



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**



ФГБОУ ВО ИРКУТСКИЙ ГАУ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

МАТЕРИАЛЫ

**Всероссийской студенческой научно-практической конференции
«НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТУДЕНТОВ В РЕШЕНИИ
АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ АПК»**

ТОМ IV

(17-18 февраля 2022 г.)

Молодежный 2022

УДК 001:63
ББК 40
Н 347

Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК / Материалы всероссийской научно-практической конференции: в IV томах. - Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2022. Т. IV. – 314 с

В материалы всероссийской научно-практической конференции вошли работы студентов, магистрантов различных регионов России и зарубежных стран, посвященные решению задач по земледелию, растениеводству, сельскохозяйственной экологии, землеустройству, кадастрам, охране и мониторингу земель, ботанике, плодоводству и ландшафтной архитектуре, экономике аграрного производства и цифровым технологиям. В третьем томе рассматриваются вопросы инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК и актуальные проблемы энергетики в АПК, для решения различных задач производства, переработки и реализации продовольственной продукции.

Редакционная коллегия:

Дмитриев Н.Н. –ректор ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Иванько Я.М. - проректор по научной работе ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Иляшевич Д.И. - председатель совета молодых ученых и студентов ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Баянова А.А. - зам. декана по научной работе агрономического факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Мамаева А.И.- зам. директора по научной работе института экономики, управления и прикладной информатики ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Тарасевич В.Н. - зам. декана по научной работе факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Шистеев А.В. - зам. декана по научной работе инженерного факультета, ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Сукьясов С.В. - декан энергетического факультета ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ,
Козлова С.А. - зам. директора по научной работе института управления природными ресурсами ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ.

УДК 632.9:633.1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ ТО И РЕМОНТЕ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОТРЕБНОСТИ

Анищенко А.С., Бураева Г.М.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Изменение свойств составных частей машин в период их использования по назначению в большинстве случаев связано с изнашиванием рабочих поверхностей деталей, нарушением правил эксплуатации и технического обслуживания. Вследствие этого снижается качество выполнения машинами и агрегатами технологических операций, производительность работ, надежность и экономичность процессов. Эксплуатация техники в этих условиях может привести к появлению неисправностей и отказов, вызвав этим неработоспособное состояние машин и агрегатов. Восстановление работоспособности представляет собой процесс устранения причин неисправностей и отказов. Одним из простых и эффективных процессов ремонта и восстановления работоспособности является замена вышедших из строя элементов машин на новые или отремонтированные из числа запасных частей. Такая замена может производиться в период технического обслуживания или ремонта машины. В данной работе сделан анализ условий и методов использования запасных частей при восстановлении работоспособности и исправности сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: работоспособность, деталь, отказ, ремонт, распределение, трактор.

Введение. Работоспособность машин зависит от целого ряда факторов, связанных с правильной эксплуатацией, хранением и транспортировкой. Для поддержания работоспособного состояния машин системой технического обслуживания и ремонта предусмотрены комплексные ремонтно-обслуживающие мероприятия, носящие превентивный характер [1]. Такая система называется планово-предупредительной и основное ее назначение противодействовать износу деталей, нарушению соединений и регулировок. Один из простых и эффективных процессов восстановления работоспособности связан с заменой вышедших из строя элементов машин на новые или отремонтированные из числа запасных частей. Такая замена может производиться в период технического обслуживания или ремонта машины.

Наиболее вероятные причины нарушения работоспособности машин и механизмов по которым они могут внезапно выйти из строя и задержать выполнение сельскохозяйственных работ, что приведет к материальным и временным потерям [2, 3]: - износ деталей; - неравномерная нагрузка; - нарушение регулировки соединений; - потеря свойств смазочных веществ; - образование накипи в фильтрах, включая масляные, воздушные, топливные; - нагар оседающего на клапаны, камеры сгорания; - коррозия металлов. Чтобы избежать негативных последствий и продлить время работы машин, необходимо быстро и качественно провести операции по техническому обслуживанию и ремонту [5].

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Цель работы. Анализ распределения запасных частей при техническом сервисе в зависимости от потребности.

