих проблем острой необходимостью встало изобретение устройства позволяющего использовать вязкие продукты в качестве БТ в дизелях. Известно устройство для подачи топлива, склонного к образованию парафинов, состоящая из корпуса, в нутрии которого расположен нагревательный элемент в виде проволоочки, соединенный с источником электрического тока и двух патрубков для подачи холодного и выхода подогретого топлива.

Топливо, проходя по топливопроводном, через патрубки попадает в устройство, где под воздействием нагревательного элемента нагревается.

Недостатком данного устройства является низкая надежность подачи топлива, склонного к образованию парафинов. При низких температурах окружающей среды, вследствие выделения парафинов в топливопроводных патрубках образуются парафиновые пробки, ведущие к перебоям в подаче топлива к устройству. Кроме того, даже подогретое в устройстве топливо, проходя по топливопроводным патрубкам, при низких температурах окружающей среды остывает до температуры застывания в результате чего прекращается подача топлива к потребителю, вследствие образования парафиновых

Учитывая опыт предыдущих изобретений, нами предлагается устройство, которое лишено вышеприведённых недостатков. Это достигается за счёт применение пружины в качестве смесителя, гомогенизатора и насоса, пробок в топливопроводных патрубках.

На рис.1 представлена принципиальная схема нашего устройства.

Устройство содержит: дополнительный бак (1), топливопровод подвода товарного топлива (2), основной бак (3) с топливопроводом подвода вязкого топлива (4), электровентильми подвода (5 и 6), со штуцерами подвода (7) и отвода (8) отработавших газов, с электровентильми, соответственно (11 и 12), корпуса смесителя (13), пружины (14), крыльчатки (15), корпус крыльчатки (16) со штуцером подвода (9) и отвода (10) отработавших газов, топливопровод отвода смесового топлива (11), датчик температуры (не показан).

Устройство работает следующим образом. При запуске дизеля товарное топливо из дополнительного бака (1), через (регулируемый) электровентиль (5), поступает в корпус смесителя (13), топливопровод отвода смесового топлива (11) и подводится к двигателю. После прогрева двигателя и при увеличении нагрузки вязкое топливо поступает из

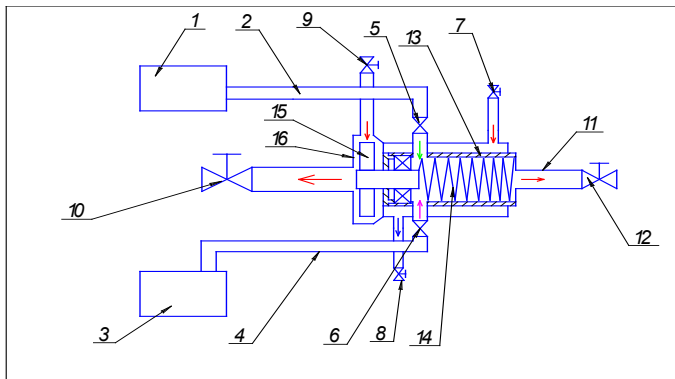


Рисунок 1 - Принципиальная схема устройства в топливной системе автомобиля

основного бака, через электроventиль в корпус смесителя (13), где подогревается отработавшими газами через стенку корпуса до оптимальной температуры, определяемой датчиком температуры. Состав смеси топлива регулируется электроventильями подвода топлива (5и 6), которые управляются электронным блоком управления (не показан). Датчик температуры подаёт команду на ЭБУ, который подаёт импульсы на электроventиль подвода отработавших газов (7), который, в свою очередь, подаёт в теплообменник необходимое количество отработавших газов. Тепло отработавших газов передаётся через стенки корпуса смесителя и подогревает топливо до оптимальной температуры.

Подогретая смесь определённого состава тщательно перемешивается. Перемешивание осуществляется за счёт вращения пружины (14), имеющей привод от крыльчатки (15), которая, в свою очередь, приводится во вращение за счёт отработавших газов, поступающих в тангенциально расположенный патрубок (9).

Предлагаемое устройство позволяет:

- получать смесь из топлив с различными вязкостными характеристиками.
- улучшает условия теплообмена в зоне соприкосновения смеси с горячими стенками корпуса смесителя без ухудшения свойств смеси топлива.
- уменьшает гидравлическое сопротивление в топливопроводе, за счёт подпора топлива в линии низкого давления до ТНВД и сопрово-

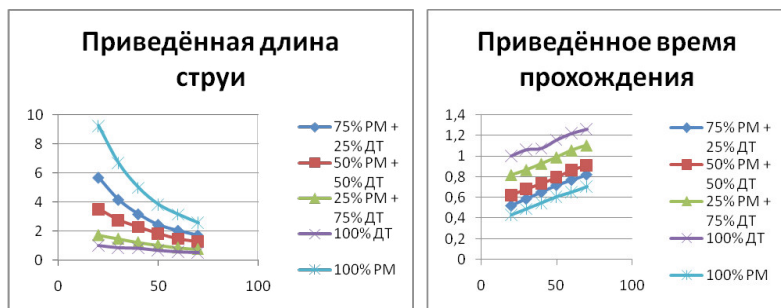


Рисунок 2 - Графики изменения показателей работы топливной системы от температуры смеси

ждается увеличением его производительности.

- подготовить смесевое топливо необходимой вязкости из топлив с различными (значительно отличающимися) вязкостными характеристиками.

При проведении исследований со смесями различных концентраций, нами были получены данные по которым построены следующие графики, показанные на рисунке 2.

Устройство повышает надёжность подачи смесевое топлива путём подогрева его температуры, что приводит к улучшению смесеобразования, и, следовательно, значительному снижению расхода дизельного топлива и снижению выбросов токсичных веществ.

Теплообменник выполнен в виде цилиндрических элементов, размещённых симметрично и параллельно топливопроводу.

- электроventиль, установленный на входе в теплообменник позволяет поддерживать оптимальную температуру при различных составах смесевое топлива и режима работы двигателя.

- смеситель устройства позволяет более тонко перемешивать товарное топливо и вязкое топливо.

Библиографический список:

1. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.

2. Ефанов А.А. Улучшение экологических характеристик дизеля регулированием состава смесевого биотоплива: автореф.дис....к.т.н.: 05.04.02.:защищена 12.02.2008/ Ефанов Алексей Александрович.-М.-2008.
3. Марков В.А., Гайворонский А.И. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля //Автомобильная промышленность.-2006. -№2.
4. Шашев А.В. Совершенствование рабочего процесса дизеля с объемно-плёночным смесеобразованием при использовании в качестве топлива рапсового масла: автореф.дис....к.т.н.: 05.04.02.:защищена 2.07.2008/ Шашев Александр Валентинович.-Барнаул.-2008.

DEVICE FOR HEATING, MIXING AND EMULSIFICATION OF THE MIXTURE OF RAPESEED OIL WITH DIESEL FUEL

Kogevnikov S.A.

Key words: *rapeseed oil, diesel fuel.*

An overview of devices that allow the use of rapeseed oil as a diesel fuel and a schematic diagram of the proposed device for heating, stirring, and emulsifying a mixture of rapeseed oil with diesel fuel is Considered.

УДК 631:362.7

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор, Павлушин А.А., д.т.н., профессор,
Сутягин С.А., к.т.н., доцент, Артемьев В.В., студент,
тел. 89278311160, vadim.artemev_99@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *свекловичный жом, сушка свекловичного жома, установка контактного типа.*

В статье рассмотрены основные конструкции установок для сушки свекловичного жома. Выявлены их основные достоинства и недостатки. Предложена усовершенствованная конструкция установок для сушки свекловичного жома.

Свекловичный жом это масса из стружек сахарной свёклы, которую получают после переработки и выделения сахара из свёклы. Слабо отжатый свекловичный жом содержит до 7 % сухого вещества, 0,6 % сырого протеина, 0,1 % сырого жира, 4,8 % безазотистых экстрактивных веществ и около 0,3 % золы. Такой жом является ценным кормом для сельскохозяйственных животных, поэтому его сушат и широко используют на фермерских хозяйствах для кормления животных.

Свекловичный жом сушат до влажности 13...14 %. Такой свекловичный жом содержит не менее 1,4 % сахара и до 7 % протеина. Высушенный свекловичный жом является хорошим углеводистым кормом. При добавлении свекловичного жома в рацион питания сельскохозяйственным животным, повышаются например удой коров на 25 % и прирост массы молодняка крупного рогатого скота до 30 %.

В настоящее время технология сушки свекловичного жома несовершенна, так как существующие средства механизации этого процесса имеют существенные недостатки. Например, существующая барабанная установка БССЖ-10 затрачивает свыше 5,5 МДж на кг свекловичного жома. Кроме этого, серийные установки для сушки свекловичного жома имеют сложную конструкцию, высокую металлоемкость и не обеспечивают требуемое качество сушки жома из-за неравномерного нагрева обрабатываемого продукта [1, 2]. Это связано с тем, что влажный свекловичный жом обрабатывают в серийных установках в плотном слое и большая его часть не нагревается и не высыхает. Поэтому разработка

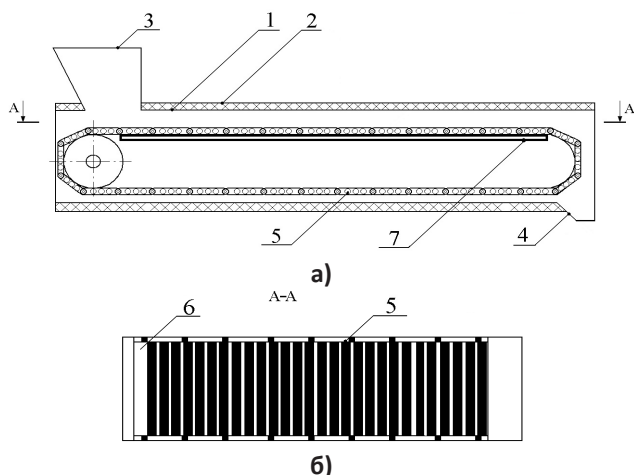


Рисунок – Установка контактного типа для сушки свекловичного жома,

где: а) – общий вид установки; б) – разрез по А-А;

1 - кожух, 2 - материал теплоизолирующий, 3 – бункер загрузочный, 4 – окно выгрузное, 5 – рабочий орган, 6 – пластина, 7 – нагревательный элемент

принципиально новой установки, обеспечивающей требуемое качество сушки свекловичного жома при минимальных удельных затратах энергии, является актуальной и важной научно-технической задачей.

Нами предложена принципиально новая установка контактного типа для сушки свекловичного жома (рисунок) [3, 4, 5, 6, 7].

Предложенная установка для сушки свекловичного жома работает следующим образом. Включают нагревательные элементы. Затем включают привод транспортирующего рабочего органа. При движении бесконечной цепи валы соприкасаются с верхней частью короба и за счет сил трения вращаются вокруг своей оси по направлению движения транспортирующего рабочего органа. Затем подают свекловичный жом в загрузочный бункер, откуда он поступает на вращающиеся валы. Расстояние между валами не превышает минимального размера перемещаемого продукта, за счет этого свекловичный жом не проваливается вниз между ними, а за счет вращения валов перемещается к выгрузному окну. Нагревательные элементы нагревают верхнюю часть короба,

а также соприкасающиеся с верхней частью короба валы. Нагретые и вращающиеся валы в свою очередь нагревают перемещающийся по ним тонкий слой свекловичного жома, который, также нагревается, теряя излишки влаги. Излишки влаги в виде пара удаляются из устройства частично через выгрузное окно, а частично - через загрузочный бункер. Готовый продукт удаляется из устройства через выгрузное окно [1, 3, 5].

Таким образом, улучшение качества сушки свекловичного жома достигается за счет выполнения транспортирующего рабочего органа в виде бесконечной цепи с шарнирно закрепленными соосными валами, расстояние между которыми не превышает минимального размера перемещаемого продукта. Это позволяет перемещать свекловичный жом в тонком слое к выгрузному окну без налипания на валы. Требуемая температура нагрева свекловичного жома обеспечивается за счет его контакта с нагретыми вращающимися валами от верхней части короба, температура нагрева которой обеспечивается нагревательными элементами.

Библиографический список:

1. Курдюмов, В.И. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А.Сутягин/ Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2016. С. 312-315.
2. Курдюмов В.И. Совершенствование сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин/ Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 1. С. 154-158.
3. Патент 161628 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015147939; заявл.06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.
4. Патент 156155 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015128649; заявл. 14.07.2015; опубл. 27.10.2015 г., Бюл. № 30.
5. Патент 161566 Российской Федерации, МПК А23В 7/00. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015147941; заявл. 06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.
6. Патент 161567 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015147941; заявл. 06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.

тель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015147949; заявл. 06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.

7. Патент 161627 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - №2015147937; заявл. 06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.

DEVELOPMENT OF INSTALLATION FOR DRYING OF BEET CREAM

V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlushin, S.A. Sutyagin, V.V. Artemyev

Keywords: *beet pulp, drying beet pulp, installation of contact type.*

The article describes the basic design of installations for drying beet pulp. Identified their main advantages and disadvantages. An improved design of plants for drying beet pulp was proposed.

УДК 631.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРЕБНЕВОЙ СЕЯЛКИ

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор, тел. 8(8422) 55-95-95, vik@ugsha.ru,
Зыкин Е.С., д.т.н., профессор, тел. 8(8422) 55-95-95, evg-zykin@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *энергосбережение, энергия, технология, почва, растениеводство, возделывание.*

В статье теоретически определено тяговое сопротивление гребневой сеялки с агротехнически заданной скоростью. Теоретические изыскания процесса посева по энергосберегающей технологии позволили уточнить, что тяговое сопротивление гребневой сеялки зависит от веса рамы сеялки и ее секций, глубины погружения в почву рабочих органов сеялки, геометрических параметров колес, рабочих органов и также физико-механических свойств почвы.

Введение. В настоящее время на территории России и за границей все чаще стали применять гребневую технологию не только возделывания картофеля, но и таких пропашных культур, как соя, подсолнечник и кукуруза [1, 2, 3].

Учитывая большое число трудов ученых России, которые посвящены проблемам энергоэффективности и ресурсосбережения при применении гребневой технологии посева вышеуказанных культур и разработке средств механизации, в теории расчета требуемого тягового сопротивления гребневой сеялки с агротехнически целесообразной скоростью остаются вопросы, которые так и не решенные до настоящего времени. Кроме того, не все существующие теоретические и экспериментальные методы исследований возможно применить для новой гребневой сеялки, оснащенной плоскими дисками.

Объекты и методы исследований. Для практической реализации поверхностной предпосевной обработки поля под посев сои, кукурузы и подсолнечника по предлагаемой энергосберегающей технологии [4] разработана и изготовлена гребневая сеялка [5] (рисунок 1). Такая сеялка одновременно рыхлит почву на глубину 5 см, подрезает сорняки, формирует уплотненное ложе, высевает и укладывает семена на это ложе, образует над строчками высеянных семян гребни почвы нужных геометрических параметров и с требуемой плотностью почвы над семе-



Рисунок 1 - Гребневая сеялка: а – вид сбоку; б – вид сзади

нами. Каждая посевная секция сеялки содержит лапу-сошник, два симметрично установленных рабочих органа с плоскими дисками и один каток (рисунок 2).

Результаты исследований. При движении посевного агрегата, состоящего из трактора МТЗ-1221 и предлагаемой гребневой сеялки по поверхности поля, на опорно-приводные колеса сеялки действует дополнительная вертикальная нагрузка – вес рамы сеялки и смонтированные на ней бункеры для семян с высевающими аппаратами.

Тяговое сопротивление гребневой сеялки, H , можно определить по формуле:

$$T_{гс} = T_{опк} + T_{пс} n_{пс}, \quad (1)$$

где $T_{опк}$ – тяговое сопротивление опорно-приводных колес сеялки, H ; $T_{пс}$ –

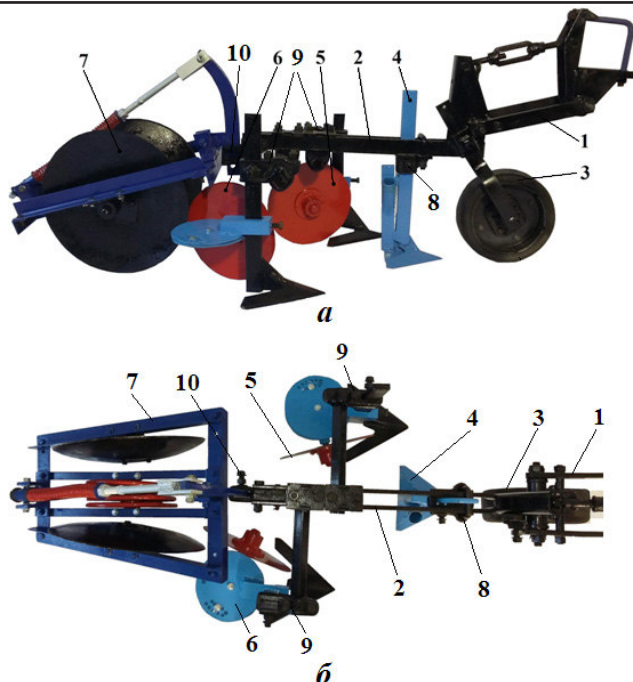


Рисунок 2 - Секция гребневой сеялки: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; 1 – параллелограммный механизм; 2 – грядиль; 3 – опорное колесо; 4 – лапа-сошник; 5, 6 – рабочие органы с правым и левым плоскими дисками; 7 – каток-гребнеобразователь; 8, 9, 10 – держатели

тяговое сопротивление посевных секций, Н; $n_{пс}$ – количество секций, шт.

Тяговое сопротивление опорно-приводных колес определим по эмпирической формуле [6]:

$$T_{опк} = 0,86 n_{опк} \sqrt[3]{\frac{(G_{опк} + G_p)^4}{q b_{опк} D_{опк}^2}}, \quad (2)$$

где $n_{опк}$ – количество опорно-приводных колес, шт.; $G_{опк}$ – вес опорно-приводных колес, Н; G_p – вес рамы, Н; $b_{опк}$ – ширина одного опорно-приводного колеса, м; $D_{опк}$ – диаметр одного опорно-приводного колеса, м.

Все посевные секции гребневой сеялки в процессе прямолинейного перемещения по полю работают в «плавающем» режиме, за счет

шарнирных узлов и параллелограмного соединения, и копирует рельеф почвы. Таким образом, вес каждой секции и установленные на секции рабочие органы на опорно-приводные колеса гребневой сеялки значительного влияния не оказывают, и им можно пренебречь, так как вес грядиля, а также установленные на нем лапа-сошник и рабочие органы с плоскими дисками воздействуют только на опорное колесо секции. Кроме того, лапа-сошник и стрельчатые лапы рабочих органов с плоскими дисками рыхлят почву без оборота пласта.

Смещение почвы с последующим ее отбрасыванием на строчки семян реализуют плоские диски. Поэтому тяговое сопротивление одной секции сеялки

$$T_{\text{пс}} = T_{\text{ок}} + \left[f_{\text{сн}} G_{\text{гр}} + k_{\text{сн}} (h_{\text{пос}} b_{\text{лс}} + n_{\text{лр}} h_{\text{л}} b_{\text{гр}}) + \varepsilon_{\text{сн}} n_{\text{пд}} F_{\text{U'W'X}} v_{\text{с}}^2 \right] + T_{\text{к-г}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{ок}}$ – тяговое сопротивление опорного колеса секции, Н; $f_{\text{сн}}$ – коэффициент сопротивления на перемещение посевной секции; $G_{\text{гр}}$ – вес грядиля с установленными на нем рабочими органами, Н; $k_{\text{сн}}$ – удельное сопротивление почвы при культивации, Н/м²; $h_{\text{пос}}$ – глубина хода в почве лапы-сошника, м; $b_{\text{лс}}$ – ширина лапы-сошника, м; $n_{\text{лр}}$ – количество стрельчатых лап, шт.; $h_{\text{л}}$ – глубина хода в почве стрельчатой лапы рабочего органа, м; $b_{\text{гр}}$ – ширина стрельчатой лапы рабочего органа, м; $\varepsilon_{\text{сн}}$ – коэффициент пропорциональности, учитывающий сопротивление почвы при ее отбрасывании, (Н·с²/м⁴); $n_{\text{пд}}$ – количество плоских дисков рабочих органов, шт.; $F_{\text{U'W'X}}$ – площадь поперечного сечения бороздки, которая формируется каждым плоским диском при формировании гребня почвы, м²; $T_{\text{к-г}}$ – тяговое сопротивление катка-гребнеобразователя, Н.

Тяговое сопротивление колеса посевной секции определим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G_{\text{ок}}^4}{q b_{\text{ок}} D_{\text{ок}}^2}}, \quad (4)$$

где $G_{\text{ок}}$ – вес опорного колеса секции, Н; $b_{\text{ок}}$ – ширина опорного колеса секции, м; $D_{\text{ок}}$ – диаметр опорного колеса секции, м.

Площадь поперечного сечения борозды, м², которую формирует плоский диск при угле атаки $\alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}$, определим по формуле [7]:

$$F_{U'W'X'} = r_{\text{пд}} \left[\pi r_{\text{пд}} \frac{\theta_{\text{пд}}}{360^\circ} - \sin \frac{\theta_{\text{пд}}}{2} (r_{\text{пд}} - h_r) \right] \sin \alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}. \quad (5)$$

Тяговое сопротивление катка-гребнеобразователя, Н, [8, 9, 10, 11]

$$(6)$$

После подстановки формул (4), (5) и (6) в выражение (3), определим тяговое сопротивление одной посевой секции:

$$T_{\text{к-г}} = 0,86 n_{\text{к}} \sqrt[3]{\frac{(G_{\text{к}} + 0,5G_{\text{к-г}})^4}{q \pi r_{\text{к}} D_{\text{к}}^2}} + f_{\text{сд}} (G_{\text{сд}} + 0,5G_{\text{к-г}}) +$$

$$+ n_{\text{сд}} \left[\rho g H_{\text{Б}}^2 \text{ctg} \gamma \text{tg} (\gamma + \varphi_2) \left(\frac{D_{\text{сд}}}{4} + 2H_{\text{Б}} \text{ctg} \gamma \frac{\Omega}{360} \right) + K_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} + G^{\text{п}} \text{tg} \varphi_2 \right] +$$

$$+ 2 \varepsilon_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} v_{\text{с}}^2. \quad (7)$$

Подставив формулы (2) и (7) в формулу (1), определим тяговое сопротивление гребневой сеялки с учетом формирования требуемых размеров предварительного сформированного бугорка почвы $H_{\text{б}}$ и окончательно сформированного гребня почвы $H_{\text{г}}$ требуемой плотности:

$$T_{\text{пс}} = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G_{\text{ок}}^4}{q b_{\text{ок}} D_{\text{ок}}^2}} + \left(f_{\text{сд}} G_{\text{гп}} + k_{\text{сд}} (h_{\text{пос}} b_{\text{пс}} + n_{\text{п}} h_{\text{г}} b_{\text{гп}}) + \varepsilon_{\text{сд}} n_{\text{пд}} v_{\text{с}}^2 \times \right.$$

$$\times \left. \left[\pi r_{\text{пд}}^2 \frac{\theta_{\text{пд}}}{360} - r_{\text{пд}} \sin \frac{\theta_{\text{пд}}}{2} (r_{\text{пд}} - h_r) \right] \sin \alpha_{\text{пд}}^{\text{п}} \right) + 0,86 n_{\text{к}} \sqrt[3]{\frac{(G_{\text{к}} + 0,5G_{\text{к-г}})^4}{q \pi r_{\text{к}} D_{\text{к}}^2}} + f_{\text{сд}} (G_{\text{сд}} + 0,5G_{\text{к-г}}) +$$

$$+ n_{\text{сд}} \left[\rho g H_{\text{Б}}^2 \text{ctg} \gamma \text{tg} (\gamma + \varphi_2) \left(\frac{D_{\text{сд}}}{4} + 2H_{\text{Б}} \text{ctg} \gamma \frac{\Omega}{360} \right) + K_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} + G^{\text{п}} \text{tg} \varphi_2 \right] +$$

$$+ 2 \varepsilon_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} v_{\text{с}}^2. \quad (8)$$

Таким образом, на тяговое сопротивление гребневой сеялки с агротехнически необходимой скоростью $v_{\text{с}}$ значительное влияние оказывают вес рамы $G_{\text{р}}$ сеялки и ее секций $G_{\text{гп}}$, глубина хода в почве лап-сошников $h_{\text{пос}}$ и стрельчатых лап $h_{\text{г}}$, размеры колес $b_{\text{опк}}$, $b_{\text{ок}}$, $D_{\text{опк}}$, $D_{\text{ок}}$ и

рабочих органов $b_{\text{лс}}$, $b_{\text{гп}}$, $r_{\text{пд}}$, $r_{\text{сд}}$, $\alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}$, $\alpha_{\text{сд}}$, а также физико-механические свойства почвы: q , $f_{\text{сд}}$, $k_{\text{сд}}$, $\varepsilon_{\text{сд}}$, γ и φ_2 .

Вывод. Формула (8) позволяет выявить соотношения между гео-

метрическими параметрами рабочих органов сеялки, глубиной обработки почвы и посева, и агротехнически необходимой скоростью перемещения посевного агрегата. При известных конструктивных параметрах и физико-механических свойствах почв можно рассчитать тяговое сопротивление гребневой сеялки и оптимизировать состав машинно-тракторного агрегата.

Библиографический список:

1. Милюткин В.А. Почвозащитные сельскохозяйственные технологии и техника для возделывания сельскохозяйственных культур / В.А. Милюткин, Н.В. Долгоруков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. - № 3. – С. 37-44.
2. Возделывание сои в Ульяновской области: практические рекомендации / А.В. Дозоров, А.Ю. Наумов, Ю.В. Ермошкин, М.Н. Гаранин, А.В. Воронин, Ю.М. Рахимова. – Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2014. – 59 с.
3. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
4. Патент 2612441 РФ, МПК А01С7/00. Способ гребневого посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, С.А. Долгов, А.В. Ерощкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА. - № 2016101307; заявл. 18.01.2016; опубл. 09.03.2017, Бюл. № 7.
5. Патент 2435353 РФ, МПК А01С7/00, А01В49/06. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010129256/13; заявл. 14.07.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34.
6. Theoretical substantiation of ridger-seeder roll draught / А.К. Subaeva, А.А. Zaimaidinov, V.I. Kurdyumov, Y.S. Zykin // Journal of Fundamental and Applied Sciences. - Appl. Sci., 2017, 9(1S), 1945-1955 (WOS: 000413464300044).
7. Курдюмов В.И. Обоснование расположения рабочих органов с плоскими дисками по ширине секции гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – № 3 (39). – С. 143-147.
8. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.
9. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия / П.С. Нартов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – 184 с.
10. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины / В.Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
11. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами / А.Н.

Зеленин. – М.: Машиностроение, 1968. – 367 с.

DETERMINATION OF TRACTIVE RESISTANCE RAISED BED PLANTER

Kurdyumov V.I., Zykin E.S.

Key words: *energy saving, energy, technology, soil, crop production, cultivation.*

The article theoretically determined traction resistance raised bed planter with agrotehnicheskij given speed. Theoretical studies of the sowing process using energy-saving technology allowed to clarify that the traction resistance of the comb seeder depends on the weight of the seeder frame and its sections, the depth of immersion in the soil of the working bodies of the seeder, the geometric parameters of the wheels, working bodies and also the physical and mechanical properties of the soil.

УДК 631:362.7

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ КОРНЕПЛОДОВ В УСТАНОВКЕ НЕПРЕРЫВНОГО ТИПА

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
Павлушин А.А., д.т.н., профессор, Сутягин С.А., к.т.н., доцент,
Тлеулева А.А., студентка
тел. 89278145773, bobishake1@gmail.com
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *очистка корнеплодов, шнековый транспортер, установка непрерывного типа.*

В статье представлены результаты анализа существующих установок для очистки корнеплодов от загрязнений. Выявлены их основные недостатки и предложена принципиально новая установка непрерывного типа для очистки корнеплодов от загрязнений.

В настоящее время в АПК важными процессом является приготовление корнеплодов в качестве корма сельскохозяйственным животным. В технологии приготовления кормов наиболее энергозатратными являются: очистка корнеплодов от загрязнений, их измельчение и смешивание измельченных компонентов. Для очистки корнеплодов используют различные технические средства, которые различны по типу рабочей камеры, по способу очистки от загрязнений, однако они имеют существенные недостатки: высокий расход жидкости, например, установка МОКА-1200 затрачивает 1,5 м³ жидкости на обработку 1 тонны очищаемой продукции, высокие удельные затраты энергии, например установка МПУ-7 на обработку 1 тонны продукта затрачивает 0,42 кВтч/т [1, 2, 3, 4, 5].