Задачи: оценить потребность в заменах изношенных составных частей машин; предложить метод распределения запасных частей при ТО и ремонте машин

Материалы и методы. Количество замен вышедших из строя элементов машин может быть определено из следующего соотношения [10]

$$n_{ij} = \frac{S_i N_i K_{opij} v_i \beta}{1000} \quad (1)$$

где i – марка машины;
 j – наименование агрегата (узла);
 $n_{i,j}$ – количество замен j -х агрегатов (узлов) i -й машины;
 S_i – средняя планируемая наработка машины i -й марки в плановом периоде;
 N_i – количество машин i -й марки в парке (таким образом, $S_i N_i$ – суммарная планируемая наработка всех машин i -й марки в плановом периоде);
 K_{opij} – коэффициент охвата ремонтом j -го агрегата машины i -й марки;
 v_i – поправочный коэффициент, учитывающий средний срок службы машин i -й марки в парке;
 β – зональный поправочный коэффициент.

Значение коэффициента охвата ремонтом может быть определено из следующего соотношения [10]

$$K_{opij} = \frac{1000 \sum r_{ij}}{\sum H_i} \quad (2)$$

где $\sum r_{ij}$ – суммарное число отказов j -х агрегатов машин i -й марки за год (или за время наблюдения);
 $\sum H_i$ – суммарная годовая наработка всех машин i -й марки (или их суммарная наработка за время наблюдения).

Примерные значения коэффициентов охвата ремонтом агрегатов (узлов) и поправочных коэффициентов приводятся в положениях об организации агрегатного ремонта [2, 6]. Как следует из изложенного, для определения номенклатуры и количества агрегатов (узлов), подлежащих замене и ремонту в плановом периоде, кроме значений указанных коэффициентов, необходимо знать количество обслуживаемых машин (каждой марки), средний срок их службы и планируемые наработки в тех же единицах, для которых выбраны коэффициенты охвата ремонтом. Например, используя формулы 1 и 2 определим количество агрегатов для замены отказавших элементов трактора МТЗ-82

$$n_{\text{МТЗ-82ДВ}} = \frac{1480 \times 9 \times 0,36 \times 1 \times 1,25}{1000} = 6 \text{ шт}$$

$$n_{\text{МТЗ-82КПП}} = \frac{1480 \times 7 \times 0,27 \times 1 \times 1,25}{1000} = 4 \text{ шт}$$

$$n_{\text{МТЗ-82форсунки}} = \frac{1480 \times 11 \times 0,42 \times 1 \times 1,25}{1000} = 9 \text{ компл}$$

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

$$n_{\text{MT3-82 ТНВД}} = \frac{1480 \times 7 \times 0,28 \times 1 \times 1,25}{1000} = 4 \text{ шт}$$

$$n_{\text{MT3-82 МП}} = \frac{1490 \times 39 \times 0,31 \times 1 \times 1,25}{1000} = 23 \text{ шт}$$

В соответствии с результатами произведенных расчетов определяется годовой грузооборот агрегатов и составляется план-график замены агрегатов и узлов, являющийся важнейшей частью плана материально-технического обеспечения обслуживаемого парка машин в плановом периоде [4, 8]. Распределение запасных агрегатов (узлов) на каждой конкретной машине производится, как указывалось, с учетом фактического состояния. Планирование технического обслуживания машин при агрегатном ремонте не претерпевает особых изменений.

Таблица 1 – Расчет годового грузооборота агрегатов тракторов

| Марка трактора | Наименование агрегата | Кол-во замен агрегатов в течение года, шт | Вес агрегата, т | Годовой грузооборот, т |
|----------------|-----------------------|---|-----------------|------------------------|
| 1 | 2 | 9 | 10 | |
| MT3-80 | Двигатель | 5 | 0,51 | 2,55 |
| | КПП | 13 | 0,19 | 2,47 |
| | Форсунки (комплект) | 40 | 0,005 | 0,005 |
| | ТНВД | 5 | 0,008 | 0,03 |
| MT3-82 | Двигатель | 6 | 0,69 | 4,14 |
| | КПП | 4 | 0,25 | 1,0 |
| | Форсунки (комплект) | 9 | 0,005 | 0,045 |
| | ТНВД | 4 | 0,01 | 0,04 |
| | Мост передний | 23 | 0,11 | 2,53 |
| MT3-1221 | Двигатель | 3 | 0,87 | 2,61 |
| | КПП | 3 | 0,30 | 0,9 |
| | Форсунки (комплект) | 8 | 0,008 | 0,064 |
| | ТНВД | 3 | 0,01 | 0,03 |
| Т-150К | Двигатель | 3 | 0,94 | 2,82 |
| | КПП | 3 | 0,60 | 1,8 |
| | Форсунки (комплект) | 8 | 0,005 | 0,04 |
| | ТНВД | 5 | 0,01 | 0,05 |
| | Мост ведущий | 2 | 0,55 | 1,1 |
| К-701 | Двигатель | 5 | 1,24 | 6,2 |
| | КПП | 5 | 1,1 | 5,5 |
| | Форсунки (комплект) | 13 | 0,07 | 0,91 |
| | ТНВД | 8 | 0,03 | 0,24 |
| | Мост ведущий | 3 | 0,65 | 1,95 |
| | | | | 37,024 |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

На склад хозяйства узлы и агрегаты поступают в виде ремонтного фонда (требующие ремонтных воздействий). Комиссия в составе инженера и сопровождающего ремфонд представителя отделения или инженера мастерской составляет акт приемки, в котором указывается: перечень, вышедших из строя, деталей, причины поломки, решение о ремонте или замене на новые или отремонтированные агрегаты.

Если требуемый агрегат на складе отсутствует и его мгновенная замена невозможна, то выполняется запрос в отдел снабжения ремонтного завода и открывается внутризаводской заказ-наряд на приобретение необходимого агрегата. Поступивший на склад ремонтный фонд доставляется транспортом обменного пункта на ремонтный завод [7, 8, 9]. Выдача узлов и агрегатов строго документирована. Для этого оформляется требование обязательной сдачи на склад вышедшего из строя агрегата в обмен на который выдается отремонтированный. Делается запись в карточке складского учета. В ней указывается весь перечень деталей и материалов, выданных по требованию инженера с обязательным разрешением руководителя, для проведения ремонта машин, как в хозяйствах, так и непосредственно на ремонтном предприятии [9].

Вывод. Потребность замены агрегатов и узлов фактически связана с числом их отказов и в определенный период времени не зависит от количества ранее поступивших требований. Количество замен агрегатов, определенное по приведенной методике не гарантирует оптимальность объемов, и носит поисковый характер.

Список литературы

1. Аллилуев, В.А.: Техническая эксплуатация МТП: Учебное издание /Аллилуев, В.А., Ананьин А.Д., Миклин В.М. – М./ «Агропромтиздат», 1991.-367с.
2. Ананьин, А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. заведений/А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов /Изд. центр «Академия», 2008. – 438с
3. Буклагин, Д.С. . Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. /Буклагин Д.С. Голубев И.Г., Рассказов М.Я./ – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.
4. Варнаков, В.В. Организация и технология технического сервиса машин: учебное пособие для ВУЗов/ В.В.Варнаков, В.В Стрельцов, В.Н Попов, В.Ф. Карпенков/ М.: Колос, 2007.- 277с.
5. Варнаков, В.В. Технический сервис машин с/х назначения/Варнаков В.В. Стрельцов В.В./ М: Колос, 2004г.
6. Гаджинский А.М. Логистические решения / А.М. Гаджинский/- М.: ТК Велби, 2013. – 122 с.
7. Каталог оборудования и оснастки ремонтных мастерских. М: ООО Экосервис», 2012
8. Курганов, В.М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров: учебно-практическое пособие: для студентов высших учебных заведений / В.М. Курганов/ – Москва: Книжный мир, 2015. – 512с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

9. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki> - 01.02.2022

10. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей ред. /В.М. Власова. М./ Издательский центр «Академия», 2003. – 480с

Сведения об авторах

Анищенко Александр Сергеевич – студент магистратуры 2 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89016690771).

Бураева Галина Михайловна – ассистент кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, 83952237431, lavaki2009@yandex.ru)

УДК 377.131.14

ПРОФИЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА В АГРАРНОМ КОЛЛЕДЖЕ

Белобородова В.Г., Бричагина А.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Агропромышленный комплекс нуждается в будущих специалистах не только с практическими навыками, но и творческим подходом к решению производственных задач. В данной статье рассматривается необходимость проведения олимпиады для студентов колледжа по профилю «Эксплуатация и ремонт с/х техники и оборудования». Освещены некоторые темы, касающиеся методики проведения олимпиады, кратко описаны конкурсные задания и определены задачи, решение которых приведёт к повышению степени усвоения студентами знаний профильных дисциплин, и будет способствовать развитию их творческого потенциала. Для проведения данной формы мероприятия предварительно должно быть разработано положение, в котором указаны задачи олимпиады, форма проведения, длительность выполнения заданий, система оценок, требования к составу команды и организационного комитета, разработана система оценок и награждения и т.д.