Поэтому разработка принципиально новой установки, обеспечивающей требуемое качество очистки корнеплодов от загрязнений при минимальных удельных затратах энергии, является актуальной и важной научно-технической задачей.

Нами предложена принципиально новая установка непрерывного типа для очистки корнеплодов от загрязнений (рисунок) [1, 4, 5, 6, 7].

Предложенная установка работает следующим образом. Включают привод 4 транспортирующего рабочего органа 5 и подают жидкость через форсунки 6. Затем подают в загрузочный бункер 2 корнеплоды, которые захватывает шнек 5 и перемещает корнеплоды к выгрузному окну 3. Шнек 5 перемещает корнеплоды по нижней части кожуха 1 с

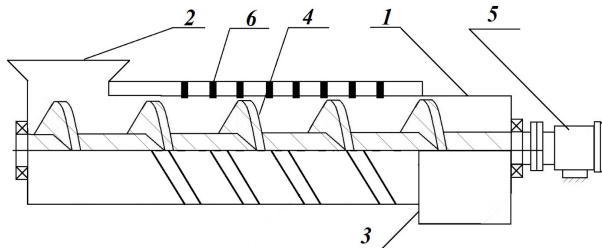


Рисунок – Установка для очистки корнеплодов от загрязнений:
1 - кожух, 2 – загрузочный бункер, 3 – выгрузное окно,
4 – привод, 5 – шнек, 6 – форсунки

прорезями, где их омывает жидкость из форсунок 6. За счет того, что угол подъема винтовых линий прорезей не совпадает с углом подъема винтовой линии шнека, корнеплоды вращаются вокруг своей оси, при этом контактируя с прорезями. При вращении корнеплодов и одновременном контакте их с прорезями улучшается качество очистки корнеплодов от загрязнений механическим способом. Подаваемая в форсунки под давлением вода омывает поверхность корнеплодов, дополнительно гидравлическим способом улучшая качество их очистки от загрязнений, которые удаляются через прорези наружу.

Сравнение основных технико-экономических показателей предложенной установки и серийного очистителя МПУ-7 представлено в таблице.

Таблица - Сравнение основных технико-экономических показателей предложенной установки и серийного очистителя МПУ-7

Показатели	Установка	
	МПУ-7	предлагаемая
Пропускная способность, т/ч	7	7
Масса, кг	700	100
Мощность оборудования, кВт	3	1
Удельная энергоемкость, кВтч/т	0,42	0,14
Удельная стоимость установок, (тыс. руб.·ч)/кг	114	14,2

В результате анализа выявлено что, предложенная установка непрерывного типа для очистки корнеплодов от загрязнений по сравнению с установкой МПУ-7 в 3 раза меньше удельная энергоёмкость при одинаковой пропускной способности. Также предложенная установка, за счёт конструктивных особенностей обеспечивает требуемое качество готового продукта за короткое время.

Таким образом, использование в фермерских хозяйствах предложенной установки непрерывного типа для очистки корнеплодов от загрязнений позволит повысить рентабельность производства корнеплодов и продуктов их переработки.

Библиографический список:

1. Курдюмов, В.И. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А.Сутягин/ Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2016. С. 312-315.
2. Курдюмов В.И. Совершенствование сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин/ Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 1. С. 154-158.
3. Патент 161628 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015147939; заявл.06.11.2015; опубл. 27.04.2016 г., Бюл. № 12.
4. Патент 156155 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки свекловичного жома / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, Б.М. Есмагул/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2015128649; заявл. 14.07.2015; опубл. 27.10.2015 г., Бюл. № 30.
5. Патент 138909 Российской Федерации, МПК А01G 9/00. Устройство для приготовления грунта для домашних растений / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, В.А. Белов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2013143407; заявл. 25.09.2013; опубл. 27.03.2014 г., Бюл. № 9.
6. Патент 138910 Российской Федерации, МПК А01G 9/06. Устройство для приготовления грунта для домашних растений / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, В.А. Белов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2013143408; заявл. 25.09.2013; опубл. 27.03.2014 г., Бюл. № 9.
7. Патент 138909 Российской Федерации, МПК А01G 9/00. Устройство для приготовления грунта для домашних растений / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, В.А. Белов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2013143407; заявл. 25.09.2013; опубл. 27.03.2014 г., Бюл. № 9.

IMPROVING THE QUALITY OF CLEANING ROOT CROPS IN THE CONTINUOUS TYPE INSTALLATION

Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Sutyagin S.A., Tleuleeva A.A.

Keywords: *root crops cleaning, screw conveyor, installation of continuous type.*

The article presents the results of the analysis of existing machines for cleaning root vegetables. Their main drawbacks are revealed and a new machine of continuous type for cleaning of root crops is proposed..

УДК 631:362.7

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ГРУНТА

*Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
Павлушин А.А., д.т.н., профессор,
Сутягин С.А., к.т.н., доцент, Сушко И.В., магистрант,
Коньшев А.А., магистрант
тел. 89279842587, sergeysut@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *почвенный грунт, тепловая обработка, установка для приготовления почвенного грунта.*

В статье рассмотрены основные конструкции установок для приготовления почвенного грунта. Выявлены их основные недостатки и предложена принципиально новая конструкция установки с электронагревателем для приготовления почвенного грунта.

В настоящее время почвенный грунт, состоящий из различных компонентов, например, таких как торфяная земля, дерн, листовая почва, перегной, песок, пенопластовый наполнитель, древесный уголь и другие, широко используют для выращивания культурных растений, как в домашних, так и производственных условиях. Существующая технология и технические средства, предназначенные для приготовления почвенного грунта, не совершенны. Для процессов смешивания компонентов почвенного грунта и тепловой обработки применяют разные установки, поэтому удельные затраты энергии высокие и могут превышать 7,5 МДж·ч/т (рисунок 1) [1, 2, 3, 8, 10]. Кроме этого, в фермерских хозяйствах используют в основном устаревшие средства механизации, которые не обеспечивают заданное качество смешивания компонентов почвенного грунта.

С целью снижения удельных затрат энергии и повышения качества приготовления почвенного грунта целесообразно осуществлять смешивание компонентов и их тепловую обработку в одной установке. Для этого нами предложена принципиально новая установка непрерывного типа (рисунок 2) [4, 5, 6, 7, 9].

Предложенная установка для приготовления почвенного грунта работает следующим образом. Включают нагревательный элемент 6. После достижения необходимой температуры шнека включают привод 4 транспортирующего рабочего органа 5. Задвижкой 7 регулируют соот-



Рисунок 1 - Шнековый смеситель Taugus

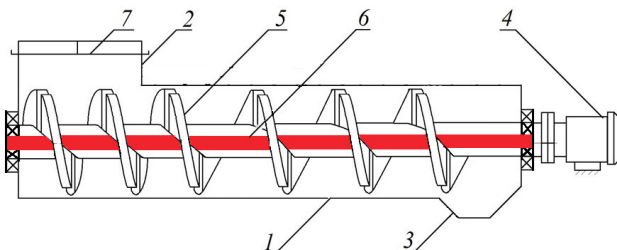


Рисунок 2 – Установка для приготовления почвенного грунта непрерывного типа

где: 1 – кожух цилиндрический; 2 – загрузочный бункер; 3 – выгрузной бункер; 4 – шнековый транспортер с зубчатыми витками; 5 – регулятор температуры

ношение подаваемых компонентов в установку. В заданных пропорциях компоненты поступают внутрь кожуха 1, где захватываются зубчатыми витками шнека, который перемещает эти компоненты к выгрузному окну 3. За счет меньшего шага витков части шнека, расположенной под загрузочным бункером 2, в этой зоне крупные компоненты грунта измельчаются зубья витков шнека и компоненты интенсивно перемешиваются. Хорошему перемешиванию способствует разрыв витков шнека. Далее витки транспортирующего рабочего органа 5, шаг которых выполнен большим, продвигают компоненты грунта к выгрузному окну 3, окончательно перемешивая их. За время движения смеси компонентов грунта от загрузочного бункера 2 до выгрузного окна 3 она прогревается до необходимой температуры. При этом влажный грунт высыхает и в нем уничтожаются грибки, яйца глист и другие вредные организмы. Готовый грунт удаляется из установки через выгрузное окно 3.

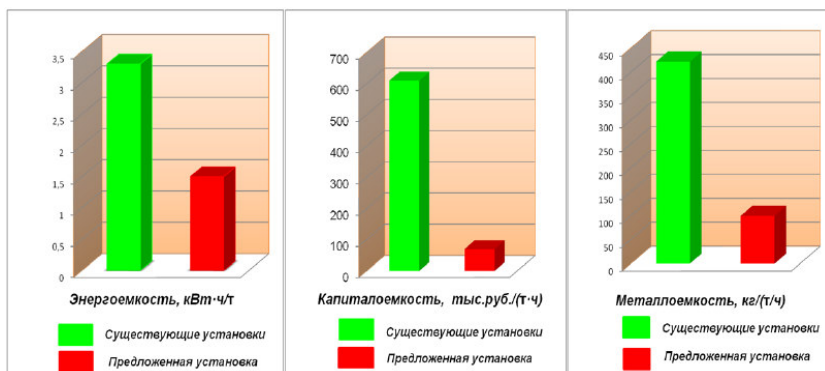


Рисунок 3 – Сравнение показателей экономической эффективности

Сравнение предложенной установки непрерывного типа для приготовления почвенного грунта с существующими средствами механизации этого процесса по основным показателям экономической эффективности представлено на рисунке 3.

В результате анализа выявлено что, предложенная установка непрерывного типа для приготовления почвенного грунта обеспечивает требуемое качество готового продукта, а также по сравнению с серийными средствами механизации имеет в 2 раза меньшие удельные затраты энергии и в несколько раз меньшую удельную капиталоемкость и металлоемкость.

Таким образом, за счёт простой конструкции, способности качественного смешать различные компоненты с одновременной их тепловой обработкой, предложенная установка будет ценным решением задач повышения эффективности производства почвенного грунта в фермерских хозяйствах.

Библиографический список:

1. Курдюмов, В.И. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы / В.И. Курдюмов, П.С. Агеев, А.А. Павлушин, С.А.Сутягин/ Межвузовский сборник научных трудов. Саранск, 2016. С. 312-315.
2. Курдюмов В.И. К определению скорости движения грунта в установке для его приготовления / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, И.В. Сушко/ Инновационная техника и технология. 2017. № 2. С. 24-28.
3. Курдюмов В.И. Повышение качества сушки зерна в установке контактного

- типа/ В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин/ Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 3. С. 79-81.
4. Курдюмов В.И. Теоретические аспекты распределения теплоты в установке контактного типа при сушке зерна/ В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин/ Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 2. С. 159-161.
 5. Курдюмов В.И. Оптимизация теплового режима при контактной сушке зерна различных культур/ В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, М.А. Карпенко, Г.В. Карпенко, А.В. Журавлёв/ Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2. С. 111-116.
 6. Патент 180440 Российской федерации, МПК А01G 9/00. Устройство для приготовления грунта / В.И. Курдюмов, С.А. Сутягин, И.В. Сушко/ заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновский ГАУ». - № 2017140287; заявл.20.11.2017; опубл. 14.06.2018 г., Бюл. № 17.
 7. Патент 2446886 Российской федерации, МПК В02В 5/00. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2010128429/13; заявл. 08.07.2010; опубл. 10.04.2012 г., Бюл. № 10.
 8. Патент 96467 Российской федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2010105281/22; заявл. 15.02.2010; опубл. 10.08.2010 г., Бюл. № 22.
 9. Патент 92603 Российской федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2009140702/22; заявл. 03.11.2009; опубл. 27.03.2010 г., Бюл. № 9.
 10. Патент 96468 Российской федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Ульяновская ГСХА». - № 2010105283/22; заявл. 15.02.2010; опубл. 10.08.2010 г., Бюл. № 22.

ENERGY SAVING INSTALLATION FOR PREPARATION OF SOIL

***Kurdyumov V.I., Pavlushin A.A., Sutyagin S.A.,
Sushko I.V., Konyshev A.A.***

Keywords: *soil, heat treatment, installation for soil preparation.*

The article discusses the design of installations for the preparation of soil. Their main drawbacks are revealed and a new installation design with an electric heater is proposed.

УДК 664.08

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ

*Лазуткина С.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-95, lazutksvetlana@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *маслообразователь, маслоизготовитель, сливки, сливочное масло, молочные продукты, молоко, жировые шарики, технология, жирность.*

Статья посвящена разработке маслоизготовителя и обоснованию его амплитуды колебаний. Разработан способ производства сливочного масла и установка для его практической реализации, позволяющие эффективно использовать колебания на макроуровне для вибрации емкости со сливками, и на микроуровне – для воздействия колебаний на жировые шарики до получения требуемого масляного зерна. Предварительные теоретические расчеты показали, что оптимальная частота при производстве для сбивания масла должна находиться в пределах 2...5 Гц и 115...118 Гц.

Введение. Молоко и продукты переработки молока являются важными продуктами питания для населения. Наиболее ценным молочным продуктом является сливочное масло, которое практически полностью усваивается организмом человека.

Материалы и методы исследований. Исследованиями установлено [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11], что одним из перспективных направлений производства сливочного масла является применение маслоизготовителей с виброприводом.

На основе сказанного выше, разработан способ производства сливочного масла [12] и установка для его практической реализации, позволяющие эффективно использовать колебания на макроуровне для вибрации емкости со сливками, и на микроуровне – для воздействия колебаний на жировые шарики до получения требуемого масляного зерна.

Предлагаемый способ заключается в механической активации сбивания сливок, совмещаемый с воздействием колебаний. Колебания исходного сырья формируются сигналами акустического диапазона. Такие сигналы способствует совершению колебаний емкости с исходным

сырьем (за счет низких частот) и непосредственно жировых шариков сбиваемой массы высокими частотами.

Активация сбиваемых сливок с внешней стороны (от вибрирующей емкости) и с внутренней стороны (от вибрирующих и перемещающихся масложировых шариков) от одного источника колебаний повышает качество получаемого продукта и исключает его загрязнение частицами механического износа мешалок и проникновение в продукт смазывающих веществ.

Для практической реализации разработанного способа изготовления установлена установка для бесконтактного сбивания сливок (рисунок 1).

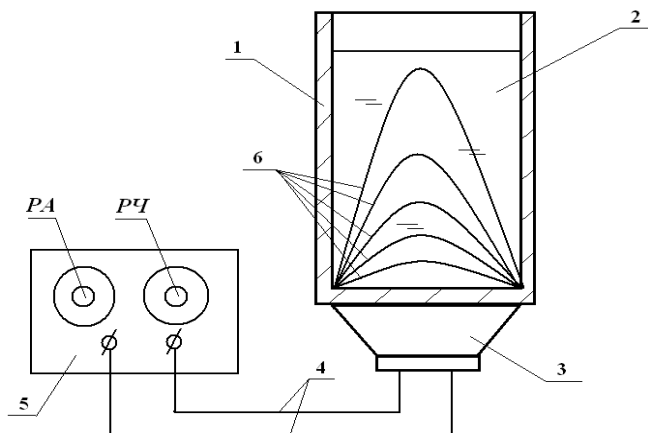


Рисунок 1 - Установка для бесконтактного сбивания сливок: 1 – емкость; 2 – сливки; 3 – вибропривод (источник акустических волн); 4 – соединительные провода; 5 – генератор акустических волн (PA – регулятор амплитуды колебаний, PC – регулятор частоты колебаний); 6 – области распространения акустических волн в исходном сырье

Предварительно, емкость 1 наполняют исходным сырьем (сливками) 2. На источник акустических волн 3 от генератора 5 подают периодический сигнал, а регуляторами PA и PC изменяют необходимые параметры – амплитуду и частоту колебаний. При вибрации емкости 1 в сливках 2 распространяются акустические волны 6 по параболической

траектории, действующие на жировые шарики и способствующие интенсификации процесса сбивания масла.

Выполнение вибропривода 3 в виде источника акустических волн позволяет непосредственно управлять процессом переработки сливок путем варьирования амплитуды и частоты колебаний источника акустических волн 3, а также улучшить качество получаемого продукта за счет исключения контакта сливочного масла с перемешивающими элементами маслоизготовителей.

Учитывая синусоидальную зависимость перемещения жировых шариков в сливках от частоты колебаний $x = A \sin \omega t$, определим силу, N , вынужденных колебаний жировых шариков:

$$F_{\text{вк}} = -m \omega^2 A \sin \omega t, \quad (1)$$

где $m = (4 \pi r^3 \rho_{\text{жш}}) / 3$ – масса жировых шариков, кг; r – радиус жировых шариков, м; $\rho_{\text{жш}}$ – плотность жировых шариков, кг/м³; ω – циклическая частота вынужденных колебаний, рад/с; A – амплитуда вынужденных колебаний, м; t – время перемещения жировых шариков, с.

Известно, что сила, N , способствующая жировым шарикам сливок совершать вертикальные колебания

$$F_{\text{вк}} = F_{\text{лс}} + F_{\text{а}} - F_{\text{т}}, \quad (2)$$

где $F_{\text{лс}}$ – сила лобового сопротивления, возникающая при колебаниях жировых шариков, N ; $F_{\text{а}}$ – сила Архимеда, N ; $F_{\text{т}}$ – сила тяжести жировых шариков, N .

Сила, N , лобового сопротивления жировых шариков

$$F_{\text{лс}} = S \rho v^2, \quad (3)$$

где $S = \pi r^2$ – площадь поперечного сечения одного жирового шарика, м²; v – скорость перемещения жирового шарика при колебаниях, м/с.

Сила Архимеда, N ,

$$F_{\text{а}} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\text{сл}} g, \quad (4)$$

где $\rho_{\text{сл}}$ – плотность исходного сырья (сливок), кг/м³; g – ускорение свободного падения м/с².

Сила тяжести, N , жирового шарика

$$F_{\text{т}} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\text{жш}} g. \quad (5)$$

Проецируя силы на ось ординат, с учетом выражений (3), (4) и (5), получим:

$$-v^2 S \rho_{\text{жш}} + \frac{4}{3} \pi r^3 (\rho_{\text{ст}} - \rho_{\text{жш}}) g = -\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\text{жш}} A \omega^2 \sin \omega t \quad (6)$$

Скорость перемещения v , м/с, жирового шарика в сливках является производной величиной перемещения x по времени t :

$$v = x' = A \omega \cos \omega t. \quad (7)$$

Продифференцировав выражение (6), получим:

$$-S \rho_{\text{жш}} (x')^2 + \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\text{жш}} \omega^2 x + \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_{\text{ст}} - \rho_{\text{жш}}) = 0 \quad (8)$$

Выполним замену переменных: $a = -S \rho$; $b = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\text{жш}} \omega^2$;

$c = F_a = \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_{\text{ст}} - \rho_{\text{жш}})$, тогда выражение (8) запишем следующим образом:

$$a (x')^2 + b x + c = 0. \quad (9)$$

$$x' = \sqrt{-\frac{bx+c}{a}}; \quad \frac{dx}{dt} = \sqrt{-\frac{bx+c}{a}}; \quad \frac{\sqrt{a} dx}{\sqrt{-(bx+c)}} = dt. \quad (10)$$

Выполняя соответствующие преобразования выражения (9), получим:

$$\sqrt{a} \int \frac{dx}{\sqrt{-(bx+c)}} = \int dt \quad (11)$$

Заменяв $\sqrt{-(bx+c)} = y$, получим:

$$x = -\frac{y^2 + c}{b}, \quad (12)$$

$$dx = -\frac{2y dy}{b}. \quad (13)$$

Подставив выражения (12) и (13) в выражение (11), определим:

$$x = -\frac{b}{4a} t^2 - \frac{c}{b}, \quad (14)$$

$$y = -\frac{b}{2\sqrt{a}} t. \quad (15)$$

Выполняя обратную замену переменных и, соответствующие математические преобразования, определим перемещение, m , жировых шариков в сливках:

$$x = \frac{r \omega^2}{3} t^2 - \frac{g(\rho_{сл} - \rho_{жш})}{\rho_{жш} \omega^2}. \quad (16)$$

Учитывая также, что

$$x = A \sin \omega t, \quad (17)$$

то, приравняв выражения (16) и (17) и выполнив соответствующие преобразования, определим необходимую амплитуду колебаний жировых шариков:

$$A = \frac{\frac{r \omega^2}{3} t^2 - \frac{g(\rho_{сл} - \rho_{жш})}{\rho_{жш} \omega^2}}{\sin \omega t}. \quad (18)$$

Таким образом, необходимая амплитуда колебаний зависит от частоты ω , времени сбивания сливок t , исходной плотности сливок $\rho_{сл}$, радиуса жировых шариков r и их плотности $\rho_{жш}$.

Выражение (18) позволяет определить амплитуду колебаний жировых шариков, а также амплитудно-частотную характеристику устройства бесконтактного сбивания сливок и выявить оптимальные режимы его работы.

Предварительные теоретические расчеты показали, что оптимальная частота при производстве для сбивания масла должна находиться в пределах 2...5 Гц и 115...118 Гц.

Библиографический список:

1. Антонова, В.С. Технология молока и молочных продуктов / В.С. Антонова, А.С. Соловьев. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2001. – 440 с.
2. Грищенко, А.Д. Регулирование структуры и консистенции сливочного масла / А.Д. Грищенко // Сыроделие и маслоделие. 2002.– № 3. – с. 29–32.
3. Курочкин, А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А.А. Курочкин. – М.: КолосС, 2010. – 503 с.
4. Лазуткина, С.А. Разработка акустического маслоизготовителя с обосновани-

- ем конструктивных и режимных параметров. 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства: дис. ... канд. техн. наук / С.А. Лазуткина. – Пенза, 2012. – 139 с.
5. Лазуткина, С.А. Экспериментальное исследование маслоизготовителя для «бесконтактного» сбивания сливок / С.А. Лазуткина // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: сборник материалов III международной НПК.* – Ульяновск: УГСХА, 2011. – С. 262-267.
 6. Лазуткина, С.А. Способы бактерицидной обработки молока / С.А. Лазуткина // *Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: сборник материалов научно-практической конференции.* – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 91-93.
 7. Лазуткина, С.А. Анализ конструкций маслоизготовителей / С.А. Лазуткина // *Наука и молодежь: новые идеи и решения: сборник материалов IV международной научно-практической конференции.* – Волгоград: ИПК Нива ВГСХА, 2010. – С. 188-190.
 8. Лазуткина, С.А. Оценка возможности использования акустических волн в качестве рабочего органа маслоизготовителя / С.А. Лазуткина // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета.* – Москва: РИЦ РГАЗУ, 2010. – № 8(13). – С. 95-98.
 9. Лазуткина, С.А. Оценка амплитудно-частотных характеристик маслоизготовителя «бесконтактного» типа / С.А. Лазуткина, Е.Е. Симдянкина // *Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник материалов научно-практической конференции МГУ им. Н.П.Огарева* – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – С. 116-122.
 10. Лазуткина, С.А. Лабораторные исследования маслоизготовителя, основанного на использовании волн акустического диапазона / С.А. Лазуткина // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета.* – Москва: РИЦ РГАЗУ, 2010. – № 9(14). – С. 84-87.
 11. Лазуткина, С.А. Производственная проверка параметров маслоизготовителя для «бесконтактного» сбивания сливок / С.А. Лазуткина // *Энергоэффективность технологии и средств механизации в АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции МГУ им. Н.П.Огарева* – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011 – С. 113-115.
 12. Патент 2446695 Российская Федерация, МПК А23С15/02, А23С15/06. Способ приготовления сливочного масла / А.А. Симдянкин, Е.В. Симдянкина, С.А. Лазуткина; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Российский государственный аграрный заочный университет». - № 2010112678/10; заявл. 01.04.2010; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 10.

13. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. – М.: Металлургия, 1969. – 159 с.
14. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
15. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 195 с.
16. Курдюмов В.И. Разработка и исследование машин для механизации животноводства и их рабочих органов / В.И. Курдюмов. – Ульяновск, 2002. – 159 с.
17. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
18. Курдюмов В.И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур: монография / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
19. ГОСТ Р 52969–2008. Масло сливочное. Технические условия. – Введ. 2008-10-13. – М.: Издательство стандартов. – 23 с.
20. ТУ 10.02.848–90. Масло сладкосливочное бутербродное. Технические условия (Изменение к стандарту 10-02.848-90). Введ. 01.04.1991. – 16 с.

THEORETICAL STUDY THE AMPLITUDE OF THE INSTALLATIONS FOR THE PRODUCTION OF OIL

Lazutkina S.A.

Key words: *butter maker, butter maker, cream, butter, dairy products, milk, fat balls, technology, fat content.*

The article is devoted to the development of masloizgotovitelyah and justification of its amplitude. The developed method of butter production and installation for its implementation allows efficient use of fluctuations in macro-level vibration capacitance with drain-kami, and at the micro level – for the effect of fluctuations on the fat globules to obtain the desired oil grain. Preliminary theoretical calculations have shown that the optimal frequency in the production of for SBI-tion of oil should be in the range of 2...5 Hz and 115...118 Hz.

УДК 637.3

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМА

*Лазуткина С.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-95, lazutksvetlana@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: комбикорм, смешивание, компоненты корма, энергосбережение, затраты энергии.

Высокое качество комбикормов достигается за счет применения качественного исходного сырья и современных технических средств. Выявлено, что известные конструкции смесителей сыпучих кормов неудовлетворительно смешивают компоненты корма, а также металлоемки и энергозатраты. Разработанный смеситель позволяет качественно смешивать компоненты сыпучих кормов и одновременно снизить затраты энергии на производство комбикорма.

Введение. Комбикорм – сложная однородная смесь предварительно измельченных до требуемого размера кормов и микродобавок. Комбикорм составляют по научно обоснованным рецептам, обеспечивающий сбалансированное кормление животных. Основное назначение комбикормов – оптимизация рационов питания по энергии, протеину, макро- и микроэлементам, витаминам и биологически активным веществам в соответствии с нормами. Комбикорма вырабатывают в рассыпном или гранулированном виде, а также в виде крошки, крупки и брикетов.

Высокое качество комбикормов достигается за счет применения качественного исходного сырья и современных инновационных технических средств, позволяющих реализовать качественное смешивание компонентов исходного сырья [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Известные конструкции смесителей сыпучих кормов обладают недостатками – неудовлетворительное качество смешивания компонентов корма. Кроме того, из-за значительной металлоемкости, рассмотренные выше смесители энергоемки.

Объекты и методы исследований. Разработанный смеситель сыпучих кормов (рисунок 1) лишен указанных выше недостатков.

Новизна предлагаемого технического решения подтверждена патентом РФ [17].

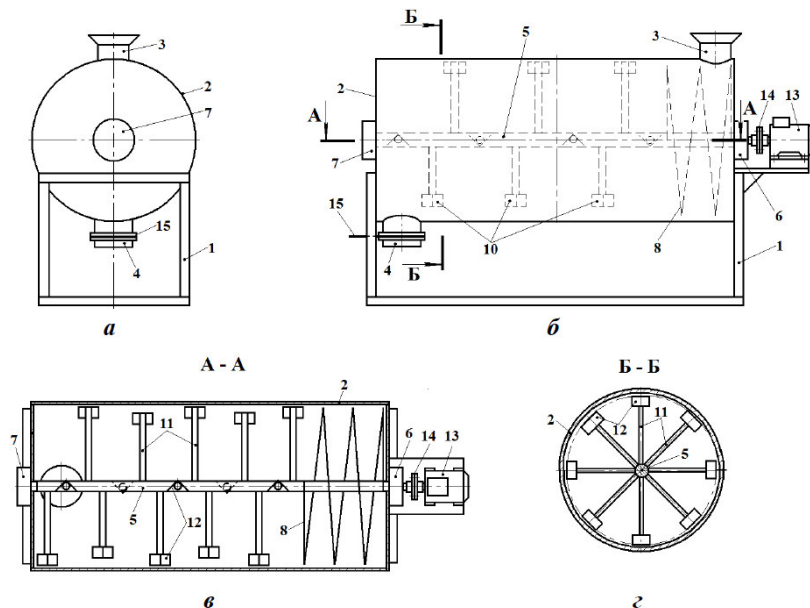


Рисунок 1 – Устройство для приготовления комбикорма: а - общий вид, б – вид сбоку; в - продольный разрез устройства по линии А-А, г – поперечный разрез устройства по линии Б-Б (обозначения в тексте)

Устройство для приготовления комбикорма содержит раму 1, кожух 2, на противоположных концах которого установлены загрузочный бункер 3 и выгрузное окно 4. Во внутренней полости кожуха 2 установлен вал 5. Геометрическая ось вращения вала 5 совпадает с продольной осью симметрии кожуха 2. Вал 5 установлен в подшипниковых опорах 6 и 7. На одном конце вала 5 установлен шнек 8, а на другом – мешалка 10. Мешалка 10 расположена в полости кожуха 2 по оси ее симметрии. Мешалка 10 содержит спицы 11 и лопасти 12. Спицы 11 жестко установлены на валу 5 по винтовой линии перпендикулярно его геометрической оси вращения с равным удалением друг от друга. Лопасти 12 выполнены в виде равностороннего треугольника, жестко установлены на спицах 11 и острой вершиной направлены в сторону вращения вала 5. Направление навивки шнека 8 совпадает с направлением вращения вала 5.