Ключевые слова: профильная олимпиада, креативное мышление, соревнование, сельскохозяйственные машины, творческий потенциал, колледж.

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед колледжами аграрного профиля является подготовка для сельского хозяйства квалифицированных специалистов, имеющих творческое мышление и оригинальный подход к будущей работе. В рамках реализации образовательного процесса этому способствует проведение занятий в форме соревнований, игр, конкурсов и т.д.

Одним из способов развития креативных способностей и проверки, усвоенных теоретических и практических знаний, является олимпиада. Олимпиада - это вид соревнований студентов в творческом применении знаний и умений по конкретному профилю или дисциплине, который проводится с целью дать толчок к интенсивному развитию личности в профессиональном направлении и позволяет выявить одаренную молодежь.[9].

Олимпиады подразделяются на предметные, профильные и по направлению подготовки. Предметные олимпиады проводятся по какой-либо определенной дисциплине. В них могут принимать участие студенты разных направлений подготовки, если они изучали данный предмет. Профильные олимпиады проводятся для студентов, обучающихся по конкретному профилю подготовки, так как задания являются узконаправленными и включают в себя темы специальных дисциплин.

Олимпиады по направлению подготовки являются универсальными, т.к. профили разных направлений существенно отличаются друг от друга. Поэтому следует учитывать специфику каждого направления подготовки, для создания равных условий студентам. [2,3]

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Для контроля знаний по дисциплинам сельскохозяйственного профиля целесообразно, на наш взгляд, применять профильные олимпиады.

Рассмотрим некоторые вопросы, касающиеся организации олимпиады по направлению «Эксплуатация и ремонт с/х техники и оборудования» на примере колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий Иркутского аграрного университета.

Данная олимпиада проводится среди студентов старших курсов после того как они изучили следующие дисциплины: эксплуатация сельскохозяйственной техники; основы агрономии; подготовка машин, механизмов, установок, приспособлений к работе, комплектование сборочных единиц; техническая механика; техническое обслуживание и диагностирование неисправностей сельскохозяйственных машин и механизмов. Олимпиаду целесообразно проводить перед выездом студентов на производственную практику в сельскохозяйственные предприятия региона.

Для проведения данной формы мероприятия предварительно должно быть разработано положение, в котором указываются задачи олимпиады, форма проведения, длительность выполнения заданий, система оценок, требования к составу команды и организационного комитета и т.д.[5,8,10]

Задачами олимпиады являются:

- выявление и развитие у участников творческих способностей;
- повышение интереса к освоению профессии;
- привлечение студентов к работе в команде;
- популяризация научных знаний среди студентов.

Олимпиада проводится в специализированных и заранее подготовленных аудиториях в очной форме. Мероприятие проходит в два этапа, каждый из которых необходимо выполнить в течение 90 минут. Группа студентов делится на команды. Количество человек в каждой команде не должно превышать 5. Максимальное количество баллов, которое команда может получить за выполнение первого задания – 20, за выполнение второго – 30. Команда может получить премиальные баллы, например, если она выполнила задание вперёд всех, то начисляется дополнительные 5 баллов.

На первом этапе студентам предоставляется типовая технологическая карта возделывания какой-либо сельскохозяйственных культуры с названием технологических операций, сроков их выполнения, предъявляемых агротехнических требований, объёма работ и т.д. [6]

Например, в технологической карте перечислены следующие операции возделывания зерновой культуры: лущение стерни, зяблевая вспашка, ранневесеннее боронование зяби, внесение минеральных удобрений, предпосевная культивация, протравливание семян, погрузка семян, посев, боронование посевов, опрыскивание растений ядохимикатами

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

(гербицидами и инсектицидами), уборка урожая, послеуборочная обработка зерна и т.д.

В этом задании студентам необходимо проанализировать технологическую карту, подобрать и правильно скомплектовать машинотракторные агрегаты из предложенных вариантов марок тракторов и сельскохозяйственных машин.

Например, в коробке имеются детали пазлов, на которых написано: Т-150К, ПЛН - 5-35, ГАЗ-53, Т-150, СЗП-3,6, ЮМЗ-6, ЗБЗТС-1 и т.д. (рисунок 1)



Рисунок 1 – Пазлы с марками сельскохозяйственных машин.