Вал 5 приводят во вращение от электродвигателя 13 посредством муфты 14, а выгрузное окно 4 снабжено задвижкой 15.

Устройство для приготовления комбикорма работает следующим образом. Задвижкой 15 перекрывают выходное отверстие выгрузного окна 4. Включают электродвигатель 13 в электрическую сеть. Компоненты сыпучих кормов непрерывно подают в загрузочный бункер 3, которые попадают в зону вращения шнека 8, частично перемешиваются и транспортируются шнеком 8 в зону вращения мешалки 10. После заполнения кожуха 2 на 75 %, подачу сыпучих компонентов корма прекращают, а мешалка 10 перемешивает загруженный материал.

При вращении вала 5 спицы 11 и лопасти 12 интенсивно перемешивают сыпучие компоненты корма и на выходе получается комбикорм с высоким качеством смешивания.

После завершения перемешивания компонентов корма открывают задвижку 15 и, не выключая электродвигателя 13, готовый комбикорм выгружают.

Результаты исследований. Установка шнека 8 под загрузочным бункером 3, причем направление навивки шнека 8 совпадает с направлением вращения вала 5, позволяет переместить загружаемые компоненты корма в зону действия мешалки 10.

Установка мешалки 10 во внутренней полости кожуха 2 по оси ее симметрии, содержащей спицы 11 и лопасти 12, причем спицы 11 жестко установлены на валу 5 по винтовой линии перпендикулярно его геометрической оси вращения с равным удалением друг от друга, позволяет создать хаотичное движение вращающихся компонентов корма вдоль стенок кожуха 2.

Жесткая установка лопастей 12 на спицах 11, а спиц 12 на валу 5, позволяет добиться одинакового зазора между наружными точками лопастей 12 и внутренней поверхностью кожуха 2, что в конечном итоге также влияет на качество перемешивания компонентов корма.

Выполнение лопастей 12 мешалки 10 в виде равностороннего треугольника, жестко установленных на спицах 11 с равным удалением друг от друга, и острой вершиной направленных в сторону вращения вала 5, позволяет в процессе вращения боковыми сторонами лопастей 12 раздвигать по обе боковые стороны компоненты корма и дополнительно создать хаотичное перемешивающее движение.

Установка электродвигателя 13 на продолжении продольной оси симметрии вала 5 с торцевой стороны кожуха 2, позволяет передать крутящий момент с вала электродвигателя 13 на вал 5 с небольшими затратами энергии из-за меньшего количества деталей требующих привода на вращение.

В конечном счете, создание турбулентного перемешивающего потока сыпучих компонентов корма только мешалкой 10, позволяет получить готовый комбикорм с высоким качеством перемешивания.

Заключение. Таким образом, применение разработанного устройства для приготовления комбикорма позволит не только с высоким качеством реализовать заданный технологический процесс, но и снизить затраты энергии на производство комбикорма.

Библиографический список:

1. Патент 125883 Российская Федерация, МПК В01F 7/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138765; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.
2. Патент 138912 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель / Е.С. Зыкин, А.В. Дозоров, С.В. Дежаткина, А.З. Мухитов; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2013159054; заявл. 30.12.2013; опубл. 27.03.2014, Бюл. № 9.
3. Патент 138913 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2013159193; заявл. 30.12.2013; опубл. 27.03.2014, Бюл. № 9.
4. Патент 138959 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель / Е.С. Зыкин, А.В. Дозоров, С.В. Дежаткина, А.З. Мухитов; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2013159047; заявл. 30.12.2013; опубл. 27.03.2014, Бюл. № 9.
5. Патент 116788 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012103090; заявл. 30.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.

6. Патент 117315 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012102568; заявл. 25.01.2012; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 18.
7. Патент 117777 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012102946; заявл. 27.01.2012; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19.
8. Патент 124118 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012132598; заявл. 30.07.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
9. Патент 124186 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012134149; заявл. 09.08.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
10. Патент 115685 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100064; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.05.2012, Бюл. № 13.
11. Патент 116786 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100069; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
12. Патент 115787 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия». - № 2012100070; заявл. 10.01.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.
13. Патент 122253 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное

- государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012132596; заявл. 30.07.2012; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33.
14. Патент 125885 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138764; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.
 15. Патент 125886 Российская Федерация, МПК В01F 7/24. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2012138763; заявл. 10.09.2012; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8.
 16. Патент 144531 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / Е.С. Зыкин, А.В. Ерошкин, В.А. Исайчев, А.В. Дозоров; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина». - № 2013159195; заявл. 30.12.2013; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24.
 17. Патент 179544 Российская Федерация, МПК А23N 17/00. Смеситель сыпучих кормов / С.А. Лазуткина, М.Р. Миннибаев; заявитель и патентообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2017143655; заявл. 13.12.2017; опубл. 17.05.2018, Бюл. № 14.

DEVICE FOR THE PREPARATION OF FEED

Lazutkina S.A.

Keywords: *compound feed, mixing, feed components, energy saving, energy costs.*

High quality animal feed is achieved through the use of quality raw material and modern technology. It is revealed that the known structure of the mixer bulk feed mix poor feed ingredients, as well as metal and energy costs. The developed mixer allows you to mix the components of bulk feed and at the same time reduce energy costs for the production.

УДК 621.431

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Лисин А.В., Никифоров А.П., магистранты,
тел.: 8(8422) 55-95-95, nice.lisin@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *гильза цилиндров, отказ, износостойкость, антифрикционное покрытие, цилиндропоршневая группа.*

В статье рассмотрены основные способы повышения износостойкости гильз цилиндров, представлены ресурсные отказы деталей и узлов автомобильных двигателей и распределение вероятности отказа гильз цилиндров.

Современные автомобили оснащаются бензиновыми двигателями с высокой удельной мощностью. Они работают в широком диапазоне нагрузок и скоростных режимов, в различных почвенных и климатических условиях, в условиях повышенной запыленности атмосферного воздуха и значительных перепадов его температуры в течении всего года [1-3].

В процессе эксплуатации автомобилей, происходят необратимые изменения в геометрии поверхностей и структуре материалов, из которых выполнены детали. В результате по истечению некоторого времени наступает отказ элемента или группы элементов, составляющих механизм. Процентное соотношение отказов деталей и узлов автомобильных двигателей представлены на рисунке 1.1

В свою очередь, отказы гильз цилиндров двигателей с водяным охлаждением могут быть сгруппированы по следующим позициям (табл.1.1).

Анализ приведенных данных показывает, что узел уплотнения «гильза-поршень-кольца» является ресурсопределяющим для двигателя. При этом затраты на ремонт, восстановление и замену деталей ЦПГ являются наибольшими по сравнению с затратами на ремонт, восстановление и замену других деталей двигателя (отношение затрат на поддержание работоспособности к стоимости трактора за срок службы составляет 500...650%)

Поэтому задача повышения безотказности работы ресурсопределяющих элементов двигателя за счет улучшения условий эксплуатации, а именно, создания оптимальных условий смазки, оптимизации



Рисунок 1.1 - Ресурсные отказы деталей и узлов автомобильных двигателей

Таблица 1.1 - Распределение вероятности отказа гильз цилиндров

Отказ	Причины возникновения отказа	Средняя вероятность
Износ внутренней поверхности гильзы	Нарушение герметичности водяного тракта	0,20
	Нарушение сроков замены масла	0,25
	Низкое качество масла	0,25
	Низкое качество механической обработки	0,20
Задир внутренней поверхности гильз	Перекас и изгиб шатуна	0,25
	Низкое качество обработки гильзы	0,20
	Марка масла не соответствует ТУ	0,15
	Недостаточная обкатка	0,40
Износ посадочного пояса	Неперпендикулярность оси гильзы	0,10
	Изгиб и скрученность шатуна	0,25
	Повышенная вибрация	0,30
	Низкое качество материала	0,20
	Смещение оси цилиндра	0,15
Изломы ребер охлаждения	Перегрев	0,40
	Низкое качество изготовления	0,20
	Нарушение условий эксплуатации	0,40
Трещины гильз	Низкое качество материала гильз	0,70
	Перегрев	0,30

температурных режимов, в том числе, снижения теплонапряженности деталей, снижения деформаций и пр. является весьма актуальной.



Повышение износостойкости гильз цилиндров достигается путем увеличения твердости истираемой поверхности с помощью различных видов термической и химико-термической обработки.

Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) позволяет получать на поверхности гильз цилиндров слой антифрикционного смазочного материала толщиной 1-5 мкм, благодаря чему уменьшается время приработки и увеличивается износостойкость гильз цилиндров в 1,6-1,75 раза, а работающих в паре с ними поршневых колец - в 1,35-1,4 раза. Эффективность этого вида обработки зависит не только создаваемого на поверхности трения слоя, но и от созданной структуры тонких приповерхностных слоев, которые влияют на условия контакта. Основными способами ФАБО, существующими в настоящее время, являются нанесение металлических покрытий фрикционно-механическим и фрикционно-химическим способом и нанесение слоистых твердосмазочных покрытий в виде графита, дисульфид молибдена или других соединений [2-5].

Широкое распространение для повышения износостойкости деталей двигателей получили специальные присадки, применяемые как

на этапе обкатки двигателя, так и в период его эксплуатации. В зависимости от способа ввода присадки в двигатель различают присадки к воздуху, к топливу, к маслу. Присадки к воздуху оказывают эффективное воздействие на детали цилиндропоршневой группы. Но для введения их в двигатель необходимы специальные устройства, что обуславливает применение присадок к воздуху на этапе стендовой обкатки двигателя и ограничивает их применение в период эксплуатации двигателя. Присадки к топливу не находят широкого применения по причинам ухудшения качества топлива и образования нагара из-за введения присадок. Наиболее широкое распространение для снижения трения и изнашивания при эксплуатации двигателя получили присадки к маслу. Присадки представляют химические соединения, вводимые в базовое масло для улучшения свойств в периоды эксплуатации и хранения [4-6].

Повышения износостойкости деталей можно достичь за счет биметаллизации поверхности трения. Практикуется способ биметаллизации поверхности трения за счет поперечных слоев пластичного металла, расположенных в плоскости непараллельной плоскости трения, т.е. выполнением поперечного слоения тела детали. От соотношения механических свойств материалов поверхности трения зависят пластическое или упругое взаимодействие микронеровностей поверхностей трения. При этом рассмотрено чередование на поверхности трения чугуна (или стали) с пластичными металлами (медью и её сплавами, алюминием и его сплавами, цинком и др.) Чугун и сталь характеризуется упругим взаимодействием микронеровностей. Медь и медные сплавы характеризуются пластическим взаимодействием микронеровностей. В процессе трения происходит пластический сдвиг слоя меди или его сплава микронеровностями контртела и его натирание («намазывание») на поверхности трения деталей, что снижает её износ. Еще одним эффектом использования плавких вставок является снижение температуры, и перераспределение температурных полей в зоне трения. При этом, было показано, что при прослаивании твердого тела металлом с более высокой теплопроводностью происходит изменение температурного поля. Например, для сплошного твердого тела, прослоенного в поперечном направлении было, выявлено снижение общей теплонапряженности в 1,5-2 раза, а продольное слоение рассматриваемого тела приводило к полной теплоизоляции одного слоя от другого. В экспериментах приращение температуры регистрировалось на стороне детали, противоположной той, на которую осуществлялось механическое воздействие (трение) [7-10].

Использование плавких вставок в гильзах цилиндропоршневой группы даёт двойной эффект – снижение теплонапряженности тела с одновременным повышением износостойкости поверхности трения, что существенно влияет на долговечность двигателя в целом.

Библиографический список:

1. Нурутдинов, А.Ш. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов // Аграрный научный журнал. 2014. №3. С. 62-65.
2. Салахутдинов, И.Р. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной НПК. – Ульяновск: УГСХА, 2010. – С. 107-116.
3. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей биметаллизацией рабочей поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: УГС-ХА им. П.А. Столыпина, 2012. – 180 с.
4. Салахутдинов, И.Р. Теоретическое обоснование процесса снижения износа цилиндро-поршневой группы биметаллизацией методом вставок / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №2. – С. 42-45.
5. Глущенко, А.А. Влияние биметаллизации на смазывающую способность рабочей поверхности гильзы цилиндра / А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №4. – С. 32-34.
6. Салахутдинов, И.Р. Гильза цилиндров двигателя УМЗ – 417 с изменёнными физико-механическими свойствами / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: Материалы НПК молодых учёных. – Пенза: ПГСХА, 2010. – С.132-135.
7. Нурутдинов, А.Ш. Исследование металлизированной гильзы цилиндров на прочность / А.Ш. Нурутдинов, Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов // Сельский механизатор. – 2013. - №6. - С. 33-35.
8. Уханов, А.П. Результаты моторных исследований двигателя УМЗ-417 с биметаллизированными гильзами цилиндров / А.П. Уханов, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Нива Поволжья. – 2011. – №4 (21). – С. 66-70.
9. Нурутдинов, А.Ш. Определение шероховатости и элементного состава металлизированных гильз цилиндров двс / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р.

Салахутдинов, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №1(26) – С. 66-70.

10. Салахутдинов, И.Р. Причины возникновения отказов и способы восстановления гильз цилиндров ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной НПК. – Ульяновск: УГСХА, 2009. – С. 77-81.

WAYS TO IMPROVE WEAR RESISTANCE OF CYLINDRO PISTON GROUPS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Lisin A.V., Nikiforov A.P.

Keywords: *cylinder liner, failure, wear resistance, anti-friction coating, cylinder-piston group.*

The article describes the main ways to improve the durability of cylinder liners, presents the resource failures of parts and components of automobile engines and the distribution of the probability of cylinder liner failure

УДК 614.8.084:621

ОСОБЕННОСТИ КОРРОЗИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Молочников Д.Е., к.т.н., доцент, denmol@yandex.ru,
Мустякимов Р.Н., к.т.н., доцент, musrail@yandex.ru,
Голубев В.А., к.т.н., доцент, golubevugsha@mail.ru,
Козловский Ю.В., магистрант, murchik09@yandex.by,
Пальмов М.Ю., магистрант, mihail_palmov@mail.ru,
тел.: 8(8422) 55-95-73
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: резервуар, коррозия, анализ состояния, эксплуатационные факторы, коррозионную активность.

Рассмотрено влияние природно-климатических и эксплуатационных факторов техническое состояние вертикальных резервуаров для нефтепродуктов, освещены вопросы коррозионного и электрохимического воздействия.

На вертикальные резервуары, находящиеся в эксплуатации непрерывно воздействует множество различных факторов (рисунок 1), основными из которых являются природно-климатические и производственные (эксплуатационные).

Грунтовое коррозионное воздействие на стальные вертикальные резервуары – разрушение их внутренней поверхности в результате воздействием окружающей среды. Электрокоррозия – разрушение днища вертикального резервуара под воздействием «блуждающих токов» [1 - 3].

Грунтовая коррозия стальных резервуаров относится к электрохимической коррозии.

Электрохимическая коррозия вертикальных резервуаров неразрывно связана с наличием в контактируемом грунте электролитов, в которых растворителем является вода. Вода оказывает активное диссоциирующее и растворяющее действия на кристаллы. Вещества, полностью распадающиеся на ионы при растворении, образуют сильные электролиты, а вещества, диссоциирующие частично, образуют слабые электролиты.

Если на поверхности днища вертикального резервуара возникают участки с различными потенциалами, образуется уравнительный ток, который протекает через грунт от участков днища резервуара, обладающих более отрицательным потенциалом, к участкам с более положи-

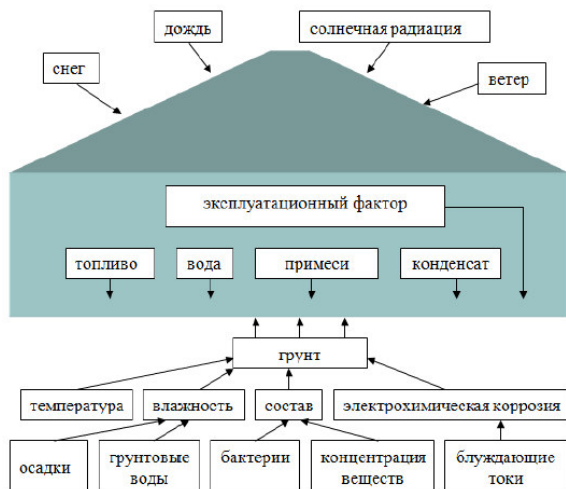


Рисунок 1 – Природно-климатические и эксплуатационные факторы, воздействующие на вертикальные резервуары

тельным потенциалом, а в самом днище ток будет протекать в обратном направлении [4].

Количество растворившегося металла вследствие прохождения коррозионного тока прямо пропорционально его силе и времени прохождения:

$$Q = \frac{A}{nF} \int_0^t i_k dt, \quad (1)$$

где q – электрохимический эквивалент, г/(А ч);

A – атомный вес;

F – постоянная Фарадея;

n – валентность.

Коррозионная стойкость металлов определяется по скорости коррозии, выраженной глубинным показателем (мм/год), который определяется из выражения:

$$G = \frac{\delta_k}{t}, \quad (2)$$

где δ_k – глубина проникновения коррозии в металл; t – время в годах;

G – коррозионная стойкость металла.

Под термином «грунтовая коррозия» дница вертикального резервуара понимается электрохимическое разрушение его дница под действием окружающей среды, то есть «активности» грунтов, грунтовых вод и других факторов.

Грунтовое коррозионное разрушение дница вертикального резервуара происходит в местах контакта его поверхности с окружающей средой. Интенсивность разрушения дница резервуара зависит от коррозионных условий, в которых он находится. Коррозионные условия для дниц резервуаров определяются коррозионностью грунта [5 -8].

Факторы, определяющие коррозионную активность грунтов по отношению к стали:

- типы грунтов (пористость, проницаемость, состав газовой среды);
- состав и концентрация веществ, находящихся в грунте;
- влажность грунта;
- температура и удельное сопротивление грунта;
- бактериальная активность грунта.

Физико-химические свойства грунтов непосредственно зависят от их химического состава, структуры, степени уплотнения и влажности.

Рассмотрим коррозионную макропару, образованную на днице стального резервуара при различных коррозионных условиях (рисунок 2).

Предположим, что в песке стационарный потенциал дница резервуара U_1 , в глине – U_2 , причем $|U_1| < |U_2|$, в этом случае коррозионный ток в днице резервуара в точке «0» раздела песок-глина определяется:

$$I_0 = \frac{U_1 - U_2}{z_1 + z_2}, \tag{3}$$

где z_1, z_2 – характеристическое сопротивление, соответственно, для первого и второго участков.

Ток в очке левого участка:

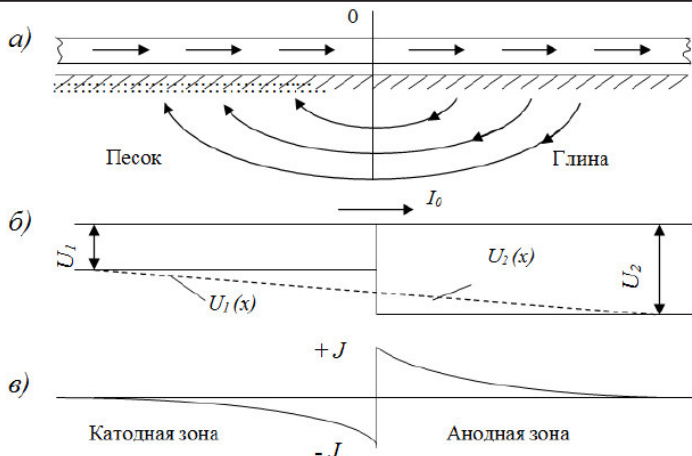
$$i_1(x) = I_0 e^{-\alpha_1 x}, \tag{4}$$

Ток в точке правого участка:

$$i_2(x) = -I_0 e^{-\alpha_2 x}. \tag{5}$$

Плотность тока соответственно будет равна:

$$j_1(x) = -\frac{di_1(x)}{dx} = +\alpha_1 I_0 e^{-\alpha_1 x}, j_2(x) = -\frac{di_2(x)}{dx} = -\alpha_2 I_0 e^{-\alpha_2 x}. \tag{6}$$



а – схема дна резервуара; б – изменение разности потенциалов дна резервуара - земля; в – изменение плотности коррозионного тока вдоль дна резервуара

Рисунок 2 – Образование коррозионной макропары

Таким образом, на первом участке коррозионный ток входит в резервуар (катодная зона), а на втором – выходит (анодная зона). Максимальное значение стекающего с резервуара тока будет при $x \rightarrow 0$, то есть на границе раздела песок – глина (рисунок 2 в).

Соответственно потенциалы резервуара на левом участке:

$$U_1(x) = U_1 + j_1(x)R_{n_1} = U_1 - a_1 R_{n_1} I_0 e^{-a_1 x}, \quad (7)$$

на правом участке:

$$U_2(x) = U_2 + j_2(x)R_{n_2} = U_2 - a_2 R_{n_2} I_0 e^{-a_2 x}. \quad (8)$$

Поэтому, резко чередующие грунты, обладающие различными характеристиками, приводят к образованию интенсивных коррозионных пар.

Огромное воздействие на коррозионный процесс оказывают подземные воды. Они представляют собой растворы солей непостоянного состава, образовавшиеся в результате просачивания вод через слои различных пород. Уровень вод зависит от уровня близлежащих рек и водохранилищ. Существенное влияние на уровень грунтовых вод ока-

зывает застройка территорий. Утечки водопроводных и канализационных сетей создают водоносные горизонты, лесные насаждения усиливают поступления воды.

Библиографический список:

1. Зиневич А.М. Защита трубопроводов и резервуаров от коррозии / А.М. Зиневич, В.И. Глазков, В.Г. Котик. - Москва: Недра, 1975. - 288 с.
2. Яковлев С.А. Способы повышения жесткости емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом / С.А. Яковлев, М.М. Замальдинов, Д.Е. Молочников, М.Ю. Дудиков // Сб.: Достижения техники и технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск Ульяновский ГАУ, 2018. - С. 355-360.
3. Молочников Д. Е. Доочистка моторного топлива в условиях сельскохозяйственных предприятий: автореф. дис. ... канд. технических наук. – Пенза, 2007. – 17 с.
4. Татаров, Л.Г. Современное состояние топлива, используемое в АПК / Л.Г. Татаров, Д.Е. Молочников // Аграрная наука и образование в реализации национального проекта «Развитие АПК». Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Ульяновск: УГСХА, 2006. - С. 186-187.
5. Молочников, Д.Е. Центробежная очистка светлых нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, П.Н. Аюгин // Молодежь и наука XXI века. Материалы III-й Международной научно-практической конференции.-Ульяновск. – 2010. – С. 81-84.
6. Голубев В.А.К вопросу использования растительных масел в качестве моторного топлива / В.А. Голубев, Н.С Киреева, Д.Е. Молочников, А.В. Сергеев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: УГСХА, 2015. С. 159-161.
7. Татаров, Л.Г. Влияние механических примесей и воды на эффективность использования дизельного топлива / Л.Г. Татаров, Д.Е. Молочников // Аграрная наука и образование в реализации национального проекта «Развитие АПК». Материалы Всероссийской научно-практической конференции.-Ульяновск. – 2006. – С. 187 – 189.
8. Прогнозирование ресурса вертикальных резервуаров / Д.Е. Молочников, С.А. Яковлев, С.В. Голубев, Сотников М.В., Козловский Ю.В. // Сб.: Достижения техники и технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника

высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск Ульяновский ГАУ, 2018. - С. 309-313.

CORROSION DAMAGE OF THE STEEL TANKS FOR PETROLEUM PRODUCTS

*Molochnikov D.E., Mustyakimov R. N., Golubev V.A., Kozlovsky, Yu.V.,
Pal'mov M.Yu.*

Keywords: *tank, corrosion, condition analysis, operational factors, corrosion activity.*

The influence of natural-climatic and operational factors on the technical condition of vertical tanks for petroleum products is considered, the issues of corrosion and electrochemical effects are discussed.

УДК 631.371

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДОРНОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ШАРОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

*Морозов А.В., к.т.н., доцент, Горшков А.Ю., аспирант,
тел.: 8(8422) 55-95-97, alvi.mor@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *отверстия, электромеханическое дорнование, шар, инструмент, площадь пятна контакта.*

В статье рассмотрены особенности электромеханического дорнования цилиндрических отверстий деталей машин твердосплавным шаровым инструментом. Предложена инструментальная оснастка для реализации данного процесса и выполнен расчет площади пятна контакта твердосплавного шара с поверхностью цилиндрического отверстия в процессе электромеханического дорнования.

Инструмент, применяемый при электромеханической обработке (ЭМО) полосовым высокотемпературным источником, может отличаться друг от друга размерами, маркой материала, конфигурацией, а также формой рабочего профиля, что оказывает существенное влияние на окончательные свойства и вид обработанной поверхности [1].

Применение твердосплавного шара в качестве инструмента при осуществлении процессов электромеханического дорнования (ЭМД) для отдельных случаев имеет ряд преимуществ в сравнении с коническим твердосплавным инструментом [2, 3, 4]. ЭМД твердосплавным шаром осуществляется продавливанием его через отверстие толкателем, на который подается электрический ток (рисунок 1) в связи с чем, исключается необходимость в его креплении и снятии после осуществления обработки, кроме того стойкость твердосплавного шарового инструмента существенно выше конического инструмента, так как при ЭМД шаром рабочая поверхность будет постоянно меняться. Однако шар в качестве инструмента можно использовать только при поверхностном ЭМД, в связи с тем, что пятно контакта сферического инструмента гораздо больше чем у конического, что требует больших энергозатрат, а существующие силовые модули для ЭМО не всегда могут обеспечить требуемой мощности.

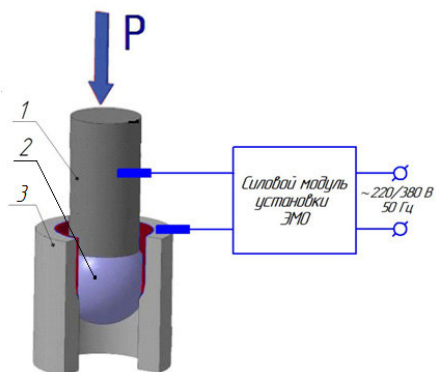


Рисунок 1 – Схема электромеханического дорнования твердосплавным шаровым инструментом: 1 – толкатель; 2 – твердосплавный шар; 3 – деталь

Для реализации процесса ЭМД твердосплавным шаром спроектирована и изготовлена державка (рисунок 2).



Рисунок 2 – Державка с шаровым инструментом: 1– твердосплавный шар; 2 – толкатель; 3 – токоизолирующая втулка

Одной из важнейших технологических задач при реализации способов электромеханической обработки, в том числе и ЭМД цилиндрических отверстий, является расчет площади контакта инструмента и обрабатываемой поверхности [5, 6, 7].

Площадь пятна контакта определялась по формулам площадей плоских фигур. Использование этих формул для случая обработки отверстий деталей электромеханическим дорнованием не представляется возможным, поскольку контакт инструмента с внутренней поверхностью обрабатываемого цилиндра осуществляется по замкнутому

контуру. Поэтому возникла необходимость разработки новой методики определения площади пятна контакта шарового инструмента с поверхностью отверстия.

Часть шара, вырезаемая двумя параллельными плоскостями, находящимися на расстоянии H друг от друга, называется шаровым поясом высоты H (смотрите рисунок)

Вычислить площадь поверхности шарового пояса, если радиус шара равен R , а высота пояса равна H .

Поверхность шарового пояса можно рассматривать как поверхность тела, полученного при вращении дуги окружности, $y = \sqrt{R^2 - x^2}$ где $a \leq x \leq b$, $b - a = H$, вокруг оси Ox (рисунок 3). Так как

$$y' = \frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}},$$

то

$$1 + [f'(x)]^2 = \frac{R^2}{R^2 - x^2},$$

поэтому,

$$S = 2\pi \int_a^b \sqrt{R^2 - x^2} \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 - x^2}} dx = 2\pi R \int_a^b dx = 2\pi R(b - a) = 2\pi RH$$

Итак, площадь поверхности S шарового пояса вычисляется по формуле $S = 2\pi RH$. Если $H=2R$, то в пределе получим площадь поверх-

ности всей сферы: $S = 4\pi R^2$.

Площадь боковой поверхности S_1 (см. рисунок 3)

$$S_1 = 2\pi R h_1,$$

$$h_1 = \sqrt{R^2 - (R - \delta_1)^2} = \sqrt{R^2 - R^2 + 2R\delta_1 - \delta_1^2} = \sqrt{2R\delta_1 - \delta_1^2} = \sqrt{\delta_1(2R - \delta_1)},$$

$$S_1 = 2\pi R \sqrt{\delta_1(2R - \delta_1)}.$$

Площадь боковой поверхности S_2

$$S_2 = 2\pi R \sqrt{\delta_2(2R - \delta_2)}.$$

Полная площадь пятна контакта шарового инструмента с внутренней поверхностью гладкого цилиндрического отверстия при осуществ-

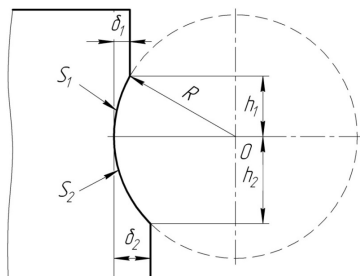


Рисунок 3 – Расчетная схема

влении процессов ЭМД будет равна

$$S_{н.к.} = S_1 + S_2 = 2\pi R \left(\sqrt{\delta_1 (2R - \delta_1)} + \sqrt{\delta_2 (2R - \delta_2)} \right).$$

Зная площадь пятен контакта, на основании рекомендуемых величин плотности тока, для конкретного способа обработки можно рассчитать необходимую величину силы тока для обеспечения требуемой глубины и твердости поверхности отверстия детали, с учетом требуемого соблюдения скорости обработки.

Библиографический список:

1. Морозов, А.В. Разработка классификации процессов электромеханической обработки отверстий движущимся высокотемпературным полосовым источником / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. - № 3. С. 44-50.
2. Патент RU № 2471608. Дорн для электромеханической обработки. / А.В. Морозов, А.В. Байгулов; Оpubл. 10.01.2013; Бюл. № 1.
3. Патент RU № 146911. Инструмент для электромеханического дорнования гладких цилиндрических отверстий. / А.В. Морозов, Н.Н. Горев; Оpubл. 20.10.2014; Бюл. № 29.
4. Патент RU № 2569869. Инструмент для электромеханического дорнования гладких цилиндрических отверстий. / А.В. Морозов, Н.Н. Горев; Оpubл. 27.11.2015; Бюл. № 33.
5. Аскинази, Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. Л., «Машиностроение», 1977. - 184 с.
6. Электромеханическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация. / Багмутов В.П., Паршев С.Н и др. - Новосибирск: Наука, 2003. - 318с.

7. Морозов, А.В. Объемное электромеханическое дорнование тонкостенных стальных втулок / Монография. – Ульяновск, УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013 г. - 193 с.

TO THE QUESTION ABOUT THE POSSIBILITY OF IMPLEMENTATION OF ELECTROMECHANICAL REPEATING CYLINDRICAL HOLES BY A SOLID-MOLDING BALL TOOL

Morozov A.V., Gorshkov A.Yu.

Key words: *holes, electromechanical baling, ball, tool, contact spot area.*

The article discusses the features of the electromechanical backing of the cylindrical holes of machine parts with carbide ball instrument. A tooling for the implementation of this process has been proposed, and the area of the contact spot of the carbide ball with the surface of the cylindrical hole in the process of electromechanical backing has been calculated.

УДК 631.3

ОСНОВЫ РАСЧЕТА СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

*Мулянов А.И., магистрант, Карпенко Г.В., к.т.н., доцент,
Карпенко М.А., к.т.н., доцент,
тел.: 8(8422) 55-95-95, student1819@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *картофелеуборочный комбайн, почва, рабочий орган, сепарация, наклонная плоскость, момент трения качения.*

В статье отмечено, что создание более совершенных картофелеуборочных машин остается одной из актуальнейших задач сельскохозяйственного машиностроения. Выявлены основные факторы вызывающие трудность осуществления процесса сепарации в картофелеуборочных комбайнах. Приведены теоретические предпосылки разделения компонентов на наклонной плоскости.

Уборка картофеля является весьма трудоемким процессом. Затраты труда на уборку составляют до 60 % от общих затрат труда на возделывание картофеля [1].

В настоящее время в стране широко внедрена механизация уборки картофеля с помощью картофелеуборочных комбайнов, которые позволяют снизить затраты труда до 5 раз. Однако опыт эксплуатации картофелеуборочных комбайнов в различных районах страны выявил и их недостатки при работе в тяжелых почвенных условиях: недостаточную надежность, повышенные потери и повреждения клубней.

Увеличение производства и повышение качества картофеля - является одним из узловых вопросов продовольственной программы страны. Поэтому создание более совершенных картофелеуборочных машин остается одной из актуальнейших задач сельскохозяйственного машиностроения.

Анализ агротехнических и физико-механических характеристик растений картофеля в разных зонах возделывания и в различные сроки уборки показывает, что картофель распространенных сортов наиболее надежно и полно может быть убран машинным способом только при использовании принципа уборки, основанного на подкапывании пласта с клубнями и последующей сепарации их от почвы. Для получения товарных клубней комбайн должен отделить их от большого количества почвы [1, 3].

Трудность осуществления процесса сепарации в картофелеуборочных комбайнах обуславливается рядом факторов, основные из которых следующие: незначительное содержание клубней в подкапываемой массе почвы; крайняя восприимчивость клубней к механическим воздействиям; неблагоприятные для сепарации физико-механические свойства почвы (комковатость, пластичность, липкость); резкая изменчивость свойств почвы в зависимости от влажности; наличие в почве камней, корневищ, сорняков и других посторонних примесей.

Приведем теоретические предпосылки разделения компонентов на наклонной плоскости.

Движение тела по наклонной плоскости определяется действующими на него силами и характером связей. Так, плоское тело может двигаться скольжением, неплюские тела опрокидыванием или качением. При разделении вороха, состоящего из клубней картофеля и примесей, возможны все указанные виды движения и их сочетание [2]. Если шарообразный клубень или камень катится по ровной, несколько упругой поверхности, то в зоне их соприкосновения возникают силы трения и деформации. Нормальная составляющая опорной реакции проходит в зоне соприкосновения на расстоянии λ от составляющей, проходящей через центр тяжести тела. В результате получаются следующие уравнения движения:

$$G \sin \alpha - F - m j_s = 0; F \rho_k - G \lambda \cos \alpha - J_s \varepsilon = 0,$$

где G - сила тяжести катящегося тела, Н; α - угол наклона плоскости; F - сила сопротивления качению, Н; m - масса катящегося тела, кг; j_s - ускорение центра масс тела, м/с²; ρ_k - радиус качения, м; λ - плечо рычага трения при качении, м; J_s - момент инерции массы относительно оси, проходящей через центр тяжести, кг·м²; ε - угловое ускорение, с⁻².

При свободном качении недеформирующегося шара радиусом r ускорение $j_s = r\varepsilon$. Так как деформация на поверхности прилегания по сравнению с радиусом шара мала, то радиус качения ρ_k можно приравнять радиусу шара r . Тогда

$$j_s = \frac{5}{7} g (\sin \alpha - f_k \cos \alpha),$$

где f_k - условный коэффициент трения качения клубней.

Согласно этому уравнению, ускорение катящегося по наклонной плоскости шара не зависит от массы и размеров шара и определяется только параметрами f_k и α . Таким образом, определив f_k для шарообразного тела и подставив его вместо коэффициента трения движения в

соответствующие уравнения, выведенные для материальной частицы, можно использовать эти уравнения для анализа возможности разделения шарообразных компонентов.

Сила трения качения (трения второго рода) по закону Кулона

$$F = \frac{\lambda N}{r},$$

где N - нормальная нагрузка, Н.

Принимая $f_k = \lambda/r$, запишем закон в следующем виде:

$$F = f_k N$$

где f_k - условный коэффициент трения качения.

Как и для трения скольжения, при анализе и расчетах принимают $f_k = \operatorname{tg} \phi_k$, где ϕ_k - угол качения.

Для определения скорости движения клубня шарообразной формы можно пользоваться следующими зависимостями: при учете момента трения качения

$$v_{\text{ш}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{10}{7} g s \cdot \cos \alpha (\operatorname{tg} \alpha - f_k)}, \quad (1)$$

без учета момента трения качения

$$v_{\text{ш}} = \sqrt{v_0^2 + \frac{10}{7} g s \cdot \sin \alpha} \quad (2)$$

где v_0 - начальная скорость клубня м/с; s - путь, пройденный клубнем, м.

Угловую скорость (в с^{-1}) клубня эллипсоидной формы $\dot{\varphi}_3$ при его чистом качении определяют из дифференциального уравнения [3, 4]:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{1}{5} (6 + k^2) - k^2 (1 - k^2) \frac{\cos^2 \varphi}{k^2 + (1 - k^2) \sin^2 \varphi} \right] \ddot{\varphi} = \\ & = -k^2 (1 - k^2) \frac{\sin \varphi \cdot \cos \varphi}{[k^2 + (1 - k^2) \sin^2 \varphi]^2} \dot{\varphi}^2 + \frac{g \sin \alpha}{b} \left[\sqrt{k^2 + (1 - k^2) \sin^2 \varphi} - \right. \\ & \left. - (1 - k^2) \operatorname{ctg} \alpha \frac{\sin \varphi \cdot \cos \varphi}{\sqrt{k^2 + (1 - k^2) \sin^2 \varphi}} \right], \quad (3) \end{aligned}$$

где k - отношение размеров c и b ($c < b$) главных осей среднего сечения клубня, лежащего в плоскости движения; φ - угол поворота клубня.

Выполнив расчеты по приведенным формулам можно построить кривые скоростей движения клубней, которые позволят более полно отразить закономерности кинематики качения клубня.

Библиографический список:

1. Голиков, А.А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин: дис. ... канд. техн.наук: 05.20.01 / Голиков Алексей Анатольевич. - Саранск, 2014.- 138 с.
2. Курдюмов, В.И. Теоретическое обоснование силы, требуемой на перемещение катка гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. № 3 (39). - С. 143-147.
3. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров //. М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
4. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. - М.: Машиностроение. - 1977.- 328 с.

THE BASIS OF THE CALCULATION FOR A SEPARATION OF THE WORKING BODIES POTATO MACHINES

Mulyanov A.I., Karpenko G.V., Karpenko M.A.

Key words: *potato harvester, soil, working body, separation, inclined plane, rolling friction moment.*

The article notes that the creation of more advanced potato harvesters remains one of the most urgent tasks of agricultural engineering. The main factors causing the difficulty of the separation process in potato harvesters are revealed. The theoretical prerequisites for the separation of components on an inclined plane are given.

УДК 621.431

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ КАНАВОК ПОД ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА МЕТОДОМ МДО

*Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Бутуев Ю.В., магистрант,
тел.:89278314897, gsspsn@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, поршневое кольцо, ресурс, износ, оксидированный слой.

Работа посвящена теоретическому обоснованию снижения интенсивности изнашивания канавок под поршневые кольца методом микродугового оксидирования, проведен расчет интенсивности изнашивания канавки под поршневое кольцо и интенсивность изнашивания поршневого кольца оксидированного поршня.

Одним из направлений повышения ресурса деталей ЦПГ является снижение износа канавок под поршневые кольца [1].

Для обеспечения снижения износа в паре трения канавка под поршневое кольцо – поршневое кольцо необходимо повысить твердость одной из трущихся поверхностей. Поэтому необходимо повысить твердость этой поверхности, что можно достичь формированием оксидированного слоя на внутренней трущейся поверхности канавки под поршневое кольцо [2].

Микродуговое оксидирование (МДО) – сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения металлических материалов, берущий свое начало от традиционного анодирования, и соответственно относится к электрохимическим процессам. Микродуговое оксидирование позволяет получать многофункциональные керамико-подобные покрытия с уникальным комплексом свойств, в том числе износостойкие, коррозионностойкие, теплостойкие, электроизоляционные, упрочняющие и декоративные покрытия [3-11].

Износ в сопряжении канавка под поршневое кольцо - поршневое кольцо будет зависеть от суммарной площади контакта, давления на поршневое кольцо, твердости трущихся поверхностей, и с учетом размеров поверхностей сопряжения поршневая канавка – поршневое кольцо, подвергающихся изменениям, определим интенсивность изнашивания поверхности канавок под поршневые кольца I_1 и поршневых колец I_2 .

С учетом установленных размеров поверхностей сопряжения поршневая канавка – поршневое кольцо, подвергающихся изменением, интенсивность изнашивания поверхности канавок под поршневые кольца I_1 и поршневых колец I_2 будет определяться как [12,13]:

$$I_1 = \frac{\varepsilon_2 \cdot b_2^{2v_2}}{(v_2+1) \cdot n} \cdot \left(\frac{v_2 \cdot h_{\max 2}}{8 \cdot r_2} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{S_{c1}^{2v_2}}{S_{d1}} \right) \cdot \left(\frac{P_1}{HB_1} \right)^{\frac{2v_2-1}{2v_2}}, \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_1 \cdot b_1^{2v_1}}{(v_1+1) \cdot n} \cdot \left(\frac{v_1 \cdot h_{\max 1}}{8 \cdot r_1} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{S_{c1}^{2v_1}}{S_{d1}} \right) \cdot \left(\frac{P_2}{HB_2} \right)^{\frac{2v_1-1}{2v_1}}, \quad (2)$$

где ε_1 и ε_2 – относительное сближение канавки под поршневое кольцо (индекс 1) и поршневого кольца (индекс 2); b_1 и b_2 , v_1 и v_2 – константы, характеризующую кривую опорную поверхность; n – число циклов до разрушения единичной неровности; $h_{\max 1}$ и $h_{\max 2}$ – максимальная высота неровности поверхности трения, мм; r_1 и r_2 – радиус закругления вершин неровностей, мм; HB_1 и HB_2 – микротвердость материала, МПа; P_1 и P_2 - нагрузка, действующая на канавку под поршневое кольцо и поршневое кольцо, Н.

Проведенный расчет [14,15] по формулам 1 и 2 показал следующее, интенсивность изнашивания канавки под поршневое кольцо у оксидированного поршня составила $1,71 \cdot 10^{-12}$ мм/мм, что в 6,1 раза ниже, чем у канавки под поршневое кольцо типового поршня, составившей - $1,05 \cdot 10^{-11}$ мм/мм. Интенсивность изнашивания поршневого кольца оксидированного поршня составила $3,13 \cdot 10^{-11}$ мм/мм, что в 1,03 раза выше, чем у поршневого кольца типового поршня, соответственно $3,01 \cdot 10^{-11}$ мм/мм.

Библиографический список:

1. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминиевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
2. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.

3. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
4. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
5. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
6. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
7. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
8. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
9. Патент 130003 РФ, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012151171/06; заяв. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
10. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
11. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М. Марьин. – № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.
12. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
13. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов,

- А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182
14. Глущенко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
15. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского государственного университета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.

THEORETICAL JUSTIFICATION OF REDUCING THE WEAR RATE GROOVES UNDER THE PISTON RINGS BY THE METHOD OF MDO

Petryakov S.N., Batuev Y.V.

Key words: *intensity of wear, a piston ring, a resource, wear, the oxidized layer*

The work is devoted to the theoretical justification of reducing the wear intensity of the grooves under the piston rings by micro-arc oxidation, the calculation of the wear intensity of the groove under the piston ring and the wear intensity of the piston ring of the oxidized piston.

УДК 621.431

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ «ПОРШЕНЬ-ЦИЛИНДР»

*Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Каняев Н.О., магистрант,
тел.:89278314897, gsspsn@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *двигатель, цилиндропоршневая группа, поршень, цилиндр, трение, металлизация.*

Работа посвящена анализу способов и средств улучшениям работы сопряжениям «поршень - цилиндр», рассмотрены факторы механических потерь в сопряжениях деталей цилиндропоршневой группы и теоретический расчет снижения коэффициента трения в сопряжении.

За последние 10–15 лет двигателестроение значительно повысило не только уровень конструирования энергетических установок, но значительно улучшило качество их изготовления. Однако, несмотря на использование новых конструкторских решений и материалов, эффективность современных двигателей оставляет желать лучшего. Одной из причин этого являются существенные тепловые и механические потери в самом двигателе. Так, у подавляющего большинства выпускаемых двигателей механический к.п.д. при номинальных режимах работы не превышает 0,75 [1].

То есть внутренние безвозвратные потери в двигателе, большая часть которых идет на преодоление сил трения, составляют до 25 % от мощности двигателя [2].

Общеизвестным фактом является то, что в объеме этих потерь механические потери в сопряжениях деталей цилиндропоршневой группы составляют от 40 до 63 %. Поэтому одним из направлений повышения эффективных показателей (техничко-эксплуатационных и топливно-экономических) современных двигателей внутреннего сгорания является снижение потерь в цилиндропоршневой группе [2].

Одной из особенностей работы цилиндропоршневой группы является возвратно-поступательный (реверсивный) характер перемещения поршня и синусоидальное изменение его скорости движения в цилиндре. Такой процесс перемещения сопровождается сразу несколькими режимами смазки, а соответственно, и режимов трения их основных сопряжений.

В настоящее время в научном мире существует несколько мнений по вопросу режимов трения поршневых колец. Наибольшее распро-

странение получила теория гидродинамического режима трения колец о рабочую поверхность цилиндра. Не меньше данных, доказывающих граничные режимы трения, также распространено мнение об одновременном проявлении обоих режимов трения [3-5].

Теория наличия совместного проявления граничного и гидродинамического режимов трения является более достоверной. Так как на основании многочисленных, хотя и сильно разрозненных, теоретических выкладок, а также результатов экспериментальных исследований установлены зависимости трения от профиля контактной поверхности колец (режим гидродинамического трения), а также от свойств материалов деталей (например, упругости колец) и режимов работы (например, воздействие газов) (режим граничного трения) [6-8].

Сравнительный анализ основных выражений теории гидродинамической смазки применительно к сопряжению «поршень-цилиндр» позволяет утверждать, что минимальным затратам энергии соответствует максимальная гидродинамическая несущая способность. Данное заключение основано на следующих положениях:

1) при достижении максимального давления увеличивается толщина смазочного слоя h_m , улучшаются условия смазки и снижается сила трения ввиду уменьшения градиента скорости dh/dV ;

2) снижение величины радиальной скорости в пределах зазора при максимальном значении несущей способности поршня обеспечивает снижение энергии на удар;

3) поддержание гидродинамического режима в условиях ухудшения режимов трения и смазки обеспечивается повышением несущей способности;

4) уровень несущей способности обеспечивает возможность управлять гидродинамическим режимом в процессе перемещения поршня за счет изменения гидродинамического давления в сопряжении.

На данные положения накладываются ограничения. С одной стороны, это предел упругости материала деталей в зоне смазки. С другой стороны – различия в функциональном назначении деталей цилиндропоршневой группы, т.е. если для поршня положения справедливы, то для поршневых колец необходимо выполнение требования сохранения их уплотнительных, теплоотводящих и маслорегулируемых свойств.

Если положить целевым критерием повышение несущей способности деталей сопряжения при минимальном сопротивлении взаимному перемещению во время действия максимальной несущей нагрузки, то, исходя из динамической теории и уравновешенности динамических

сил, можно получить рациональный профиль трущейся поверхности.

Из решения известного уравнения Рейнольдса для перемещения наклонного профиля (образуемого поршневым кольцом) динамическая несущая способность [6-8]

$$P = 6\mu V \frac{L^2}{H_1^2} \frac{1}{\delta^2} \left(\ln(1 + \delta) - 2 \frac{\delta}{2 + \delta} \right), \quad (1.1)$$

где μ - коэффициент Пуассона материала; V - объем материала, m^3 ; L - длина пути трения, m ; H - перепад высот наклонного профиля, m ; δ - толщина не-сущего слоя материала, m .

или

$$P = 6\mu V \frac{L^2}{H_1^2} \frac{1}{\delta^2} P_\delta, \quad (1.2)$$

где P_δ - динамическая несущая способность по толщине слоя материала, участвующего в процессе трения (т.е. толщина слоя материала на рабочей поверхности гильзы цилиндров), МПа; H_1 - начальная высота индентора (объекта, внедряемого в поверхность при поступательном движении, в нашем случае - минимальное значение толщины поршневого кольца), m .

$$P_\delta = \frac{1}{\delta^2} \left(\ln(1 + \delta) - 2 \frac{\delta}{2 + \delta} \right), \quad (1.3)$$

$$\delta = \frac{H_2 - H_1}{H_1}, \quad (1.4)$$

где H_2 - конечная высота индентора (объекта, внедряемого в поверхность при поступательном движении, в нашем случае - максимальное значение толщины поршневого кольца), m .

Есть функция Релея, представляющая собой погонную (отнесенную к единице ширины поверхности) несущую способность, зависящую только от параметра δ (формула 1.4), который является относительным перепадом высот профиля трущейся поверхности.

В случае использования формулы (1.4) для функции Релея выражение динамической погонной несущей способности профиля можно представить как

$$P = \frac{\mu V L^2 (H_2 - H_1)}{2 H_1^2}, \quad (1.5)$$

Анализ формулы показывает, что профиль движущейся детали будет характеризоваться параметрами L , H_1 и H_2 . При неизменном значении пути трения L , увеличение несущей способности будет обеспечиваться снижением высоты неровностей трущейся поверхности. Снижение профиля может быть обеспечено металлизацией поверхности трения гильзы металлом с высокой поверхностной активностью [9-16], позволяющей заполнить неровности и обеспечить минимальное значение разности высот неровностей. Кроме того, использование металлов с низким сопротивлением сдвигу позволит снизить коэффициент трения в сопряжении.

Библиографический список:

1. Салахутдинов, И.Р. Причины возникновения отказов и способы восстановления гильз цилиндров ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Междунар. НПК.– Ульяновск: УГСХА, 2009. – Том V. - С. 77-81.
2. Глущенко, А.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС методом микродугового оксидирования днищ поршней: монография / А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2016. – 126с.
3. Степанов, В.А. Микродуговое оксидирование поверхности деталей из алюминиевых сплавов / В.А. Степанов, К.У. Сафаров, А.Л. Хохлов // Молодежь и наука XXI века: сборник материалов II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Ульяновск: УГСХА, 2007. – Ч.2. – С. 203-207.
4. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование поршней ДВС /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.В. Пугач // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 63 - 65.
5. Марьин, Д.М. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: материалы 25-го Международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова. – Саратов: СГАУ, Издательство «Кубик», 2012. – С. 154-156.
6. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, А.А. Глущенко, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-106.
7. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182

8. Нурутдинов, А.Ш. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского госагро-университета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 11. - С. 56-59.
9. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
10. Патент на полезную модель № 130003 Российская Федерация, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. № 2012151171. Заявл. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
11. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
12. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
13. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
14. Патент 130003 РФ, МПК F02F 3/10. Поршень двигателя внутреннего сгорания / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012151171/06; заяв. 28.11.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.
15. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
16. Патент 2534327 РФ, МПК F02F 1/20. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, Д.М. Марьин. - № 2013110185/06; заяв. 06.03.2013; опубл. 27.11.2014, Бюл. № 33.

WAYS AND MEANS OF IMPROVING THE WORK OF PISTON-CYLINDER STRETCHING

Petryakov S.N., Kanaev N.O.

Key words: *engine, cylinder-piston group, piston, cylinder, friction, metallization.*

The work is devoted to the analysis of ways and means of improving the work of the «piston - cylinder» coupling, the factors of mechanical losses in the mates of parts of the cylinder group and the theoretical calculation of reducing the friction coefficient in the coupling.

УДК 621.43

СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ПРЕЦИЗИОННЫХ ПАР ВВЕДЕНИЕМ В СОСТАВ СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА РЫЖИКОГО МАСЛА

***Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Шакуров Р.Р., студент 4 курса,
тел.:89278314897, gsspsn@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ***

Ключевые слова: износ, смешевое топливо, ресурс, рыжик, растительные масла.

Работа посвящена анализу состояния вопроса о повышении ресурса прецизионных пар топливной аппаратуры. Альтернативным видам топлив на примере смешевого рыжико - -минерального топлива.

Как показал анализ состояния вопроса повышения ресурса прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры, существующие способы не являются достаточно эффективными [1-10]. В связи с этим возникает необходимость поиска новых путей снижения износа деталей прецизионных пар, и, следовательно, ресурса топливной аппаратуры в целом.

В настоящее время все большее распространение получают так называемые альтернативные источники питания. Они обладают рядом преимуществ:

- возобновляемость;
- наличие местных источников сырья для получения топлив;
- снижение парникового эффекта;
- сокращение зависимости от поставщиков нефти и газа;
- снижение экологического ущерба от систем сбора органических отходов;

- обеспечение экологически замкнутой энергетической системы.

В последнее время в мире все большее распространение получают моторные топлива на основе растительных масел, в частности, рыжикового масла. Выбор именно этой культуры не случаен. Теплота сгорания рыжикового масла составляет 37,1 МДж/кг, и незначительно отличается от дизельного топлива – 42,8 МДж/кг. Рыжиковое масло хорошо растворяется в дизельном топливе и поддается химической обработке. Одним из направлений применения данного ресурса является так называемый «биодизель» – рыжиково-метиловый эфир, получаемый путем химической обработки рыжикового масла по специальной

технологии. «Биодизель» обладает физико-химическими свойствами, близкими к свойствам дизельного топлива [11-13].

Однако в современных условиях применение «биодизеля» в условиях сельскохозяйственного производства нецелесообразно в связи со сложностью процесса его получения и необходимостью модернизации систем питания дизелей с.-х. техники.

Более рациональным является применение смесового минерально-растительного топлива, представляющего собой смесь дизельного топлива с рыжиковым маслом в различном процентном соотношении.

Преимущество рыжика перед другими сельскохозяйственными культурами выражается в высоком коэффициенте размножения, большом продуктивном потенциале, коротком вегетативном периоде, использовании продукции в различных направлениях (лакокрасочном, пищевом, медицинском). При выращивании рыжика в почве снижается содержание азота за счет его поглощения мощной корневой системой растений, что в определенной мере уменьшает риск загрязнения им подземных и поверхностных вод.

Можно выделить несколько методов адаптации систем питания дизельных двигателей для работы на биотопливе:

- использование натурального рыжикового масла:

- очистка и добавление моющих и антиокислительных присадок;
- конструктивные изменения элементов системы питания по параметрам производительности;
- подогрев масла до режима оптимальной вязкости;
- впрыск с высоким давлением (180...200 МПа).

Смесовое минерально-растительное топливо не требует сложного технологического процесса производства, подбор рационального состава позволяет избежать вмешательства в конструкцию топливной аппаратуры.

Анализ химического состава растительных масел показывает, что в рыжиковом масле содержится значительное количество органических поверхностно-активных веществ, в частности, олеиновых кислот. Данное обстоятельство благоприятствует его использованию в качестве компонента смесового минерально-растительного топлива, предназначенного для улучшения режима трения прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры. Поверхностно-активные вещества способствуют образованию на поверхности трения защитной пленки, значительно снижающих нагрузки на материал детали, что в результате приводит к уменьшению износа.

Рабочей гипотезой настоящего исследования является модификация поверхностных слоев деталей прецизионных пар ПАВ смешанного топлива, образующих пленку, демпфирующее действие которой улучшает трибологические параметры сопряжения.

В связи с этим в данной работе предлагается способ снижения износа прецизионных пар, заключающийся во введении в состав смешанного минерально-растительного топлива от 10 до 90% рыжикового масла, содержащего поверхностно-активные вещества органического происхождения. Объем вводимого в состав смешанного топлива рыжикового масла обоснован в поисковых исследованиях, целью которых было определение оптимального состава топлива, обеспечивающего бесперебойную работу системы питания дизеля.

Известно, что в рыжиковом масле присутствуют жирные кислоты олеиновая, линолевая и стеариновая, в суммарном значении около 40%, относящиеся к поверхностно активным веществам (ПАВ) [14,15]. То есть при концентрации рыжикового масла до 50% в ДСТ присутствуют до 10% ПАВ и на поверхностях трения образцов происходит образование демпфирующего слоя органических ПАВ, препятствующего их изнашиванию.

Таким образом, использование рыжикового масла в качестве добавки к минеральному дизельному топливу приведет к снижению изнашивания деталей топливной аппаратуры дизельного двигателя.

Библиографический список:

1. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. За-мальдинов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2014. - №3. – С. 62-65.
2. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы II-й Международной научно-практической конференции.– Ульяновск: УГСХА, 2010. – Том III. - С. 107-116.
3. Зартдинов, Ф.Ф. Установка для диагностирования гидросистем / Ф.Ф. Зартдинов, Ф.Ф. Зартдинова, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 26-29.

4. Зартдинов, Ф.Ф. Технические средства диагностирования гидросистем / Ф.Ф. Зартдинов, Ф.Ф. Зартдинова, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глуценко // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VII Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2016. – С. 53-59.
5. Патент 129247 РФ, G01N3/56. Машина для испытания цилиндропоршневой группы на трение и износ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глуценко, А.А. Хохлов, А.А. Гузьяев, А.С. Егоров. - № 2012153334/28; заяв. 10.12.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. 17.
6. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №2011100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
7. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей биметаллизацией рабочей поверхности трения: монография / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов. - Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2012. – 180 с.
8. Салахутдинов, И.Р. Теоретическое обоснование процесса снижения износа цилиндро-поршневой группы биметаллизацией методом вставок / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глуценко // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №2. – С. 42-45.
9. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка-поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глуценко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182.
10. Глуценко, А.А. Влияние биметаллизации на смазывающую способность рабочей поверхности гильзы цилиндра / А.А. Глуценко, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №4. – С. 32-34.
11. Эксплуатация и ремонт нефтескладов: учебное пособие / А.Л. Хохлов, А.А. Глуценко, Е.Н. Прошкин, Е.А. Сидоров, К.У. Сафаров. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 290 с.
12. Патент № 2582700 РФ МПК B01F 5/06. Смеситель-дозатор растительного масла и минерального дизельного топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов - 2014152680/05; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.
13. Патент № 2582535 РФ МПК F02M 43/00, F02D 19/06. Двухтопливная система питания дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов – 2014152644/06; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.

14. Хохлова, Е.А. Способ регулирования дизельного смесового топлива / Е.А. Хохлова, А.П. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 137-141.
15. Уханов, А.П. Физические свойства рыжиково-минерального топлива / А.П. Уханов, А.А. Хохлов, А.Л. Хохлов, В.А. Голубев, Е.А.Хохлова // Международный научно-исследовательский журнал International research journal. – 2017. - №05 (59). - Екатеринбург: ООО «Компания ПОЛИГРА-ФИСТ. - С. 124-128.

REDUCED WEAR OF PRECISION PAIRS INTRODUCTION THE COMPOSITION OF THE MIXED FUEL CAMELINA OIL

Petryakov S.N., Shakurov R.R.

***Key words:** wear, composite propellant, resource, ginger, vegetable oil.*

The work is devoted to the analysis of the issue of increasing the resource of precision fuel equipment. Alternative fuels on the example of mixed carrot-top-mineral oil and diesel fuel.

УДК 621.43

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА БИОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

*Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Шакуров Р.Р., студент 4 курса,
тел.:89278314897, gsspsn@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: топливные системы, дизель, биоминеральная композиция, рыжик, смеситель.

Работа посвящена анализу существующих топливных систем питания дизеля. Описаны недостатки и представлена разработанная двухтопливная система питания дизеля.

Одним из наиболее перспективных альтернативных моторных топлив, без существенных конструктивных изменений в двигателе, является биоминеральное топливо, представляющего собой смесь растительного масла с дизельным минеральным топливом в различных пропорциях. Перспективной масличной культурой для производства биоминерального топлива, кроме рапса, является рыжик. Она обладает относительно высокой урожайностью 2,0...2,4 т/га и масличностью семян до 48 %. Для адаптации тракторного дизеля к работе на двух типах топлива известны двухтопливные системы питания дизеля [1-6].

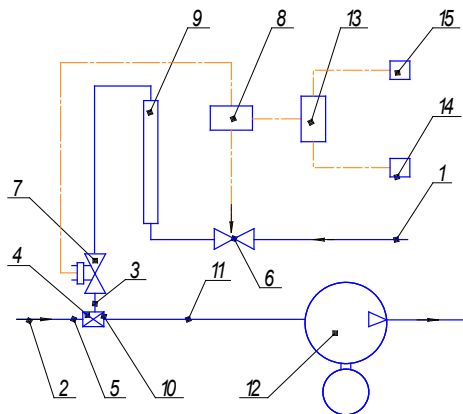


Рисунок 1 - Схема топливной системы для приготовления и подачи биотопливной композиции (обозначения позиций в тексте)

Устройство содержит насосы растительного и минерального топлива (не показаны), трубопровод 1 подачи растительного (рис.1.) и трубопровод 2 подачи минерального топлива, первый из которых подключен к первому входу 3 эмульгатора 4, а второй - ко второму входу 5 эмульгатора 4. В трубопроводе 1 подачи растительного топлива установлены автоматический дозирующий клапан 6 и электромагнитный запорный клапан 7, последний из которых размещен у первого входа 3 эмульгатора 4. Клапаны 6 и 7 электрически соединены между собой при помощи усилителя 8. Между указанными клапанами в трубопроводе 1 подачи растительного топлива установлен ротаметр 9. Выход 10 эмульгатора 4 подключен к эмульсионному трубопроводу 11, снабженному насосом 12. К усилителю 8 через блок 13 управления подключены датчик 14 частоты вращения вала двигателя и датчик 15 положения рейки топливного насоса.

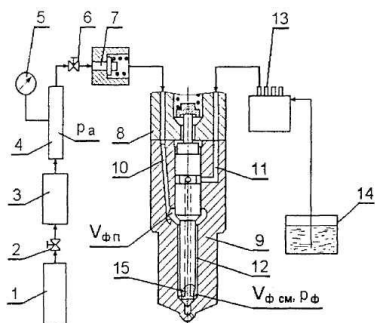


Рисунок 2 - Система подачи смесового топлива для дизеля (обозначения позиций в тексте)

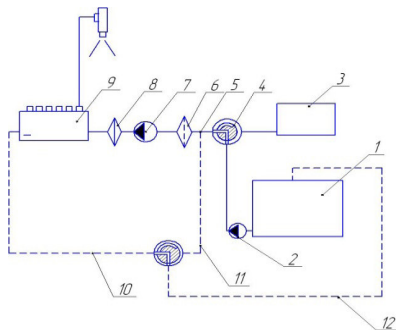


Рисунок 3 - Двухтопливная система для работы дизеля на минеральном и растительном топливах (обозначения позиций в тексте)

В МАДИ разработана топливная система подачи смесового топлива в камеру сгорания дизеля (рис. 2) [7,8]. Она включает в себя форсунки 8 (по одной на каждый цилиндр дизеля), ТНВД 13 для подачи к форсунке товарного минерального дизельного топлива из бака 14 и аппаратуру аккумуляторного типа для подачи растительного топлива, со-

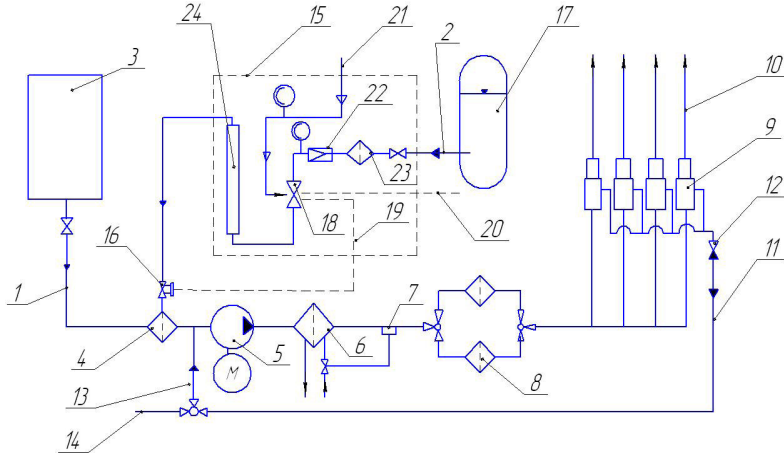


Рисунок 4 - Система подготовки и подачи топливной эмульсии в двигатель

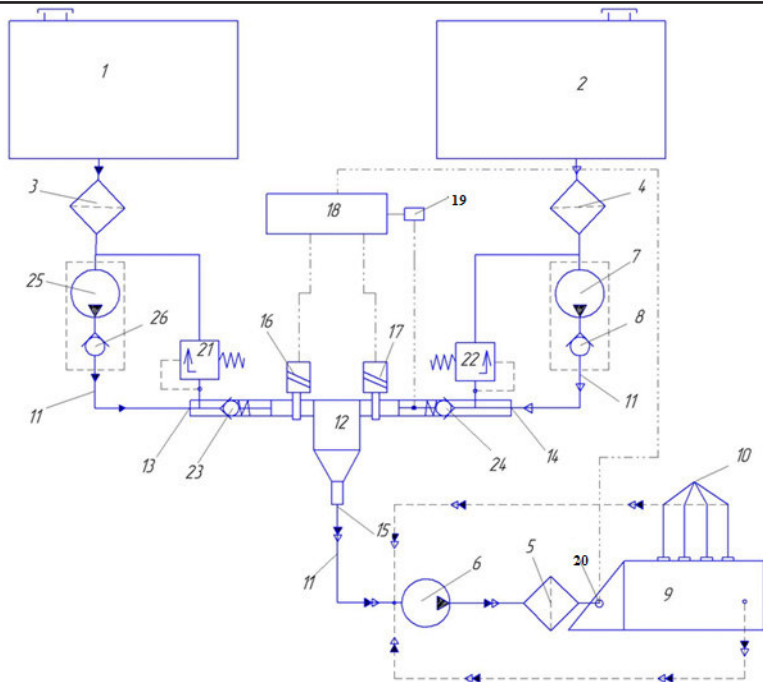
1,2 - магистрали подачи нефтяного и растительного топлива соответственно; 3 – топ-ливный бак; 4 - диспергатор; 5 - подкачивающий насос; 6 - подогреватель; 7 – терморегулятор; 8 - фильтры тонкой очистки; 9 - ТНВД; 10 - трубки; 11 – трубопровод возврата отсеченного топлива; 12- клапан; 13,14-трубопроводы; 15-модуль управления; 16-электромагнитный клапан; 17-емкость; 18-игольчатый клапан; 19,20 – электрокабель; 21 - пневмопровод; 22 - редукционный клапан; 23 - фильтр; 24 – ротаметр

держающую баллоны 3 и 1 для растительного топлива и инертного газа, аккумулятор 4, топливопроводы, обратный клапан 7.

Двухтопливная система [9] для работы дизеля на минеральном и растительном топливах (рис. 3) **содержит**: 1 - топливный бак; 2 - насос с электроприводом; 3 - бак для пускового топлива; 4 - кран; 5 - линия забора топлива; 6 - фильтр; 7 - топливоподкачивающий насос; 8 - ФТО; 9 - ТНВД; 10 - линия слива; 11,12 - участки слива топлива.

Система подготовки и подачи топливной эмульсии в двигатель представлена на рис.4.

Рассмотренные топливные системы не нашли широкого применения из-за ряда причин: не обеспечивают необходимое процентное соотношение компонентов биоминерального топлива, возможен перелив из одного бака в другой.



**Рисунок 5 – Схема двухтопливной системы питания дизеля
(наименование позиций в тексте)**

Предлагаемая двухтопливная система питания [10,11] содержит бак минерального топлива 1 (рис. 5), бак растительного масла 2, фильтры грубой очистки минерального топлива 3 и растительного масла 4, фильтр тонкой очистки топлива 5, топливоподкачивающий насос 6, электрический насос подачи растительного масла 7 с обратным клапаном 8, топливный насос высокого давления в комплекте с центробежным регулятором частоты вращения 9, форсунки 10, топливопроводы 11 и смеситель - дозатор растительного масла и минерального дизельного топлива 12, имеющий два входных 13, 14 и один выходной 15 каналы во входных каналах 13, 14 установлены электродозаторы 16, 17, электрически соединенные через электронный блок управления 18 с датчиком температуры растительного масла 19 и индуктивным датчиком нагрузочно-скоростного режима 20, причем во входных каналах 13, 14 смесителя - дозатора растительного масла и минерального дизельного

топлива 12 перед электродозаторами 16, 17 установлены перепускные 21, 22 и нагнетательные 23, 24 клапаны минерального топлива и растительного масла, а между фильтром грубой очистки минерального топлива 3 и нагнетательным клапаном минерального топлива 23 размещен электрический насос подачи минерального топлива 25 с обратным клапаном 26.

Таким образом, разработанная двухтопливная система питания позволяет адаптировать дизель для работы на рыжико-минеральном топливе непосредственно при работе трактора без существенных конструктивных изменений и обеспечивает необходимое процентное соотношение компонентов дизельного смесового топлива в зависимости от температуры рыжикового масла и нагрузочно-скоростного режима дизеля.

Библиографический список:

1. Устройства для конструктивной адаптации дизелей автотракторной техники к работе на биоминеральном топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова, А.А. Хохлов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Вып. 2. – С. 34-40.
2. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. За-мальдинов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2014. - №3. – С. 62-65.
3. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы II-й Международной научно-практической конференции.– Ульяновск: УГСХА, 2010. – Том III. - С. 107-116.
4. Эксплуатация и ремонт нефтескладов: учебное пособие / А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, Е.Н. Прошкин, Е.А. Сидоров, К.У. Сафаров. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 290 с.
5. Зартдинов, Ф.Ф. Установка для диагностирования гидросистем / Ф.Ф. Зартдинов, Ф.Ф. Зартдинова, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 26-29.
6. Зартдинов, Ф.Ф. Технические средства диагностирования гидросистем / Ф.Ф. Зартдинов, Ф.Ф. Зартдинова, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко //

- Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VII Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина, 2016. – С. 53-59.
7. Патент 129247 РФ, G01N3/56. Машина для испытания цилиндропоршневой группы на трение и износ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.А. Гузяев, А.С. Егоров. - № 2012153334/28; заяв. 10.12.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. 17.
 8. Физические свойства рыхликово-минерального топлива / А.П. Уханов, А.А. Хохлов, А.Л. Хохлов, В.А. Голубев, Е.А.Хохлова // Международный научно-исследовательский журнал International research journal. – 2017. - №05 (59). - Екатеринбург: ООО «Компания ПОЛИГРАФИСТ. - С. 124-128.
 9. Хохлова, Е.А. Способ регулирования дизельного смесового топлива / Е.А. Хохлова, А.П. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 137-141.
 10. Патент № 2582700 РФ МПК B01F 5/06. Смеситель-дозатор растительного масла и минерального дизельного топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов - 2014152680/05; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.
 11. Патент № 2582535 РФ МПК F02M 43/00, F02D 19/06. Двухтопливная система питания дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов – 2014152644/06; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.

FUEL SYSTEMS FOR DIESEL WORK ON BIOMINERAL COMPOSITIONS

Petryakov S.N., Shakurov R.R.

Key words: *fuel systems, diesel, biomineral composition, saffron, mixer.*

The work is devoted to the analysis of existing diesel fuel supply systems. Described disadvantages and presents the developed dual-fuel power supply system of a diesel engine.

УДК 621.431

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ

*Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Хохлов А.А., ассистент
Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, гильза цилиндра, износостойкость, металлизация.

Работа посвящена анализу состояния вопроса о повышении износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей металлизацией рабочей поверхности трения. Предложен технологический процесс изготовления металлизированной медью гильзы цилиндров. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Повышение износостойкости гильз цилиндров достигается за счет металлизации поверхности трения. Для этого в теле детали могут быть выполнены вставки, слои, канавки, пазы и прочее из материала с иными физико-механическими свойствами, как правило, в плоскости, непараллельной плоскости трения и направлению движения деталей (рис. 1) [1,2].

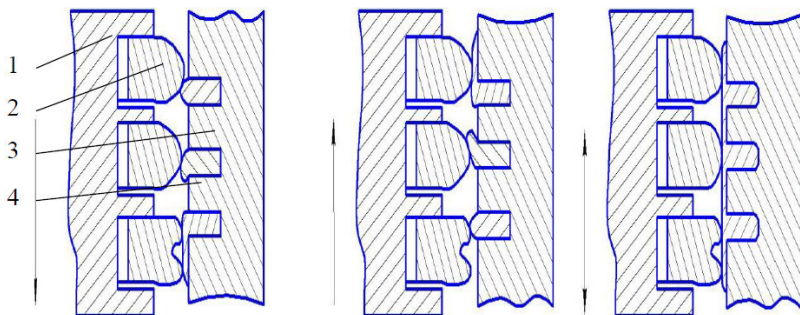


Рисунок 1 - Схема образования плёнки на поверхности гильзы цилиндров: 1-поршень; 2-поршневое кольцо; 3-гильза цилиндров; 4-вставка

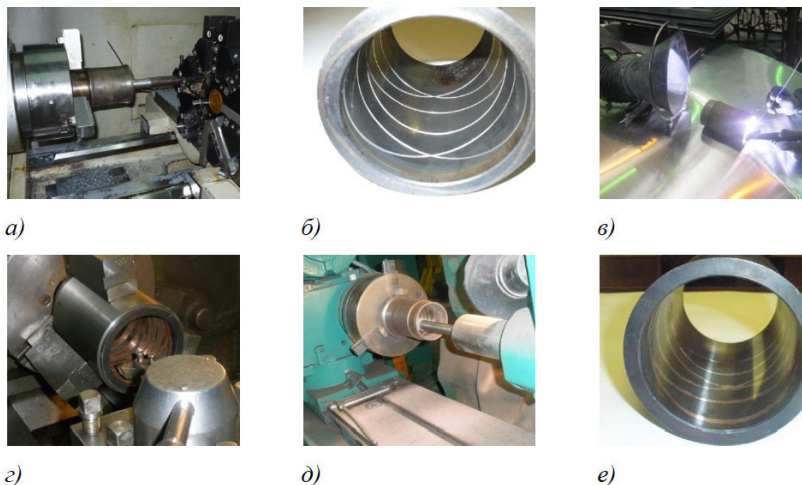


Рисунок 2 - Технологический процесс изготовления металлизированной медью гильзы цилиндров: а)нарезка кольцевых канавок; б) гильза с нарезанными кольцевыми канавками; в) наплавка канавок медью; г) зачистка внутренней поверхности; д) шлифование внутренней поверхности; е) металлизированная гильза цилиндров

Работа гильзы [3-9] с измененными физико-механическими характеристиками поверхности трения осуществляется следующим образом. Кольца, двигаясь по поверхности гильзы, пластическим деформированием снимают часть цветного металла с канавок и «намазывают» его по всей поверхности гильзы между н.м.т. и в.м.т. Этот процесс происходит непрерывно в течение всех четырёх тактов двигателя. В результате на рабочей поверхности гильзы образовывается защитная пленка, что способствует, снижению коэффициента трения поршневых колец о стенку гильзы цилиндра.

Технологический процесс изготовления металлизированной медью гильзы цилиндров (рис. 2) включает в себя следующие основные операции: нарезание кольцевых канавок и их наплавку; зачистку внутренней поверхности после наплавки; черновое и чистовое шлифование внутренней поверхности [2,3].

Результаты лабораторных исследований показали, что наилуч-

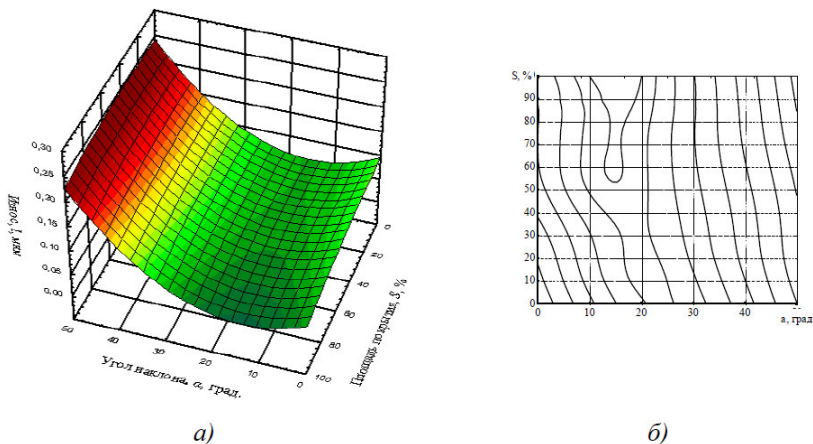


Рисунок 3 - Поверхность отклика: (а) характеризующая степень износа образцов от угла наклона вставки и площади покрытия трущейся поверхности; (б) двухмерное сечение поверхности отклика от взаимодействия угла наклона вставки и площади покрытия

шие показатели по снижению момента трения в конце исследований наблюдаются у образцов, имеющих угол наклона вставки 15° , 20° и 25° и составляют соответственно 3,0; 2,98; 3,05 Н·м. У этих образцов раньше других заканчивается период приработки, стабилизация происходит через 20 минут после начала исследований [10].

Данные рентгеновского спектрального анализа поверхностей трения образцов показывают образование на них слоя цветного металла, возникающего в процессе трения, причем наибольшая площадь покрытия трущейся поверхности происходит при угле наклона вставки меди $15...25^\circ$ и составляет 84...86 % покрываемой площади [11-14].

Исследования шероховатости поверхности трения образцов показывают, что у образцов, прослоенных медью, среднее отклонение профиля от средней линии уменьшилось на 0,4 мкм, то есть на 12,5 % до и после исследований [11].

При определении износа испытываемых образцов использовали весовой метод. Наименьший износ имеют образцы, имеющие угол 15° , 20° и 25° .

На основании результатов исследований [15] получено уравнение регрессии, описывающее зависимость износа поверхности трения об-

разцов от угла наклона вставки и площади покрытия трущейся поверхности (рис. 3):

$$I=25,068 - 0,0136\alpha - 0,0016S + 0,0003\alpha^2 - 5\alpha S - 6S^2, \quad (1)$$

где I – износ образцов, мг; α – угол наклона вставки, град.; S – площадь покрытия, %.

Таким образом, исследования [10-16] показали, что металлизация гильзы цилиндра позволяет снизить интенсивность изнашивания гильзы по высоте в среднем в 3 раза.

После проведения стендовых исследований двигателя определяли износ гильз цилиндров линейным и весовым методами.

По результатам взвешивания средний износ металлизированных гильз цилиндров в 3,4 раза меньше типовых гильз, что обусловлено образованием на поверхности трения антифрикционного слоя и снижением коэффициента трения.

Проведенные теоретические расчеты и экспериментальные исследования показали, что при металлизации гильз цилиндров износ рабочей поверхности трения снижается в 3 раза, что подтверждено экспериментальными исследованиями: при ускоренных лабораторных испытаниях в 3 раза, стендовых – 3,4 раза, по сравнению с типовой гильзой.

Библиографический список:

1. Салахутдинов, И.Р. Причины возникновения отказов и способы восстановления гильз цилиндров ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Междунар. НПК.– Ульяновск: УГСХА, 2009. – Том V. - С. 77-81.
2. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей биметаллизацией рабочей поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов. - Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2012. – 180 с.
3. Салахутдинов, И.Р. Гильза цилиндров двигателя УМЗ – 417 с изменёнными физико-механическими свойствами / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных.– Пенза: ПГСХА, 2010. – С.132-135.
4. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. За-мальдинов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2014. - №3. – С. 62-65.

5. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №20111100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
6. Патент 129247 РФ, G01N3/56. Машина для испытания цилиндропоршневой группы на трение и износ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.А. Гузьяев, А.С. Егоров. - № 2012153334/28; заяв. 10.12.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. 17.
7. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
8. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - №2010100259/22; заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.
9. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.
10. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы II-й Международной научно-практической конференции.– Ульяновск: УГСХА, 2010. – Том III. - С. 107-116.
11. Определение шероховатости и элементного состава металлизированных гильз цилиндров ДВС / А.Л. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. - 2013. - №1(26). – С. 66-70.
12. Глущенко, А.А. Влияние биметаллизации на смазывающую способность рабочей поверхности гильзы цилиндра / А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №4. – С. 32-34.
13. Уханов Д.А. Результаты моторных исследований двигателя УМЗ-417 с биметаллизированными гильзами цилиндров / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // Нива Поволжья. – 2011. – №4 (21). – С. 66-71.
14. Нурутдинов А.Ш. Исследование металлизированной гильзы цилиндров на прочность / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов // Сельский механизатор. – 2013. –№6. – С. 33-35.
15. Салахутдинов, И.Р. Теоретическое обоснование процесса снижения износа цилиндропоршневой группы биметаллизацией методом вставок / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №2. – С. 42-45.

16. Степанов, В.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2013. – №11. – С. 56-59.

IMPROVEMENT OF WEAR RESISTANCE OF CYLINDER LINERS OF DIESEL ENGINES METALLIZATION OF THE WORKING SURFACE FRICTION

Petryakov, S. N., Khokhlov A. A.

Key words: *internal combustion engine, the cylinder liner, wear resistance, metallizing.*

The work is devoted to the analysis of the issue of increasing the wear resistance of cylinder liners of gasoline engines by metallization of the working surface of friction. The technological process of production of the cylinder liner metallized with copper is offered. The results of theoretical and experimental studies are presented.

УДК 621.431

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ МЕДЬЮ

*Петряков С.Н., к.т.н., доцент, Хохлов А.А., ассистент
Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, поршень, гильза цилиндров, металлизация, износостойкость.

Работа посвящена анализу состояния вопроса о металлизации внутренней поверхности гильзы цилиндров медью. Предложен способ металлизации медью гильзы цилиндров вставками.

Одним из звеньев, наиболее лимитирующих показателей надежности работы ДВС, являются гильзы цилиндров одна из основных частей ДВС, которая работает совместно с поршнями и кольцами, образуя объем, в котором тепловая энергия процесса сгорания топлива превращается в механическую энергию [1].

Поэтому разработка и совершенствование способов восстановления и повышения износостойкости гильз цилиндров, отвечающих требованиям стандартов, являются актуальными и практически значимыми для с.-х. производства..

Гильзы цилиндров ДВС работают в условиях высокого давления и температур (рис. 1), поэтому они должны соответствовать целому

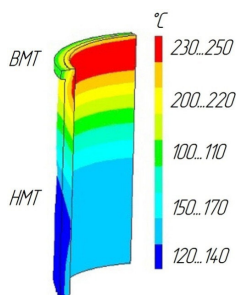


Рисунок 1 – Тепловые нагрузки гильзы цилиндров бензинового двигателя

ряду важных параметров. Во-первых, гильза цилиндров должна быть износостойкой и иметь низкий коэффициент трения. Во-вторых, в процессе работы сохранять стабильные размеры, выдерживать высокие давления, механические и тепловые нагрузки, при этом обладать хорошей теплопроводностью и коррозионной стойкостью в активных средах [2-7]. Для обеспечения предъявляемых требований к качеству формирования поверхностей трения гильзы цилиндров необходимо обеспечивать получение оптимальных триботехнических характеристик сопрягаемых по-

верхностей, таких как низкий коэффициент трения, высокая износостойкость, оптимальные физико-механические свойства, что требует дополнительных мероприятий по повышению их износостойкости, особенно после ремонта. [1,8-10].

Эффективным способом повышения износостойкости гильз цилиндров является металлизация рабочей поверхности трения. Для этого на внутренней поверхности гильзы цилиндров выполняют вставки, слои, канавки, пазы, отверстия и прочее из материала с иными физико-механическими свойствами, как правило, в плоскости, непараллельной плоскости трения и направлению движения деталей (рис. 2).

Преимущество данного способа заключается в том, что при возвратно-поступательном движении поршня кольца, двигаясь по поверхности гильзы, пластическим деформированием снимают слой цветного металла (медь, олово, латунь и др.) с канавок и «намазывают» его по всей поверхности гильзы между НМТ и ВМТ, что приводит к образованию на рабочей поверхности трения гильзы антифрикционной пленки, которая снижает коэффициент трения поршневых колец о стенку гильзы цилиндра.

Поэтому разработка и совершенствование способов восстановления и повышения износостойкости гильз цилиндров, отвечающих требованиям стандартов, являются актуальными и практически значимыми для сельскохозяйственного производства.

В работе предложен способ металлизации поверхности трения путём создания, в теле основного материала упорядоченных или неупорядоченных вставок, вкраплений, слоёв и пр. из материала, имеющего отличные от основного физико-механические свойства [11-16].

При изнашивании поверхности трения с изменёнными физико-механическими характеристиками происходит разрушение основного материала (чугуна гильзы) и более пластичного цветного металла (меди, латуни). Для меди и её сплавов характерны пластические деформации при взаимодействии микронеровностей. Пластичный цветной металл и частицы его износа, находясь непосредственно в зоне трения,

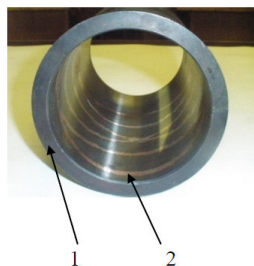


Рисунок 2 - Металлизированная гильза цилиндров: 1 – гильза цилиндров; 2 – медная вставка

взаимодействуют с трущимися микронеровностями, «намазываются» на площадки контакта микронеровностей. Образующаяся между ними плёнка обладает низким сопротивлением сдвигу и удерживается на поверхностях трения за счёт молекулярных («Ван-дер-ваальсовых») сил. Таким образом, снижение износа связано со следующими процессами. Микронеровности, присутствующие на поверхности трения, попадая в зону пластических деформаций (медь, латунь), углубляются на величину, большую, чем это происходит в зоне упругих деформаций. При выходе из зоны пластических деформаций в зону упругих деформаций микронеровность попадает на режущую кромку упругого слоя и срезается, а клин пластического материала, находящийся перед микронеровностью, разъединяет сопряженные поверхности и увлекается движущейся микронеровностью до ближайшей впадины, заполняя её. Одновременно происходят химические процессы образования шпинели, которая, попадая во впадины поверхности, повышает её сопротивление нормальным нагрузкам.

Таким образом, на основании приведенных выкладок можно сделать вывод, что способ металлизации поверхности трения вставками меди позволит улучшить смазывающие свойства трущейся поверхности и повысить её износостойкость.

Библиографический список:

1. Салахутдинов, И.Р. Причины возникновения отказов и способы восстановления гильз цилиндров ДВС / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы Междунар. НПК.– Ульяновск: УГСХА, 2009. – Том V. - С. 77-81.
2. Салахутдинов, И.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей биметаллизацией рабочей поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов. - Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2012. – 180 с.
3. Салахутдинов, И.Р. Гильза цилиндров двигателя УМЗ – 417 с изменёнными физико-механическими свойствами / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных.– Пенза: ПГСХА, 2010. – С.132-135.
4. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. За-мальдинов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2014. - №3. – С. 62-65.

5. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко, К.У. Сафаров // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы II-й Международной научно-практической конференции.* – Ульяновск: УГСХА, 2010. – Том III. - С. 107-116.
6. Салахутдинов, И.Р. Теоретическое обоснование процесса снижения износа цилинд्रो-поршневой группы биметаллизацией методом вставок / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко // *Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова.* – 2011. – №2. – С. 42-45.
7. Определение шероховатости и элементного состава металлизированных гильз цилиндров ДВС / А.Л. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов // *Нива Поволжья.* - 2013. - №1(26). – С. 66-70.
8. Глущенко, А.А. Влияние биметаллизации на смазывающую способность рабочей поверхности гильзы цилиндра / А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // *Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова.* – 2011. – №4. – С. 32-34.
9. Уханов Д.А. Результаты моторных исследований двигателя УМЗ-417 с биметаллизированными гильзами цилиндров / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко // *Нива Поволжья.* – 2011. – №4 (21). – С. 66-71.
10. Нурутдинов А.Ш. Исследование металлизированной гильзы цилиндров на прочность / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов // *Сельский механизатор.* – 2013. –№6. – С. 33-35.
11. Степанов, В.А. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы / В.А. Степанов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева // *Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова.* – 2013. – №11. – С. 56-59.
12. Патент 2451810 РФ, МПК F02F1/20. Цилиндропоршневая группа двигателя внутреннего сгорания / Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - №20111100391/06; заяв. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012, Бюл. №15.
13. Патент 129247 РФ, G01N3/56. Машина для испытания цилиндропоршневой группы на трение и износ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, А.А. Хохлов, А.А. Гузьяев, А.С. Егоров. - № 2012153334/28; заяв. 10.12.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. 17.
14. Патент 2508463 РФ, МПК F02F 1/20, F16J 10/04. Цилиндропоршневая группа / Д.А. Уханов, А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Хохлов. - № 2012115019/06; заяв. 16.04.2012; опубл. 27.02.2014, Бюл. №6.
15. Патент 93465 РФ, МПК F02F 1/00. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – №2010100259/22;

заяв.11.01.2010; опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.

16. Патент 2440503 РФ, МПК F02F1/18. Цилиндро-поршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. - № 2010100006/06; заяв. 11.01.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2.

METALLIZATION OF THE INNER SURFACE OF CYLINDER LINER COPPER

Petryakov S. N., Khokhlov A. A.

Keywords: *combustion engine, piston, cylinder liner, metalitalia, wear resistance.*

The work is devoted to the analysis of the problem of metallization of the inner surface of the cylinder liner with copper. A method of copper plating of the cylinder liner inserts is proposed.

УДК 631.316.4

АНАЛИЗ СПОСОБОВ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

*Прошкин Е.Н., к.т.н., доцент,
тел. 8 (8422) 55-95-13, mobilemach-dep@ugsha.ru,*

*Поршнев П.С., магистрант,
тел. 8-902-214-32-00, pasha.porshnev96@mail.ru*

*ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
Прошкина А.Е., студентка 3 курса,
тел. 89378827404, nastja-proshkina@yandex.ru
ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»*

Ключевые слова: *междурядная обработка, культиватор, почва, технология ухода за посевами, сорные растения.*

В статье рассмотрены основные способы междурядной обработки почвы. А также определены основные требования к сельскохозяйственной технике и агротехнические требования к междурядной обработке почвы. Соблюдение которых обеспечит повышение урожайности пропашных культур.

Рыхление поверхностного слоя почвы и подрезание сорняков в междурядьях пропашных культур (свёкла, картофель, кукуруза, хлопчатник, овощные и др.), а также плодово-ягодных и других насаждений. Междурядная обработка почвы в период вегетации растений проводят для уничтожения сорных растений, накопления и сохранения влаги в почве, улучшения воздушного режима почвы и питания растений, активизации жизнедеятельности полезных почвенных микроорганизмов. К междурядной обработке предъявляются следующие агротехнические требования:

- растения не должны быть повреждены;
 - глубина обработки должна быть соблюдена и отклонения не более чем на ± 1 см;
 - влажный слой не должен выноситься на поверхность;
 - полностью уничтожить сорняки между рядами;
 - в процессе окуливания нагреть почву к растениям ровным слоем высотой 5-8 см;
 - дно и стенки борозды должны быть покрыты рыхлым слоем почвой.
- Технология ухода за посевами включает боронование до и после появления всходов, прореживание всходов, продольную и поперечную

культивацию с одновременным, внесением удобрений, обработку посевов гербицидами.

Посевы обрабатывают мотыгами, легкими, средними или сетчатыми боронами. Боронованием поперек рядков или под углом к ним для уничтожения почвенной корки и нитевидных сорных растений в верхнем слое почвы. Довсходовое боронование выполняют за 4-5 дней до возникновения всходов; послевсходовое - в фазе первой пары настоящих листьев. В это время растения успевают достаточно укрепиться, а молодые всходы сорных растений плохо развиты и легко убиваются. Однако из-за некоторого повреждения культурных растений изреженные посевы не боронуют.

Рабочая скорость при бороновании до появления всходов не должна превышать 5-6 км/ч, а при послевсходовом - 3-3,5 км/ч.

Требуемую густоту посевов формируют поперечным боронованием в 2-3 прохода или букетировкой - поперечным прореживанием всходов культиватором.

На свекловичных полях, чистых от сорных растений, густоту насаждений формируют при помощи вдольрядных прореживателей. необходимую густоту посевов получают надлежащей установкой ножей. Вдольрядное прореживание можно совмещать с рыхлением почвы в междурядьях.

Междурядья рядовых посевов обрабатывают культиваторами вдоль рядков, а квадратно-гнездовых посевов - вдоль и поперек рядков. Расстояние от оси рядка растений до кромки рабочих органов культиваторов называют защитной зоной и используется для того чтобы не повредить всходы. При первичной культивации посевов ширину защитной зоны принимают 8-12 см, а при последующих увеличивают до 14-15 см. На неровных участках защитные зоны увеличивают. Для избежания засыпания растений при первичной обработке используют односторонние плоскорежущие лапы, защитные щитки-домики или диски; для рыхления защитных зон используют секции ротационных дисков или звенья прополочных борон.

Сорные растения, которые остаются в защитных зонах устраняют также опрыскиванием растворами гербицидов. Для этого на трактор навешивают подкормщик-опрыскиватель и культиватор. Последний оборудуют штангой с распыляющими наконечниками, направленными в сторону защитных зон. Этим же агрегатом вносят в почву аммиачную воду внесение минеральных удобрений и разрыхление почвы при междурядной обработке проводят на глубину до 16 см с двух сторон рядка,

окучивание - на глубину до 15-17 см и нарезание борозд - на глубину до 18 см.

Ширину захвата культиватора строго согласуют с шириной захвата сеялки, которой было засеяно поле. Ширина захвата культиватора и количество обрабатываемых им рядков должны соответствовать ширине захвата сеялки и числу образованных ею рядков или в целое число раз меньше ширины захвата сеялки. Стыковые междурядья следует обрабатывать за два прохода культиватора (рисунок 1). В противном случае вырезается часть растений в рядках, примыкающих к стыковому междурядью

Уход за пропашными культурами имеет свои характерные особенности, и поэтому к средствам механизации предъявляются разнообразные требования.

Колея пропашного трактора или самоходного шасси не должна отличаться от ширины междурядья, а его дорожный просвет должен обеспечивать проход над растениями без их повреждения. Стебли растений могут пригибаться главное, чтобы не повреждались. Для низкорослых культур (сахарная свекла, овощные) просвет обязан составлять не менее 300мм; для средних по росту культур (картофель, неполивной хлопчатник) - от 450 мм; для высокорослых культур (кукуруза, подсолнечник, поливной хлопчатник, клещевина) - от 700 мм.

Колеса и гусеницы пропашных тракторов должны быть такими узкими, чтобы проходить между рядами посевов, не повреждая растений. При сомкнутых междурядьях ходовую часть пропашных тракторов оборудуют специальными обтекателями. Ходовая часть должна создавать удельное давление на почву (не выше $0,4 \text{ кг/см}^2$), для предотвращения образования глубокой колеи и повреждения корневой системы культурных растений. Для междурядной обработки используют универсально-пропашные трактора и шасси классов 0,6; 0,9; 1,4 и 2,0 т, также могут быть использованы и тракторы общего назначения.

Культиваторы для междурядной обработки, должны отвечать условиям работы на тех пропашных культурах, для которых они предназначены. Ширина захвата пропашного культиватора должна быть равной или кратной ширине захвата машин, которые были использованы при посеве или посадке. Он должен быть оснащён набором сменных рабочих органов и приспособлений, предназначенных для выполнения технологических процессов, связанных с уходом за растениями.

При уходе за пропашными культурами применяют 4-, 6-, 8-, 12- или 18-рядные культиваторы навесного или прицепного типов, в за-

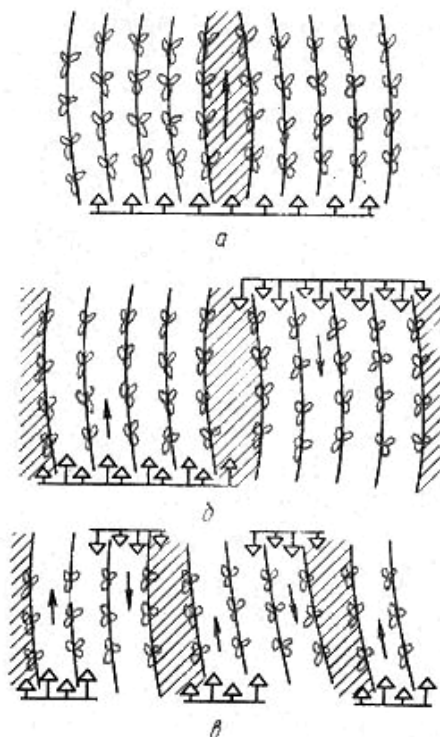


Рисунок 1 - Согласование ширины захвата сеялки и культиватора (заштрихованы стыковые междурядья):
а - несогласованность; б и в – согласованность

висимости от вида культуры, способа обработки, допустимой скорости движения, размеров и рельефа полей.

Перед началом культивации нужно найти посевные стыковые междурядья. Для междурядной обработки в основном применяют челночный способ передвижения, а также иногда целесообразно применение способа движения «односторонний челнок». Весьма эффективен способ движения «пропашка» но он требует высокой квалификации водителей и применяется преимущественно при обработке плодово-ягодных насаждений.

Лучшее качество работы обеспечивается в том случае, если пропашной агрегат движется по той же траектории, по которой шла посев-

ная или посадочная машина. Если на концах гонов нет свободных полюсов, то поворот осуществляют в пределах поля. Вследствие поворота в пределах поля некоторые растения повреждаются, но это выгоднее, чем оставлять поворотные полосы незасеянными.

Для работы с навесными культиваторами используют челночный способ движения, делая повороты срезанной петлей. Этот способ при каждом повороте требует дважды переключать передачу, но вместе с тем он уменьшает ширину поворотной полосы примерно на 40% и соответственно сокращает повреждаемость культурных растений. При поперечной обработке квадратно-гнездовых посевов в связи с отсутствием стыковых междурядий наиболее целесообразно использовать способ движения перекрытием.

При поворотах и остановках агрегата очищают рабочие узлы от растительных остатков, сорняков и налипающей почвы. Большую роль в качестве обработки имеет острота режущих кромок полольных лап. Чтобы уменьшить затупление лап, целесообразно применять самозатачивающиеся лапы, наплавленные сормайтом. Опыт одесских механизаторов-скоростников показал, что такие лапы лучше подрезают сорняки и позволяют в 8-10 раз увеличить обработанную площадь между переточками, доведя ее до 400-450 га (в расчете на один след).

При первом проходе, а также 3-4 раза на протяжении смены проверяют качество работы: величину защитных зон, полноту уничтожения сорняков, степень повреждаемости культурных растений, глубину обработки, правильность установки туковысевающего аппарата на норму высева. В случае необходимости устраняют выявленные неполадки и вносят необходимые изменения в установку культиватора.

На ровных, хорошо обработанных площадях и особенно при большой длине гонов целесообразно применять повышенные скорости при условии полной исправности механизмов управления и ходовой части. На разных технологических процессах применяют различные скорости движения.

Следовательно, для обеспечения хорошей урожайности возделываемых пропашных культур необходимо выполнять агротехнические требования при обработке пропашных культур с соблюдением технико-эксплуатационных показателей применяемых машин.

Библиографический список:

1. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Патент 2443094 Российская Федерация, МПК А01В79/02, А01G1/00. Способ возделывания пропашных культур; заявитель

- и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». -№ 2010141211/13; заявл. 07.10.2010; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 6.
2. Зыкин, Е.С. Способ посева пропашных культур с разработкой катка-гребнеобразователя: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Е. С. Зыкин. -Пенза, 2007. -181 с.
 3. Смольский, Я. В. Механизированный уход за пропашными культурами без гербицидов / Я. В. Смольский // Земледелие. -1991. -№ 7. -С. 50 - 51.
 4. Использование техники при возделывании овощных и других пропашных культур по Астраханской интенсивной технологии. -М.: Агропромиздат, 1987. -56 с.
 5. Курдюмов В.И. Анализ показателей качества процесса работы почвообрабатывающих катков/В.И. Курдюмов, Е.Н. Прошкин, И.А. Шаронов // Материалы II Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука 21 века». -Ульяновск, 2010. - Т.4. - С.149 - 154.

УДК 621.43.019

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СМЕСЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР

Ротанов Е.Г., к.т.н., доцент

*Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,
г.Димитровград, Россия, E-mail: evgenij--r@yandex.ru ,*

Хохлов А.Л., д.т.н., доцент, Хохлов А.А., аспирант,

E-mail: Khokhlov.73@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, г.Ульяновск, Россия

Ключевые слова: *смесевое дизельное топливо, поверхностно-активные вещества, трение, плунжер, адсорбционная пленка, износ..*

Рассмотрен вопрос влияния поверхностно-активных веществ содержащихся в дизельном смесевом топливе на износ плунжерных пар топливного насоса высокого давления, предложена методика расчета толщины адсорбционной пленки на поверхности трения.

Анализ химического состава рыжикового масла и дизельного смесевого топлива(ДСТ) показывает (таблица 1), что в нем содержится значительное количество органических поверхностно-активных веществ, в частности, олеиновая, линолевая и др. кислоты. Поверхностно-активные вещества способствуют образованию на поверхности трения защитной пленки, значительно снижающих нагрузки на материал детали, что в результате приводит к уменьшению износа.

Наиболее устойчивым поверхностно-активным веществом в рыжиковом масле является олеиновая и линолевая кислоты содержащееся в рыжиковом масле и смесевом рыжико-минеральном топливе (см. таблицу 1).

Процесс трения в сопряжении «плунжер-штука» в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) характеризуется наличием граничного слоя, состоящего из пространственно-ориентированных молекул.

Поверхностно активные вещества, способны концентрироваться на поверхности раздела фаз и снижать поверхностное (межфазное) натяжение. ПАВ по отношению к конкретным материалам могут быть твердыми, жидкими и газообразными как, например, ртуть по отношению к цинку, жидкая медь к стали, вода к стеклу.

Таблица 1 - Результаты хроматографического анализа натурально-го рыжикового масла и дизельного смесового топлива

Наименование ВЖК	Химическая формула ВЖК	Относительное содержание ВЖК, %				
		100% РыжМ	90% РыжМ + 10%ДТ	75% РыжМ + 25%ДТ	50%РыжМ 50%ДТ	25% РыжМ + 75%ДТ
Мононенасыщенные, в том числе:	-	26,4	27,88	26,37	26,42	25,71
Пальмитолеиновая	$C_{16}H_{30}O_2$	0,07	0,026	0,09	0,11	0,17
Олеиновая	$C_{18}H_{34}O_2$	12,73	13,531	12,63	12,60	12,09
Нервоновая	$C_{24}H_{46}O_2$	0,03	0,619	0,03	0,08	0,16
Эруковая	$C_{22}H_{42}O_2$	2,38	2,452	2,41	2,49	2,54
Эйкозеновая	$C_{20}H_{38}O_2$	11,19	11,248	11,21	11,14	10,75
Насыщенные, в том числе:	-	8,5	8,07	8,62	8,87	9,71
Миристиновая	$C_{14}H_{28}O_2$	0,04	0,006	0,03	0,03	0,01
Пальмитиновая	$C_{16}H_{32}O_2$	4,30	4,254	4,22	4,23	4,23
Бегеновая	$C_{22}H_{44}O_2$	0,31	0,339	0,33	0,34	0,38
Стеариновая	$C_{18}H_{36}O_2$	2,30	2,276	2,27	2,23	2,14
Лигноцериновая	$C_{24}H_{48}O_2$	0,50	0,143	0,51	0,53	0,56
Пентадекановая	$C_{15}H_{30}O_2$	0,01	0,0019	0,22	0,47	1,36
Арахидовая	$C_{20}H_{40}O_2$	1,04	1,049	1,04	1,04	1,03
Полиненасыщенные, в том числе:	-	69,1	64,05	65,01	64,71	64,58
γ-линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	0,01	0,032	0,04	0,06	0,13
α-линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	36,92	36,033	36,93	36,80	36,60
Линолевая	$C_{18}H_{32}O_2$	24,29	24,240	24,15	23,96	23,92
Арахидоновая	$C_{20}H_{32}O_2$	1,88	1,828	1,88	1,87	1,84
Эйкозодиеновая	$C_{20}H_{36}O_2$	1,52	1,523	1,55	1,56	1,62
Докозатриеновая	$C_{22}H_{38}O_2$	0,24	0,379	0,24	0,25	0,26
Докозодиеновая	$C_{22}H_{40}O_2$	0,24	0,016	0,22	0,21	0,21

Наличие адсорбционной пленки на поверхности трения оказывает значительное влияние на трибологические процессы, имеющие ме-

сто в сопряжении. При ее наличии снижается вредное воздействие на поверхность металла ударных нагрузок и абразивных частиц, в результате чего уменьшается износ сопряжения.

Толщина адсорбционной пленки ПАВ влияет на размер зазора и увеличивает объем каждой абразивной частицы.

При увеличении концентрации рапсового масла в ДСТ увеличивается и толщина адсорбционной пленки ПАВ, которыми покрывается поверхность втулки и плунжера, также этой пленкой обволакиваются и абразивные частицы, что увеличивает их размер (см. рис.1).

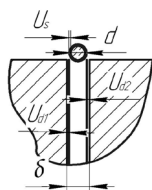


Рисунок 1 - Схема сопряжения «плунжер-втулка» ТНВД

Максимальный размер абразивных частиц (m) проходящих в кольцевой зазор «плунжер-втулка», можно определить по формуле

$$d = \delta + \Delta\delta - U_{a1} - U_{a2} - U_s, \text{ м}, \quad (1)$$

где δ – кольцевой зазор между плунжером и втулкой, м; $\Delta\delta$ – изменение кольцевого зазора при увеличении давления топлива в надплунжерном пространстве ; U_{a1} – толщина адсорбционной пленки на плунжере, м; U_{a2} – толщина адсорбционной пленки на втулке, м; U_s – толщина адсорбционной пленки, покрывшей абразивную частицу, м.

Толщина адсорбционной пленки поверхностно-активных веществ в топливной смеси [109-110]:

$$U_a = \frac{\Gamma \cdot M}{\rho_m} 10^{-2}, \quad (2)$$

где Γ – максимальная адсорбция; M – молекулярный вес материала плунжерной пары, г/моль; ρ_m – плотность материала плунжерной пары, кг/м³.

Обычно плунжер и втулку изготавливают из одинакового матери-

ала, поэтому можно считать, что $U_{a1} = U_{a2}$.

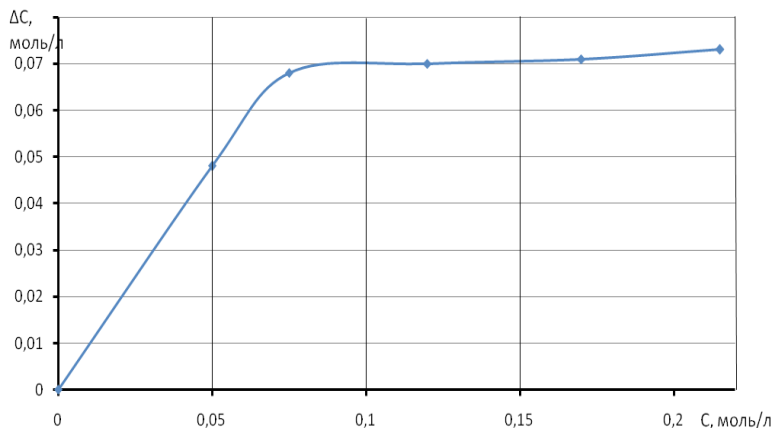


Рисунок 2 - Изотерма адсорбции

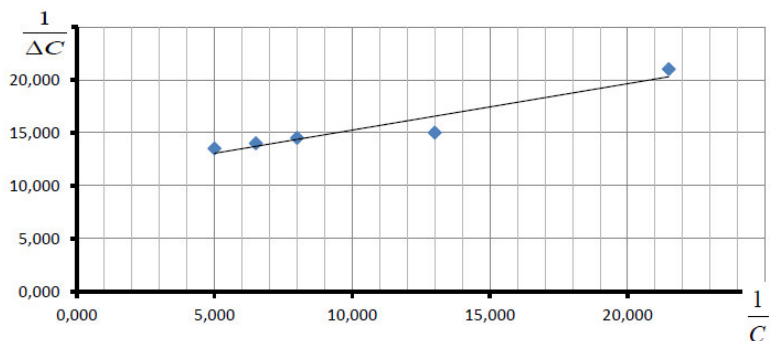


Рисунок 3 - График зависимости изотермы адсорбции в координатах

Величина максимальной адсорбции компонента на единицу поверхности адсорбента определяется по формуле:

$$\Gamma = \frac{w(C_i^0 - C_i)}{m_z \cdot S_{y.m.}}, \quad (3)$$

где w – общий объем дизельного смесевоего топлива (ДСТ) в плунжерной паре за один рабочий цикл, м³; C_i^0 и C_i – соответственно концентрации исходного и равновесного растворов поверхностно активных

веществ в ДСТ, кг/м³; m_s – масса адсорбента, кг; $S_{у.п.}$ – удельная поверхность адсорбента, м²/кг.

Так как в нашем случае адсорбентом является металл плунжерной пары, а поверхностно активные вещества контактируют только с внутренней поверхностью втулки и наружной поверхностью плунжера плунжерной пары, то выражение (2.7) примет вид

$$\Gamma = \frac{w(C_i^0 - C_i)}{S}, \quad (4)$$

где S – суммарная площадь поверхностей плунжерной пары контактирующей с ДСТ.

Используя изотерму адсорбции олеиновой кислоты на поверхности металла (рисунок 2.12) [110] можно определить $C_i^0 - C_i$ (ДС).

Константу равновесия адсорбционного процесса k и предельную адсорбцию Γ_∞ удобно определить графически. Для этого уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра приведем к линейной форме:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{C_0 - C} = \frac{1}{k\Gamma_\infty C} + \frac{1}{\Gamma_\infty} \quad (5)$$

Построив график данной зависимости в координатах $\frac{1}{C_0 - C}$ от $\frac{1}{C}$ (рис.3), можно определить обе константы k и Γ_∞ . Зная величину предельной адсорбции найдем значение толщины адсорбционной пленки: $d=0,08$ мкм.

$$\frac{1}{C_0 - C} \text{ от } \frac{1}{C}$$

Для определения толщины защитных пленок с учетом диапазона концентраций, принимая усредненное отношение Γ/Γ_∞ , после преобразования уравнений (4) и (5) получим:

$$U_d = \frac{w \cdot (C_i^0 - C_i) \cdot M}{\Gamma_\infty \cdot S \cdot \rho_a} \quad (6)$$

Таким образом возможно определить толщину адсорбционной пленки поверхностно-активных веществ, которой покрывается поверхность втулки, плунжера и абразивных частиц, благодаря чему можно определить уменьшение кольцевого зазора и увеличение диаметра абразивных частиц.

Из представленного выше можно сделать вывод, что увеличение

растительного масла в смесевом дизельном топливе снижает коэффициент трения и абразивный износ плунжерных пар ТНВД.

Библиографический список:

1. Уханов, Д.А. Снижение износа плунжерных пар ТНВД применением смесового рапсово-минерального топлива: монография / Д.А. Уханов, А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.С. Аверьянов. – Пенза: ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2017. - 185 с.
2. Уханов, Д.А. Влияние дизельного смесового топлива на износ плунжерных пар ТНВД / Д.А. Уханов, А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.С. Аверьянов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 3. - С. 105-108.
3. Уханов, А.П. Снижение износа плунжерных пар ТНВД в результате применения рационального состава дизельного смесового топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.Г. Ротанов // Технология колесных и гусеничных машин. - 2015. - № 2. - С. 46-50.
4. Хохлова, Е.А. Эффективность использования рыжикового масла в качестве компонента смесового дизельного топлива / Е.А. Хохлова, А.А. Хохлов, А.А. Гузьяев // Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. - Пенза: РИО ПГСХА, 2015. - С. 141-145.
5. Уханов, А.П. Физические свойства рыжиково-минерального топлива / А.П. Уханов, А.А. Хохлов, А.Л. Хохлов, В.А. Голубев, Е.А. Хохлова // Международный научно-исследовательский журнал International research journal. – 2017. – № 05 (59). – Екатеринбург: ООО «Компания ПОЛИГРА-ФИСТ. – С. 124–128.
6. Хохлова, Е.А. Элементарный состав, низшая теплота сгорания и физические свойства дизельного смесового топлива из рыжикового масла / Е.А. Хохлова, Е.А. Сидоров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 3. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - С. 55-59.
7. Чернышева, О.В. Определение толщины смазочной пленки в зоне контакта абразивных зерен при обработке деталей уплотненным абразивом/ О.В. Чернышева, Ю.П.Перельгин, В.А.Скрябин // Успехи современного естествознания – 2005. – № 9. – С. 13-16

THEORETICAL EVALUATION OF THE EFFECT OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES, MIXTURES OF DIESEL FUEL ON THE REDUCTION OF WEAR OF PLUNGER PAIRS

Rotanov E.G., Khokhlov A.L., Khokhlov A.A.

Keywords: *mixed diesel fuel, surfactants, friction, plunger, adsorption film, wear.*

The question of the influence of surfactants contained in the diesel fuel mixture on the wear of the plunger pairs of the high-pressure fuel pump is considered, a method for calculating the thickness of the adsorption film on the friction surface is proposed.

УДК 629.1

К ПРОЦЕССУ ОБРАЗОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ В СОПРЯЖЕНИЯХ ДВС

*Салахутдинов И.Р., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, iltmas.73@mail.ru,
Глуценко А.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, oildel@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *контактная разность потенциалов, поршневое кольцо, гильза цилиндров.*

В статье рассмотрен процесс возникновения контактной разности потенциалов в сопряжении «поршневое кольцо – гильза цилиндров» двигателя внутреннего сгорания.

При контакте двух разных металлов между ними возникает разность потенциалов, которую называют *контактной разностью потенциалов*. Явление открыто в 1797 г. итальянским ученым Алессандро Вольта (1745–1827), который установил два закона, носящие его имя [1]:

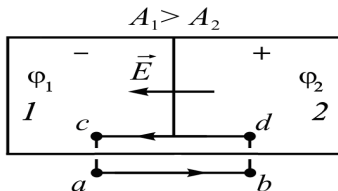
1. При контакте двух разных металлов между ними возникает разность потенциалов, зависящая от их химического состава и температуры;
2. Разность потенциалов между концами разомкнутой цепи, составленной из нескольких, последовательно соединенных металлических проводников, которые находятся при одинаковой температуре, не зависит от промежуточных проводников и полностью определяется контактной разностью потенциалов крайних проводников.

Вольта расположил металлы в следующем порядке: *Al, Zn, Sn, Pb, Sb, Bi, Hg, Fe, Cu, Ag, Au, Pt, Pd* и установил, что при их контакте металл, стоящий впереди в этом ряду заряжается положительно, а последующий – отрицательно (так называемый ряд Вольты) [1].

Возникновение контактной разности потенциалов удовлетворительно объясняет классическая теория электропроводности, согласно которой существуют две причины ее возникновения:

- 1) различная работа выхода электронов из металлов;
- 2) различная концентрация в проводниках свободных электронов.

Исходя из этого работа выхода электронов из металла поршневого кольца 1 больше работы выхода электронов из металла гильзы ци-



Поршневое кольцо (*Fe* (97,42 %)) Гильза цилиндров (*Fe* (93,2 %))

Рисунок 1 – Схема контакта сопряжения

«поршневое кольцо – гильза цилиндров»

линдров 2 ($W_1 > W_2$), а концентрация свободных электронов в металле поршневого кольца 1 больше их концентрации в металле гильзы цилиндров 2 ($n_1 > n_2$) (рис. 1) [2].

В результате этого [3]:

1. Возникает разность потенциалов между любыми двумя точками (на рис. 1 точки *a* и *b*), которые находятся в непосредственной близости от поверхности контакта поршневого кольца с гильзой цилиндров, но вне их. Разность потенциалов между любыми двумя точками *a* и *b*, которые находятся в непосредственной близости к поверхности контакта, называется *внешней контактной разностью потенциалов*:

$$\Delta\varphi'_{12} = \varphi_a - \varphi_b. \quad (1)$$

2. Начинается диффузия электронов из одного металла в другой. Так как диффундирующий поток из металла 1 в металл 2 будет больше, чем наоборот ($n_1 > n_2$), то поршневое кольцо 1 зарядится отрицательно, а гильза цилиндров 2 – положительно. В сопряжении возникает *внутренняя контактная разность потенциалов*:

$$\Delta\varphi''_{12} = \varphi_c - \varphi_d. \quad (2)$$

Связь между внутренней и внешней разностями потенциалов можно установить следующим образом. Работа по перемещению заряда по замкнутому контуру в потенциальном поле равна нулю. В случае контура *abcd* (рис. 1) эта работа равна [2]

$$\Delta\varphi'_{12} = e(\varphi_a - \varphi_b) - W_2 + e(\varphi_c - \varphi_d) + W_1 = 0. \quad (3)$$

В соответствии с формулами (1) и (2) формула (3) примет вид

$$e\Delta\varphi'_{12} - W_2 - e\Delta\varphi''_{12} + W_1 = 0. \quad (4)$$

Откуда

$$e\Delta\varphi'_{12} = \frac{W_1 - W_2}{e} + \Delta\varphi''_{12}. \quad (5)$$

где e - заряд электрона, К.

В соответствии с классической теории проводимости металлов внутренняя контактная разность потенциалов обусловлена разностью концентраций свободных электронов в металлах. В таком случае к распределению электронов в системе из двух металлов можно применить классическое распределение Больцмана в потенциальном поле:

$$\frac{n_1}{n_2} = \exp\left(-\frac{w_1 - w_2}{kT}\right) = \exp\left(-\frac{e(\varphi_1 - \varphi_2)}{kT}\right), \quad (6)$$

где $w_1 = e\varphi_1$ и $w_2 = e\varphi_2$ - потенциальная энергия электрона в металлах поршневого кольца и гильзы цилиндров соответственно; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ - постоянная Больцмана, Дж/К, T - температура проводника, К.

Прологарифмируем выражение (6):

$$\ln \frac{n_1}{n_2} = -\frac{e(\varphi_1 - \varphi_2)}{kT}. \quad (7)$$

Откуда

$$\varphi_1 - \varphi_2 = -\frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}. \quad (8)$$

Сравнив (8) с (1), получим выражение для расчета внутренней контактной разности потенциалов:

$$\Delta\varphi''_{12} = -\frac{kT}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} = \frac{kT}{e} \ln \frac{n_2}{n_1}. \quad (9)$$

Если считать, что концентрация свободных электронов равна концентрации атомов, то (9) может быть выражено:

$$\Delta\varphi''_{12} = \frac{kT}{e} \ln \frac{d_2 \frac{N_A^2}{A_2}}{d_1 \frac{N_A^1}{A_1}}, \quad (10)$$

где d_1 и d_2 - плотность вещества, соответственно гильзы цилиндров

и поршневого кольца, г/м³; N_A^1 и N_A^2 - число Авогадро (6,022 140 857(74)·10²³ моль⁻¹); A_1 и A_2 - атомная масса, г/моль.

Тогда полная контактная разность потенциалов будет определяться выражением:

$$\Delta\varphi_{12} = \Delta\varphi'_{12} + \Delta\varphi''_{12} = -\frac{W_1 - W_2}{e} + \frac{kT}{e} \ln \frac{d_2 \frac{N_A^2}{A_2}}{d_1 \frac{N_A^1}{A_1}}. \quad (11)$$

Полученная формула (11) позволяет провести расчет величины контактной разности потенциалов сопряжения «поршневое кольцо - гильза цилиндров» с учетом металлов трущихся поверхностей.

Библиографический список:

1. Постников, С.И. Электрические явления при трении и резании /С.И. Постников. – Волго-Вятское кн. изд-во, 1975. – 280 с.
2. Прейс, Г.А. Электрохимические явления при трении металлов /Г.А. Прейс, А.Г. Дзюб//Трение и износ. – 1980. Т.1. - №2. – С.217-235.
3. Рыжкин, А.А. Об электрических явлениях при трении /А.А. Рыжкин, В.Э. Бурлаков. – Вестник ДГТУ, 2011, - Т.11, - №9 – С. 1564-1573.
4. Салахутдинов, И.Р. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с измененными физико-механическими характеристиками поверхности трения /И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров. - Материалы II-ой Международной научно-практической конференции.Том III, часть 1. – Ульяновск: УГСХА, 2010. – С. 107-116.

THE PROCESS OF EDUCATION CONTACT DIFFERENCE POTENTIAL MATING ENGINE

Salakhutdinov I.R., Glushchenko A.A.

Key words: *contact potential difference, piston ring, cylinder liner.*

In the article the formation process of the contact potential difference in the pair “piston ring – cylinder liner” of the internal combustion engine.

УДК 656.11

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ДВС

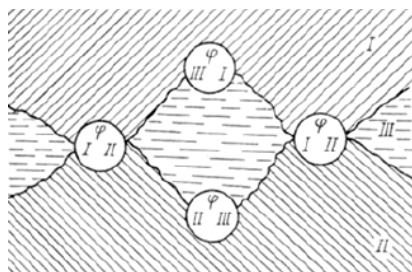
*Салахутдинов И.Р., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, iltmas.73@mail.ru,
Глущенко А.А., к.т.н., доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, oildel@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *электрохимический процесс, разность потенциалов, твердость материалов.*

В статье рассмотрены условия и причины возникновения электрохимических явлений в сопряжениях двигателя внутреннего сгорания, представляющих собой специфическую электрохимическую систему металл - электролит - металл, влияние образующейся при этом разности потенциалов на поверхностях трущихся металлов на свойства металлов и их износ, направления снижения разности потенциалов.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой сложную систему, при работе которой осуществляется относительное перемещение различных рабочих поверхностей относительно друг друга. Средой, с которой контактируют трущиеся поверхности, является разделяющий их слой смазочного масла. По причине наличия в смазочном масле различных присадок, обладающих высокой химической активностью, а также растворенной влаги, масло обладает собственной электрохимической активностью, а соответственно является электролитом. Это вызывает коррозионно-механическое изнашивание деталей в узлах трения. Таким образом, любое сопряжение двигателя представляет собой трехфазную систему (металл I - электролит III - металл II), которую необходимо рассматривать как специфическую электрохимическую систему, а следовательно к ней будут применимы основные электрохимические законы (рис. 1).

При трении в присутствии электролита одним из существенных отличий электрохимических процессов является то, что их протекание происходит в условиях деформирования отдельных микронеровностей трущихся поверхностей при относительном их перемещении. То есть, в процессе работы сопряжения будут постоянно образовываться и разрушаться короткозамкнутые гальванические микропары. При рассмо-



**Рисунок 1 - Схема элементарного контакта трущихся поверхностей:
I - металл первой поверхности; II - металл второй поверхности; III -
электролит (смазочное масло)**

трении процесса работы сопряжения как трехфазной системы (рис. 1), видно, что на границе металл - смазочное масло, по причине появления и разрушения контактов, будут возникать скачки потенциала $\varphi_{III I}$ и $\varphi_{II III}$, а в местах металлического контакта - контактная разность потенциалов (φ_{II}). Возникающая при этом электродвижущая сила способствует протеканию на его отдельных контактируемых микронеровностях окислительно-восстановительных реакций.

Протекающие реакции приводят к кратковременному формированию локальных окислительных пленок, которые при замыкания микронеровностей зачищаются. В результате происходит прямой контакт металлов, приводящий к резким колебаниям потенциала, при этом их частота будет определяться скоростью относительного перемещения (скольжения), шероховатостью трущихся поверхностей и другими факторами. Исходя из этого, процесс трения в таких трехфазных сопряжениях будет сопровождаться не только импульсными колебаниями величины сдвига потенциалов, но и их изменениями.

Поскольку разность потенциалов является результатом различной величины энергии, затрачиваемой на выход электрона из твердого тела или жидкости, для трехфазных сопряжений ДВС ее можно записать

$$\varphi = W_I - W_{III} - W_{II},$$

где W_I - энергия выхода электрона из металла I; W_{II} - энергия выхода электрона из металла II; W_{III} - энергия выхода электрона из электролита III.

С учетом того, что температура в контактах трущихся пар всегда отлична от нуля, то в соответствии с элементарной теорией, можно записать

$$\varphi = \frac{KT}{e} \ln \frac{n_2}{n_1},$$

где K - постоянная Больцмана; T - температура в сопряжении, K ; e - заряд электрона, Кл; n_1 и n_2 - соответственно, концентрация электронов в металлах трущихся деталей.

Тогда, приняв, что температура электролита будет равна температуре одной из поверхностей и при условии разности температур самих трущихся поверхностей, что характерно для реальных сопряжений ДВС, получим

$$\varphi = \varepsilon = \frac{K}{e} (T_I - T_{II}) \ln \frac{n_2}{n_1}.$$

В этом выражении величина ε будет являться термоэлектродвижущей силой.

Как видно, при работе ДВС в его сопряжениях возникает электрический ток, величина которого будет зависеть от свойств трущихся материалов и температуры в сопряжении.

Как рассмотрено выше процесс взаимодействия металлов сопряжений с внешней (разделяющих их) средой сопровождается образованием локальных окислительных граничных пленок. Процесс формирования пленок, как процесс окисления, будет сопровождаться адсорбционным понижением поверхностной прочности металла, и вызывать при контакте его пластическое деформирование. Протекание этого процесса будет зависеть от особенностей условий, создающихся на границе контактируемых твердых поверхностей, которые, в свою очередь, определяются величиной свободной поверхностной энергии. То есть величина прочности твердых тел будет пропорциональна их поверхностной энергии [1]. Исходя из этого, процесс трения в сопряжениях может быть представлен следующим образом. На первом этапе, в силу особенностей условий в сопряжении, при физической адсорбции поверхностей происходит уменьшение их поверхностной энергии, что облегчает процесс перехода электронов. Это сопровождается возникновением разности потенциалов, что активирует сначала электрические процессы, под воздействием которых начинаются электрохимические процессы. Их появление сопровождается образованием окисных пленок на контактах и изменением условий в контакте. При этом этот процесс будет активизировать по мере роста электрохимической и механической активации. Эти явления приводят к уменьшению поверхностной твердости трущихся материалов, что под воздействи-

ем механических факторов приводит к их пластической деформации. В свою очередь пластическая деформация поверхностей трения вызывает появление механохимического эффекта [3], сущность которого заключается в снижении поверхностной энергии металлов, облегчении перехода электронов, что вызывает прогрессирующее химическое взаимодействие между разделяющей трущейся поверхности средой и металлом, сопровождающихся ещё большим снижением прочностных свойств и последующим разрушением поверхностей.

Таким образом, влияние коррозионно-активных разделяющих поверхностей сред на механические свойства металлов сопряжений (прочность, твердость, пластичность, ползучесть, усталость и др.) убедительно показывают, что изменения этих свойств, прежде всего, связаны с электрическим зарядом трущихся поверхностей [4-6].

Исходя из этого, можно заключить, что одним из направлений снижения износа металлов сопряжений ДВС является предотвращение в них образования разности потенциалов. Это может быть достигнуто формированием на рабочих поверхностях трения сопряжений диэлектрических покрытий, поляризацией металлов сопряжения от внешней среды, обеспечением оптимального соотношения трущейся поверхности к свободной поверхности сопряжения, использованием ингибиторов коррозии. Развитие этого направления требует дальнейших исследований электрохимических процессов, протекающих в сопряжениях ДВС в присутствии смазочного масла.

Библиографический список:

1. Дзюб, А. Г. Исследование скорости коррозии при трении/А.Г. Дзюб, В.А. Кузнецов, Г.А. Прейс. - Киев. Пищевая промышленность. В сб.: Проблемы трения и изнашивания, вып. 17, 1980. - С. 1-18.
2. Лихтман, В. И. Физико-химическая механика материалов/В.И. Лихтман, Е.Д. Шукин, П.А. Ребиндер. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 186 с.
3. Карпенко, Г. В. Влияние среды на прочность и долговечность металлов.- Киев. Наукова думка, 1976. - 126 с.
4. Уханов, Д.А. Наведённая ЭДС – критериальный показатель минимальной частоты вращения коленчатого вала поршневого ДВС / Д.А. Уханов, А.П. Уханов, В.А. Перов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. г. Ульяновск. №1 (41). Январь 2018. Стр. 21-25.
5. Методы управления трением и изнашиванием материалов в условиях возникновения контактной разности потенциалов / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глушченко, М.М. Замальдинов, А.П. Никифоров // Эксплуатация автотракторной

и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С.125-127.

6. Процесс образования контактной разности потенциалов в сопряжении «поршневое кольцо – гильза цилиндров» / И.Р. Салахутдинов, А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов, А.В. Лисин // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы. Материалы III международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С.128-130.

ELECTROCHEMICAL PHENOMENA IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Salakhutdinov I.R., Glushchenko A.A.

Key words: *electrochemical process, potential difference, hardness of materials.*

The conditions and causes of the appearance of electrochemical phenomena in the conjugations of the internal combustion engine, which represent a specific electrochemical metal-electrolyte-metal system, the effect of the resulting potential difference on the surfaces of rubbing metals on the properties of metals and their wear and tear reduction of the potential difference.

УДК 631.3

К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*Сиднева И.Е., магистрант, Курдюмов В.И., д.т.н., профессор,
тел.: 8(8422) 55-95-95, bgdie@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: удобрения, почва, рабочий орган, распределение, минеральные удобрения, диск, урожайность

В статье рассмотрены основные конструкции агрегатов для разбрасывания минеральных удобрений, выявлены их основные достоинства и недостатки. Изложены теоретические предпосылки для усовершенствования конструкции разбрасывателя, который позволяет оптимально распределить удобрения по поверхности поля в соответствии с требуемой дозой внесения.

Снабжение населения страны качественными продуктами питания непосредственно зависит от увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Учеными и практиками доказано, что более 50 % прибавки урожая получают вследствие применения при посеве и вегетации растений различных удобрений. Кроме того, площадь, на которой требуется проводить известкование и гипсование соответственно кислых и солонцовых почв, превышает 80 млн. га [1]. Повысить эффективность производства продукции растениеводства можно при внесении удобрений, которые содержат определенные питательные вещества с учетом конкретных типов почв и особенностей климата.

От равномерности распределения по площади поля требуемой массы удобрений зависит урожайность возделываемых культур. При увеличении неравномерности распределения удобрений значительно уменьшается количество и качество произведенной продукции. Ухудшаются технологические и биологические свойства урожая, накапливаются нитраты в плодах и ягодах, загрязняется окружающая среда.

Анализ практических аспектов внесения минеральных удобрений показал, что эти удобрения, как правило, распределяют по поверхности почвы, а в последующем заделывают рабочими органами почвообрабатывающих орудий. Для распределения удобрений поверхностным способом применяют разбрасыватели с различными конструкциями, чаще всего навесные. Основными рабочими органами в таких разбра-

сывателях служат диски с вертикальной осью вращения. Эти рабочие органы при правильном сочетании с качественно отрегулированными дозирующими устройствами дают возможность обеспечить агротребования по массе и равномерности распределения минеральных удобрений (известки, гипса, цеолита и т.п.) материалов в почву.

Анализ результатов многочисленных исследований [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] показал, что качество внесения таких материалов подавляющим большинством выпускаемых промышленностью разбрасывателей не соответствует агротехническим требованиям. При разбрасывании тукосмесей центробежные дисковые аппараты могут разделять эти смеси на отдельные компоненты. Это нарушает процесс нормального снабжения растений питательными веществами. Поэтому задача разработки и обоснования параметров средств механизации поверхностного внесения минеральных удобрений является актуальной и имеет имеющие существенное значение для развития страны.

Цель, которой посвящены наши исследования, является разработка конструкции рабочего органа разбрасывателя минеральных удобрений и обоснование его оптимальных параметров.

Гипотезой послужило предположение, что улучшения равномерности разбрасывания удобрений можно достичь, используя в качестве основного рабочего органа многозаходный спиральный диск.

Дифференциальное уравнение, описывающего отрыв частицы удобрений, которая до отрыва перемещалась по поверхности спирального диска при его вращении, можно записать в следующем виде [4]:

$$N + \frac{P\omega y}{g} \cdot \frac{dx}{dl} - P \frac{dy}{dl} = 0, \quad (1)$$

где N – нормальная реакция, Н; P – сила тяжести частицы, Н; ω – угловая скорость вращения частицы, с^{-1} ; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$; x, y – текущие координаты частицы, м; l – перемещение частицы, м.

Принимая координату x в качестве независимой переменной и с учетом того, что в момент схода частицы с диска нормальная реакция $N = 0$, из формулы (1) получим зависимость $y = f(x)$:

$$\frac{P}{g} \omega^2 y \frac{dx}{dl} = P \frac{dy}{dl}. \quad (2)$$

Произведя необходимые преобразования, в итоге получим [4]:

$$|y| = e^{\frac{\omega^2 x}{g}}. \quad (3)$$

Следовательно, для обеспечения непрерывного схода частиц удобрений с рабочего органа он должен быть выполнен в виде спирального диска. Качество распределения удобрений по поверхности почвы можно улучшить, выполнив спираль многозаходной.

Дифференциальное уравнение движения частицы материала по спиральному диску имеет следующий вид:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} - f_2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 + 2f_2\omega_0 \frac{d\varphi}{dt} + \frac{f_1g}{r(\varphi)} = f_2\omega_0^2. \quad (4)$$

где φ - угол смещения частицы относительно центра спирали, рад; t - время, с; f_1, f_2 - соответственно коэффициенты трения частицы о диск и о поверхность спирали; ω_0 - угловая скорость вращения спирали, с⁻¹; r - текущий радиус расположения частицы, м.

Анализ зависимости (4) дает возможность выявить особенности движения отдельной частицы удобрений по спиральному диску в зависимости от угловой скорости вращения спирали.

Библиографический список:

1. Адамчук, В.В. Технические средства нового поколения для посева минеральных удобрений / В.В. Адамчук, В.К. Моисеенко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. - № 2. - С. 15 - 19.
2. Белинский, А.В. Обоснование параметров комбинированной лопатки центробежного диска / А.В. Белинский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2003 - № 1 - С. 5 - 8.
3. Марченко, Н.М. Машинные технологии для дифференциального внесения удобрений / Н.М. Марченко, Г.И. Личман. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1999. № 12. С. 32 - 34.
4. Седашкин, А.Н. Обоснование конструктивных параметров центробежного туковысевающего аппарата / А.Н. Седашкин, Е.А. Седашкина. // Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники. Саранск, 2000. - С. 74 - 76.
5. Черников, Б.П. Влияние ширины разбрасывания на качество внесения удобрений / Б.П. Черников, В.М. Устюгов. // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1978. - № 7. - 55 с.
6. Thimon J. Uneven distributon can no longer be baken for granted / J. Thimon. // Fertilizer Solution. 2014. № 18. - 6 s.
7. Maschinen und Verfahren zur Mineraldüngerausbringung // Fortschrittsber Landwirtschaft und Nahrungsgüterwin. 2018. № 4. - 27 s.
8. Патент 62765 RU, МПК А01В 29/04. Каток-гребнеобразователь / В.И. Кур-

дюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Ульяновская ГСХА. Заявка № 2006145645/22; заявл. 21.12.2006; опубл. 10.05.2007, Бюл. № 13.

TO ENSURE QUALITY DISTRIBUTION OF FERTILIZERS

Sidneva I.E., Kurdyumov V.I.

Keywords: fertilizers, soil, working body, distribution, mineral fertilizers, disc, yield.

The article describes the basic design of units for the distribution of mineral fertilizers, identified their main advantages and disadvantages. The theoretical prerequisites for improving the design of the spreader, which allows optimal distribution of fertilizers on the surface of the field in accordance with the required dose of application.

МК-31-17

УДК 621.436

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Сидоров Е.А., к.т.н., доцент,
Андреев А.В., Архипов А.С., магистранты
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *дизель, топливо, экология, растительное масло, биотопливо.*

В статье рассмотрены перспективы развития альтернативного моторного топлива, используемого в дизелях автотракторной техники. Проанализированы основные экологические показатели минерального дизельного топлива, приведены предельно-допустимые выбросы двигателей внутреннего сгорания при работе на минеральных дизельных топливах.

Сельское хозяйство является одним из главных потребителей дизельного топлива и оказывает существенное влияние на чистоту окружающей среды, поскольку характеризуется значительным территориальным охватом. Поэтому его воздействие на окружающую среду имеет значительную долю. В России только для нужд сельского хозяйства ежегодно требуется порядка 5 млн. тонн дизельного топлива [1, 2]. Учитывая потребности строительной и транспортной техники, промышленности и энергетики, эту цифру можно как минимум удвоить. Более 9% выбросов основных вредных веществ приходится на автотракторную технику, оснащенную дизельными двигателями.

В выбросах отработавших газов дизелей присутствуют до 200 различных компонентов. В среднем один дизель выбрасывает более 100 г токсичных веществ на каждый километр пробега. Горение в дизеле осуществляется в диффузионной струе при попадании в нее жидких капель, что однозначно приводит к обильному выделению сажи (углерода) и полициклических ароматических углеводородов из-за термического распада молекул топлива «без доступа воздуха»[3].

Одними из главных вредных компонентов отработавших газов дизелей являются оксиды азота, доля которых в суммарном индексе токсичности составляет около 90%. В настоящее время проблема «экологичности» топлива приобрела самостоятельное значение в связи с

Таблица 1 – Основные экологические показатели минеральных дизельных топлив

Характеристики топлива	Единица измерения	Евро-2	Евро-3	Евро-4	Евро-5
Цетановое число, не менее	-	49	51	51	53
Плотность при 15°C	кг/м ³	820-860	820-845	820-845	820-845
Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, не более	%	не установлена	11	11	2
Концентрация серы, не более	мг/кг	500	350	50	10
	%	0,050	0,035	0,005	0,001
Смазывающая способность, не более	мкм	460	460	460	460

ужесточением требований, предъявляемых как к самим топливам, так и к продуктам их сгорания. Эти требования указаны в ряде международных документов, на которые ориентируется и Россия. В таблице 1 приведены экологические нормы, которым должны соответствовать современные топлива, в таблице 2 – нормы, предъявляемые к продуктам сгорания топлив.

Таблица 2 – Предельно-допустимые выбросы двигателей внутреннего сгорания при работе на минеральных дизельных топливах

Нормирующий документ	Тип двигателя	Год введения требований		Предельно-допустимые выбросы, г/км	
		Европа	Россия	NO _x	сажа
Евро-1	Дизель	1993	1999	0,77	0,140
Евро-2	Дизель	1996	2002	0,70	0,080
Евро-3	Дизель	2000	2004	0,50	0,050
Евро-4	Дизель	2005	2008	0,25	0,025
Евро-5	Дизель	2008	2010	0,18	0,005
Евро-6	Дизель	2015	2016	0,08	0,005

Евро-5 - экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Обязателен в Евросоюзе с октября 2008 года. Для легковых автомобилей - с 1 сентября 2009. В России стандарт Евро-5 действует с 2010 года (табл.2). С 1 сентября 2015 года в Евросоюзе действует новый топливный стандарт Евро-6, отличительной особенностью которого является серьезный пересмотр норм выброса оксида азота (NOx) на дизельных двигателях. Если предыдущие нормативы Евро боролись, в основном, с угарным газом (CO), то вводимый стандарт, сохраняя и ужесточая нормы выброса CO, резко снижает уровень NOx на дизелях со 180 мг/км сразу до 80 мг/км.

В минеральном дизельном топливе присутствует сера, которая в дизельном двигателе, при избытке кислорода, преобразуется в сернистые оксиды SO₂.

Вредные вещества, выбрасываемые дизелями, оказывают негативное воздействие на окружающую среду это подталкивает к более интенсивному поиску путей снижения вредных выбросов дизелями автотракторной техники. Одним из направлений решения этой проблемы является замещение минерального дизельного топлива, частичное или полное, растительными маслами, получаемыми из таких масличных культур как подсолнечник, соя, горчица, рапс, рыжик, сафлор, сурепица, редька масличная, лён и др. [4-6]. Экологические показатели такого биотоплива выше, чем у неразбавленного дизельного топлива: в выхлопных газах было отмечено снижение содержания сернистых соединений, что важно, как для экологии, так и для увеличения сроков работы дизеля, а именно уменьшается вред, наносимый сернистыми соединениями основным частям двигателя, в том числе цилиндропоршневой группе, увеличивается смазывающая способность такого топлива; в разы снижается выброс углекислого газа и ароматических углеводородов [7,8].

Создание топлива для дизельных двигателей из органического сырья позволит защитить окружающую среду, снизив вредные выбросы и позволит сельскому хозяйству трансформироваться из отрасли, потребляющей дизельное топливо, в отрасль, производящую альтернативное моторное топливо.

Библиографический список:

1. Кириллов, Н. Г. Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для сельскохозяйственной автотракторной техники / Н. Г. Кириллов // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – №2. – С. 11-15.
2. Нагорнов, С.А. Биотопливо для дизелей / С.А. Нагорнов, А.А. Макушин,

- С.В.Романцова и др.//Автомобильная промышленность. – 2006. – №10. – С.35-36.
3. Уханов, А.П. Дизельное смесевое топливо: монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Д.С. Шеменев. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 147с.
 4. Девянин, С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С.Н. Девянин, В.А. Марков, В.Г. Семенов. – М.: Изд-во МГАУ им. В.П. Горячкина, 2007. – 400 с.
 5. Нетрадиционные биокomпоненты дизельного смесевое топлива: монография / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Сидоров, Е.Д. Година. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 113с.
 6. Оценка жирнокислотного состава растительных масел и дизельных смесевых топлив на основе рыжика, сурепицы и льна масличного/Сидоров Е.А., Уханов А.П., Зеленина О.Н.//Известия Самарской ГСХА. -2013. -№3. -С.49-54.
 7. Сидоров Е.А. Экологичность дизеля при работе на сурепно - минеральном топливе/ Е.А.Сидоров, А.И.Якунин, Л.И.Сидорова //Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сб. статей Международной научно-практической конференции. – Пенза. – 2016. – С. 120-123.
 8. Улучшение экологических показателей дизеля применением редьково-минерального топлива / Сидорова Л.И. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференция молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России». – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. –С.188-190.

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE MOTOR FUELS FOR AGRICULTURE

Sidorov E.A., Andreev A.V., Arkhipov A.S.

Key words: *diesel fuel, ecology, vegetable oil, biofuel.*

The article discusses the prospects for the development of alternative motor fuels used in diesel engines of automotive engineering. The main environmental indicators of mineral diesel fuel are analyzed, the maximum permissible emissions of internal combustion engines when operating on mineral diesel fuels are given.

УДК 631.331.5

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИКАТЫВАНИЯ ПОЧВЫ

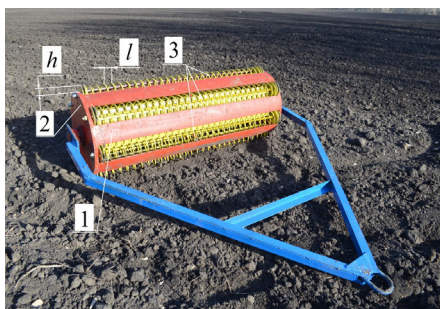
*Шаронов И.А., к.т.н., доцент,
тел.: 8(8422) 55-95-95, e-mail: ivanshar2009@yandex.ru,
Курушин В.В., к.т.н., доцент,
тел.: 8(8422) 55-95-95, e-mail: kurushin.viktor@yandex.ru,
Садыков А.Ф., магистрант,
тел.: 8(8422) 55-95-95, e-mail: kurushin.viktor@yandex.ru,
Жарков А.В., магистрант,
тел.: 8(8422) 55-95-95, e-mail: jav@unikomlc.ru,
Карпухин Н.А., магистрант,
тел.: 8(8422) 55-95-95, e-mail: ivanshar2009@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *спиральный рабочий орган, цилиндро-спиральный почвообрабатывающий каток, плотность почвы, коэффициент выровненности, почва.*

Разработан цилиндро-спиральный почвообрабатывающий каток, обеспечивающий прикатывание почвы с требуемым качеством. В результате экспериментальных исследований обоснованы параметры и режимы работы катка, при которых достигается требуемое качество обработки почвы. Экономический эффект от внедрения предложенного катка за счет увеличения урожайности достигает 2430...3780 рублей на 1 га посевов сои.

Анализ существующих машин для поверхностной обработки почвы выявил необходимость создания почвообрабатывающих орудий, способных обеспечить энергосберегающую противозрозионную качественную обработку почвы для посева сельскохозяйственных культур, требующих выровненной поверхности поля, уплотненного семенного ложа и сохранения почвенной влаги [1]. Поэтому актуальным является совершенствование конструкций катков с учетом условий их функционирования и требований к возделыванию различных культур, а также обоснование конструктивных параметров и режимов работы разрабатываемых орудий.

Для повышения полевая всхожесть возделываемых культур по сравнению с лабораторной, что приводит к недополучению урожая и, как следствие, вызывает снижение прибыли. Достоверно известно, что почвообрабатывающие катки обеспечивают необходимую для семян



**Рисунок 1 – Цилиндро-спиральный каток
(обозначения в тексте)**

плотность почвы, разрушают крупные почвенные комки, выравнивают поверхность поля и обеспечивают подъем влаги из нижних слоев почвы [2]. Катки с негладкой рабочей поверхностью уплотняют посевной слой почвы и создают мульчированный поверхностный слой [3]. Поэтому прикатывание почвы является обязательной операцией в технологиях посева сельскохозяйственных культур и способствует повышению полевой всхожести семян.

В связи с этим для обеспечения требуемого качества прикатывания нами предложен цилиндро-спиральный почвообрабатывающий каток [4, 5]. Каток (рисунок 1) выполнен из цилиндрической трубы 1, торцы которой закрыты дисками 2. По периферии гладкой цилиндрической поверхности катка в продольном направлении через равные интервалы выполнены отверстия прямоугольной формы, в которых установлены спиральные рабочие органы 3. Спиральные винты 3 установлены с возможностью изменения их вылета h относительно гладкой цилиндрической поверхности катка и шага витка l спирального винта 3.

Каток в процессе работы спиральями 3 разрушает комки почвы, а цилиндрической частью между спиральями 3 уплотняет почву. Это обеспечивает требуемые почвенные условия для прорастания и развития культурных растений. Кроме того такая конструкция катка обеспечивает снижение металлоемкости в 1,7 раза по сравнению с серийно выпускаемыми катками ККШ-6.

В процессе экспериментальных исследований предложенного катка для оценки качества обработки почвы с позиции соответствия

плотности почвы агротехническим требованиям принят коэффициент соответствия эталону [6]:

$$k_{сэ} = 1 - (|\rho_{опт} - \rho_3| / \rho_{опт}), \quad (1)$$

где $\rho_{опт}$, ρ_3 – оптимальная и замеряемая плотность почвы на глубине заделки семян, кг/м³ ($\rho_{опт} = 1200$ кг/м³). Замеры плотности осуществляли по общепринятой методике с использованием устройства для послыного определения плотности [7, 8].

В качестве основных независимых факторов были выбраны следующие: v (x_1) – скорость движения катка, км/ч; m (x_2) – масса балласта, кг; h (x_3) – вылет спирали, мм; l (x_4) – шаг витка спирали, мм. При полном соответствии плотности посевного слоя почвы агротехническим требованиям $k_{сэ} = 1$. После обработки результатов исследований получены адекватные математические модели процесса прикатывания почвы цилиндро-спиральным катком, выраженные уравнениями регрессии. Уравнения в натуральных (2) и кодированных (3) значениях факторов, характеризующие влияние массы балласта и шага витка спирали на критерий оптимизации:

$$k_{сэ} = 0,784 + 0,0058l + 0,0006m - 0,000065l^2 - 0,0000052lm - 0,000002m^2; \quad (2)$$

$$k_{сэ} = 0,918 - 0,014x_4 - 0,042x_2 - 0,015x_4^2 - 0,012x_4x_2 - 0,049x_2^2. \quad (3)$$

Проанализировав полученные математические модели, выявлено, что на участке после прикатывания цилиндро-спиральным катком $k_{сэ} = 0,98$ (соответствует плотности почвы $\rho = 1185...1215$ кг/м³), что полностью удовлетворяет агротехнически заданному пределу плотности почвы на глубине заделки семян 1100...1300 кг/м³. Максимальное значение $k_{сэ} = 0,98$ достигается при скорости движения агрегата $v = 11$ км/ч, массе балласта $m_6 = 100$ кг, шаге витка спирали $l = 40$ мм.

В ходе полевых исследований выявлено, что всходы сои после обработки предложенным катком появились на 1 день раньше и развивались быстрее по сравнению с контрольными участками, где прикатывание осуществляли кольчато-шпоровыми катками и кольчатymi каточками сеялки. На участке после посева и обработки цилиндро-спиральным катком на 22-ой день высота растений сои была больше на 10...12 % по сравнению с участками обработанными серийными катками. При этом отмечена требуемая равномерность всходов и повышение полевой всхожести семян сои после прикатывания почвы цилиндро-спиральным катком, что не было обеспечено серийными орудиями.

Таблица – Урожайность сои после обработки катками (сорт – УСХИ-6)

Каток	Урожайность по годам, ц/га			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее значение
Цилиндро-спиральный каток	17,9	17,5	16,5	17,3
ККШ-6	17,2	16,7	15,4	16,4
Каточки сеялки СЗ-5,4	16,7	16,0	15,0	15,9

При оценке выровненности поверхности поля выявлено, что после обработки цилиндро-спиральным катком коэффициент k_b составил 0,95, что на 6,8 % и 14,7 % больше по сравнению с участками обработанными кольчато-шпоровыми катками ККШ-6 и кольчатými каточками сеялки СЗ-5,4 соответственно.

В ходе полевых исследований на опытном поле Ульяновского ГАУ выявлено, что урожайность сои (таблица 1) после поверхностной обработки почвы цилиндро-спиральным катком в среднем за три года превысила на 5,3 % и 8,1 % соответственно урожайность этой культуры после прикатывания катком ККШ-6 и каточками сеялки СЗ-5,4.

Графическое отображение изменения урожайности по годам после обработки предложенным цилиндро-спиральным катком и серийно выпускаемыми катками представлено на рисунке 2.

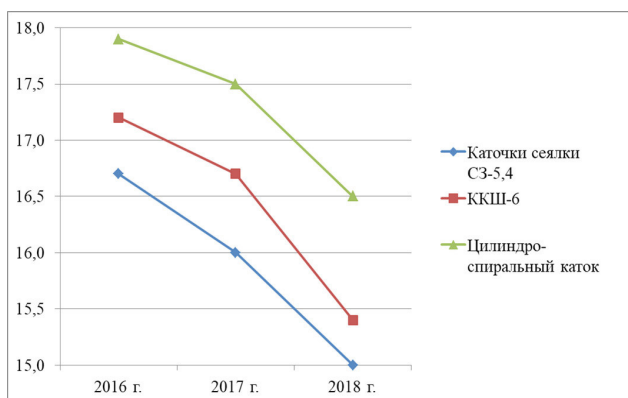


Рисунок 2 – Урожайность (ц/га) сои (сорт – УСХИ-6)

Разработанный цилиндро-спиральный каток качественно выравнивает поверхность почвы, обеспечивая равномерность заделки семян по глубине, а также повышает урожайность возделываемых культур. Экономический эффект от внедрения предложенного катка за счет увеличения урожайности достигает 2430...3780 рублей на 1 га посевов сои.

Библиографический список:

1. Семенихина Ю.А. Анализ ротационных устройств для выравнивания и уплотнения почвы [Текст] // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XVIII Международной научно-практической конференции. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – С. 157-169.
2. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, В.Е. Прошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 141-145.
3. Курушин В.В. Определение конструктивных параметров катка-гребнеобразователя [Текст] / В.В. Курушин, В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 131-135.
4. Патент 2567207 Российская Федерация, МПК А01В 29/02 (2006.01). Орудие для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - 2014146182/13, заявл. 17.11.2014; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 31.
5. Патент 2567208 Российская Федерация, МПК А01В 29/02 (2006.01). Орудие для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - 2014146180/13, заявл. 17.11.2014; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 31.
6. Курдюмов В.И. Исследование комбинированного сошника в лабораторных условиях [Текст] / Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Шаронов И.А., Бирюков И.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 2(18). – С. 94-97.
7. Патент 149064 Российская Федерация, МПК G01N 33/24 (2006.01). Устройство для определения плотности почвы / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.В. Курушин, В.Е. Прошкин, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - 2014130351/15, заявл. 22.07.2014; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35.

8. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования устройства для формирования гребней почвы [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.С. Зыкин, В.В. Мартынов // Известия международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 63-67.

IMPROVING THE QUALITY OF COMPACTING SOIL

*Sharonov I. A., Kurushin, V. V., Sadykov F. A.,
Zharkov A. V., Karpukhin N. A.*

Key words: *helical working body, rink tillage, soil density, coefficient of flatness, soil.*

Developed the cylindrical-helical tillage rink, providing consolidation of the soil with the required quality. As a result of experimental studies, the parameters and modes of operation of the roller are justified, at which the required quality of soil treatment is achieved. The economic effect of the introduction of the proposed rink by increasing yields reaches 2430 ... 3780 rubles per 1 hectare of soybean crops.

УДК 631.3

НОВЫЙ СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

*Яковлев С.А., к. т. н. доцент, тел: 8(8422)55-95-97, Jakseal@mail.ru,
Молочников Д.Е., к. т. н. доцент,
тел: 8(8422)55-95-95, denmol@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *упрочнение, электромеханическая обработка, малоуглеродистая сталь, структура, деталь, твердость.*

В статье рассмотрены основные способы упрочнения малоуглеродистых сталей. Выявлены основные их достоинства и недостатки. Предложен новый способ упрочнения малоуглеродистых сталей электромеханической обработкой, позволяющий повысить эффективность насыщения поверхности углеродом.

Наиболее распространенными технологиями упрочнения поверхностей деталей из малоуглеродистых сталей в настоящее время являются способы цементации. Основными недостатками этих технологий является высокая трудоемкость, длительность процессов, необходимость проводить дополнительные стадии термической закалки изделий и их последующей финишной механической обработки. Все это значительно затрудняет их применение в условиях мелкосерийного и ремонтного производства.

Применяемые при изготовлении и восстановлении деталей процессы электромеханической обработки [1], повышают прочность малоуглеродистых сталей лишь частично за счет так называемого «горячего наклепа» вызванного интенсивным термомеханическим воздействием на поверхность металла.

Известный способ электромеханической обработки малоуглеродистой стали в котором «одновременно с механическим воздействием рабочим инструментом и нагревом поверхностного слоя изделия осуществляют диффузионное насыщение поверхностного слоя углеродом путем нанесения графитового слоя в зону контакта, при этом нагрев осуществляют пропусканием электрического тока силой 450-650 А через зону контакта рабочего инструмента с изделием со скоростью обработки изделия 0,6-2,5 м/мин при давлении рабочего инструмента на изделие до 250 МПа» [2] позволяет частично повысить твердость и износостойкость поверхности. Недостатками этого способа является не-

обходимость предварительного нанесения графитового слоя, недостаточная степень и глубина науглероживания поверхности. Относительно высокая скорость обработки (0,6-2,5 м/мин) и малый ток (450-500 А) приводят к недостатку времени и температуры на прохождение процессов диссоциации, адсорбции, диффузии при насыщении поверхности детали атомарным углеродом. Все это не обеспечивает необходимую твердость и глубину упрочненной поверхности и недостаточно повышает износостойкость.

Исследования авторов статьи направлены на разработку нового способа упрочнения малоуглеродистых сталей с целью повышения прочности и износостойкости обработанных поверхностей путем интенсификации процессов насыщения поверхности атомарным углеродом.

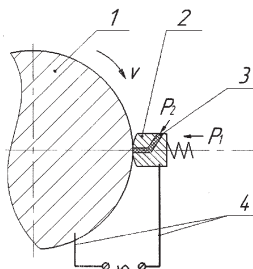
В результате проведенных исследований предложен новый способ электромеханической обработки малоуглеродистых сталей отличающийся тем, «что подачу графитовой пасты осуществляют через отверстие неподвижного электрод-инструмента в зону контакта электрод-инструмента с поверхностью детали под давлением 2-3 МПа, нагрев осуществляют посредством пропускания через упомянутую зону контакта электрического тока 800-1000 А при скорости подачи электрод-инструмента по поверхности детали, составляющей 0,4-0,5 м/мин» [3].

На рисунке представлена схема электромеханической обработки поверхности деталей из малоуглеродистой стали.

Способ осуществляется следующим образом. Через зону контакта перемещающейся со скоростью $v=0,4...0,5$ м/мин по поверхности детали 1 и неподвижного деформирующего электрод-инструмента 2, соединенных между собой электрически с помощью контактных шин 4, проходит ток силой 800-1000 А, вследствие чего на контактирующей поверхности изделия выделяется большое количество тепла, происходят высокоскоростной нагрев локального микрообъема поверхности с одновременным его пластическим деформированием при давлении рабочего инструмента P_1 . Одновременно с этим через отверстие электрод-инструмента в место контакта под давлением $P_2=2-3$ МПа (например, создается поршнем - на рисунке не показано) подается графитовая паста 3 (композиционная графитовая паста, в которой связующим веществом является, например, солидол, керосин и олифа, а наполнителем – измельченный графит при установленных технологических пропорциях между этими компонентами). Процессы диссоциации начинают протекать уже в отверстии инструмента, чему дополнительно способствует интенсивный нагрев рабочего инструмента от прохождения электриче-

ского тока. В месте контакта инструмента с деталью графитовая паста нагревается до температуры 1000-1200 °С, что значительно интенсифицирует процессы адсорбции и мгновенной диффузии атомов углерода в нагретую до аустенитного состояния поверхность изделия. При остывании нагретого участка приводит упрочнение науглероженного слоя с образованием направленного микрорельефа на рабочей поверхности, т.е. к совокупности свойств, значительно повышающих износостойкость рабочих поверхностей трения.

Уменьшение силы тока менее 800 А не обеспечивает достаточный прогрев поверхностных слоев выше температуры фазовых превращений на глубину 1-1,2 мм и интенсификацию науглероживания поверхности. Увеличение скорости обработки более 0,5 м/мин сокращает время науглероживания, что не позволяет увеличить содержание углерода на необходимую глубину.



1 – деталь; 2 – деформирующий электрод-инструмент;

3 – графитовая паста; 4 – контактные шины

Рисунок – Схема электромеханической обработки поверхности деталей из малоуглеродистой стали

Увеличение силы тока более 1000 А и уменьшение скорости обработки менее 0,4 м/мин приводит к перегреву и оплавлению поверхностных слоев обрабатываемой детали, что снижает качество поверхности изделия.

Уменьшение давления на графитовую пасту P_2 менее 2 МПа не обеспечивает должную интенсификацию процесса науглероживания поверхности. Увеличение давления P_2 выше 3 МПа практически не изменяет процесс науглероживания.

Давление P1, прикладываемое к рабочему электрод-инструменту 2, материал инструмента, форма его рабочей поверхности и конфигурация отверстия для подачи графитовой пасты, подача инструмента вдоль заготовки принимаются исходя из заданных требований к качеству обрабатываемой поверхности.

Например, образцы из стали 10, обработанные на заявленных в предложенном способе режимах, на специально оборудованном установочном для электромеханической обработки токарном станке мод. 1К62, были подвергнуты металлографическим исследованиям, в результате которых на упрочненных участках поверхности образцов выявлена концентрация углерода до 1,1 %. Глубина закаленного (цементованного) слоя составила до 0,25 мм.

Обработанный по предлагаемому способу поверхностный слой в прилегающей к границе области состоит из мелкодисперсного мартенсита, более глубокие слои из более крупных игл мартенсита, на границе с исходным металлом фиксируются зоны распространения углерода из цементитных пластин перлитных зерен в ферритные области.

Предлагаемый способ обеспечивает дополнительное снижение шероховатости обработанной поверхности, а также небольшие энергетические затраты при его реализации.

Испытания образцов на машине трения СМТ-1 показали увеличение износостойкости изделий на 10-12 % по сравнению с прототипом.

Таким образом, предлагаемый новый способ упрочнения малоуглеродистых сталей обеспечивает комплекс положительных свойств поверхностного слоя детали, что значительно повышает прочность и износостойкость поверхности изделий.

Библиографический список:

1. Яковлев, С.А. Влияние электрофизических параметров на электромеханическую обработку деталей машин: монография / С. А. Яковлев. – Ульяновск : УВАУ ГА (И), 2014.-129 с..
2. Пат. 2197557. Российская федерация, МПК C23C 8/66 (2000.01), B23P 6/00 (2006.01)., Способ поверхностной обработки малоуглеродистой стали / В.О. Надольский, В.И. Жиганов, С.Б. Наумчев, В.П. Родионов, С.В. Жиганов, Д.В. Воронин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2001107097/02.; заявл. 16.03.2001; опубл. 27.01.2003. – Бюл. № 3. – 4 с.
3. Пат. 2667948. Российская федерация, МПК C23C 8/66 (2006.01), B23P 6/00 (2006.01). Способ электромеханической обработки поверхности детали из

малоуглеродистой стали / С. А. Яковлев, Н. Г. Макаров, Л.С. Яковлева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ имени П.А. Столыпина. – № 2017113841; заявл. 20.04.2017; опубл. 25.09.2018. – Бюл. № 27. – 4 с.

NEW WAY OF HARDENING LOW-CARBONACEOUS STALYA

Yakovlev S. A., Molochnikov D. E.

Keywords: *hardening, electromechanical processing, low-carbonaceous steel, structure, detail, hardness.*

In article the main ways of hardening low-carbonaceous staly are considered. Their main merits and demerits are revealed. The new way of hardening low-carbonaceous by staly electromechanical processing, allowing to increase efficiency of saturation of a surface carbon is offered.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ефимов Д.Н., Шурыгина А.З.</i> Виды конского навоза.....	3
<i>Ефимов Д.Н., Матвеева М.А.</i> Виды навоза – особенности	8
<i>Ефимов Д.Н., Краснова О.Н., Тогунова Е.В.</i> Навоз – лучшее органическое удобрение	13
<i>Ефимов Д.Н., Матвеева М.А.</i> Применение конского навоза в качестве удобрения	18
<i>Ефимов Д.Н., Краснова О.Н., Маланин Н.С.</i> Особенность применения навоза в различных почвенно-климатических условиях	22
<i>Ефимов Д.Н., Краснова О.Н., Матвеева М.А.</i> Уборка навоза из помещений для содержания крупного рогатого скота.....	27
<i>Ефимов Д.Н., Краснова О.Н., Уткина Д.А.</i> Уборка навоза в подпольные навозохранилища	32
<i>Шигапов И.И., Лебедев Е.В.</i> Гидравлические способы уборки навоза.....	39
<i>Шигапов И.И., Кожанова А.А.</i> Уборка навоза каналами с помощью механических средств	44
<i>Хуснутдинов Р.Н., Краснова О.Н., Полякова Ю.В.</i> Уборка навоза транспортерами по открытым лоткам	51
<i>Хуснутдинов Р.Н., Краснова О.Н., Шурыгина А.З.</i> Спирально-винтовой обезвоживатель навоза.....	57
<i>Албутов С.П., Рыкин Д.В.</i> Классификация средств механизации основной обработки почвы	62
<i>Албутов С.П.</i> Комбинированный почвообрабатывающий агрегат	68
<i>Албутов С.П., Смирнов А.С.</i> Анализ конструкций зерновых сеялок.....	73
<i>Вихтанин В.Е., Милюткин В.А.</i> Повышения качества сеялочных агрегатов использованием катков для общего и локального уплотнения почвы	83
<i>Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., Хохлов А.Л., Петряков С.Н.</i> Микродуговое оксидирование	89
<i>Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., Хохлов А.Л., Петряков С.Н.</i> Упрочнение рабочих поверхностей головки поршней двигателя внутреннего сгорания	93
<i>Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., Хохлов А.Л.</i> Влияние свойств рабочей поверхности трения поршневой канавки на изнашивание деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо»	97
<i>Бутуев Ю.В., Каняев Н.О., Хохлов А.Л.</i> Снижение износа поршней двигателя внутреннего сгорания.....	102

Гафин М.М. Зависимость эффективности мойки зерна в зерномоющих машинах со спирально-винтовыми устройствами от температуры и жесткости воды	107
Глуценко А.А. Оценка эффективности установок регенерации отработанных масел	113
Глуценко А.А. Нефтепродукты и экология землепользования	117
Глуценко А.А. Обезвоживание масел деэмульгированием.....	122
Голубев В.А., Голубев С.В., Молочников Д.Е. Показатели технического учета работы тракторов	126
Евдокимова Т.Г., Ерохин Д.П., Долгов В.И., Агеев П.С. Особенности контактной сушки зерна.....	131
Евдокимова Т.Г., Ерохин Д.П., Долгов В.И., Агеев П.С. Зерносушилка с контактным способом сушки	136
Зыкин Е.С. Смеситель сыпучих кормов.....	140
Исаев Ю.М., Злобин В.А., Каленков С.А. Анализ и обзор гидравлических форсунок для применения их в протравливателях	144
Исаев Ю.М., Злобин В.А., Милашкина О.В., Брокерт В.В. Расчет скорости частицы в спирально-винтовом транспортере при ее перемещении.....	148
Кузьмин И.В., Дежаткин М.Е. Определение расположения пунктов технического обслуживания дилера.....	158
Семашкин Н.М., Злобин В.А., Колчин С.В. Анализ эксплуатационных параметров спирально-винтового транспортера	163
Карпенко М.А., Карпенко Г.В. Сервис сельскохозяйственной техники в АПК РФ	168
Кожевников С.А. Устройство для нагрева, перемешивания и эмульгации смеси рапсового масла с дизельным топливом.....	172
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Артемьев В.В. Разработка установки для сушки свекловичного жома	177
Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Определение тягового сопротивления гребневой сеялки	181
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Тлеулева А.А. Повышение качества очистки корнеплодов в установке непрерывного типа.....	188
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Сушко И.В., Коньшев А.А. Энергосберегающая установка для приготовления почвенного грунта	192
Лазуткина С.А. Теоретическое обоснование амплитуды колебаний маслоизготовителя	196
Лазуткина С.А. Устройство для приготовления комбикорма.....	203

Лисин А.В., Никифоров А.П. Способы повышения износостойкости цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания.....	209
Молочников Д.Е., Мустякимов Р.Н., Голубев В.А., Козловский Ю.В., Пальмов М.Ю. Особенности коррозии вертикальных резервуаров для нефтепродуктов	215
Морозов А.В., Горшков А.Ю. К вопросу о возможности реализации электромеханического дорнования цилиндрических отверстий твердосплавным шаровым инструментом	221
Мулянов А.И., Карпенко Г.В., Карпенко М.А. Основы расчета сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин	226
Петряков С.Н., Бутуев Ю.В. Теоретическое обоснование снижения интенсивности изнашивания канавок под поршневые кольца методом МДО	230
Петряков С.Н., Каняев Н.О. Способы и средства улучшения работы сопряжения «поршень-цилиндр».....	234
Петряков С.Н., Шакуров Р.Р. Снижение износа прецизионных пар введением в состав смесового топлива рыжикового масла.....	239
Петряков С.Н., Шакуров Р.Р. Топливные системы для работы дизеля на биоминеральных композициях	244
Петряков С.Н., Хохлов А.А. Повышение износостойкости гильз цилиндров бензиновых двигателей металлизацией рабочей поверхности трения.....	250
Петряков С.Н., Хохлов А.А. Металлизация внутренней поверхности гильзы цилиндров медью.....	256
Прошкин Е.Н., Поршнев П.С., Прошкина А.Е. Анализ способов междурядной обработки пропашных культур	261
Ротанов Е.Г., Хохлов А.Л., Хохлов А.А. Теоретическая оценка влияния поверхностно-активных веществ смесового дизельного топлива на снижение износа плунжерных пар.....	267
Салахутдинов И.Р., Глуценко А.А. К процессу образования контактной разности потенциалов в сопряжениях ДВС.....	273
Салахутдинов И.Р., Глуценко А.А. Электрохимические явления в ДВС... ..	277
Сиднева И.Е., Курдюмов В.И. К обеспечению качества распределения минеральных удобрений	282
Сидоров Е.А., Андреев А.В., Архипов А.С. Перспективы развития альтернативных моторных топлив для сельского хозяйства	286
Шаронов И.А., Курушин В.В., Садыков А.Ф., Жарков А.В., Карпущин Н.А. Повышение качества прикатывания почвы	290
Яковлев С.А., Молочников Д.Е. Новый способ упрочнения малоуглеродистых сталей.....	296

Материалы

Национальной научно-практической конференции
«Наука в современных условиях:
от идеи до внедрения».

15-16 мая 2018 г. В 2-х т. Том II.

Димитровград, ТИ - филиал УлГАУ, 2018. - 304 с.

Подписано в печать 25.12.2018 г.

Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная

Усл.п.л. 19,0

Заказ Тираж 200 экз.

433417, г.Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1