Студентам необходимо расшифровать марки машин и расположить их в порядке соответствующем технологической карте. Если техника подобрана правильно, то пазл сложится.

На втором этапе участникам предлагается собрать узел какой-либо сельскохозяйственной машины из сборочных единиц. Например, одна команда должна собрать корпус плуга из имеющихся в ящике деталей: стойки (1), башмака (2), лемеха (3), отвала (4), груди отвала (5), крыла (6) и пера (7) отвала, полевой доски (8), пятки полевой доски (9) и углоснима (10), представленных на рисунке 2. [5,7]

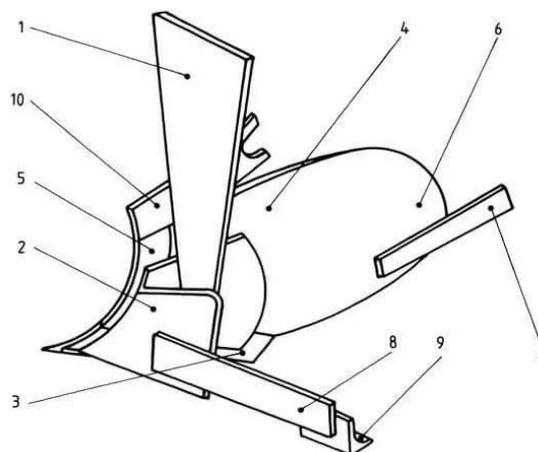


Рисунок 2 – Основной корпус плуга

Другая команда должна собрать секцию пропашного культиватора из следующих деталей: основной брус рамы(1); винтовая стяжка(2); транспортная цепь(3); задний кронштейн секции(4); стержень с боковым

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

держателем(5); задний держатель(6); односторонние лапы(7); стопорный болт(8); стрельчатая лапа(9); грядиль(10); копирующее колесо секции(11); планка тяги(12); передний кронштейн секции(14); скобы(15), представленных на рисунке 3.

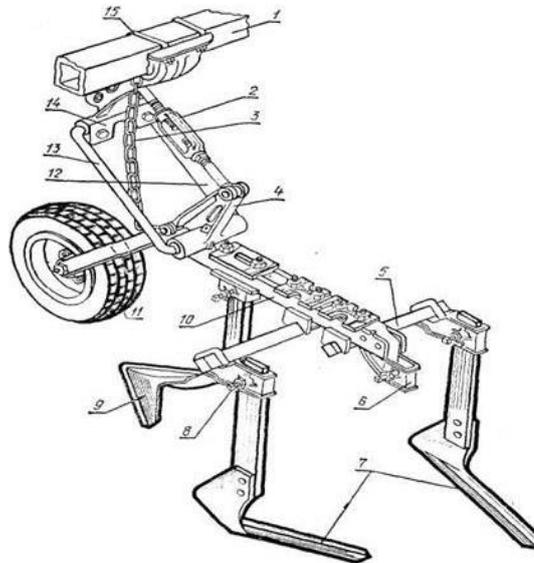


Рисунок 3 – Секция пропашного культиватора.

Узлы сельскохозяйственных орудий и машин необходимо собрать в соответствии с предъявляемыми техническими и агротехническими требованиями.[4]

Конкурсная комиссия оценивает правильность выполнения студентами заданий и подводит итоги с учетом набранных командами баллов. Победители олимпиады награждаются дипломами и ценными призами. Подгруппа, не занявшая призовое место, награждается сертификатом участника. [1]

Проведение профильной олимпиады будет способствовать развитию у учащихся колледжа умений находить нестандартные решения инженерных задач, учит не только самостоятельности, но и работе в команде.

Список литературы

1. Гоник И.Л. Студенческие олимпиады: проблемы и перспективы / И.Л Гоник, О.В Юрова, А.В Фетисов, О.К Чесноков // Высшее образование в России. - 2015. - № 5. - С. 119-124.
2. Зайцева И. Н. Участие в олимпиадах как эффективное средство профессиональной адаптации выпускников / С.С Токарева, Н.А Ярлыкова // Центральный научный вестник. - 2018. - Т. 3. - № 24(65). - С. 19-20.
3. Игнатьев В.П. Профильная олимпиада как средство закрепления теоретических знаний студентов на практике / В.П. Игнатьев, Д.К. Чахов, М.Ф. Макарова // Педагогика. Вопросы теории и практики. - 2019. - Т. 4. - № 3. - С. 78-82.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

4. *Кравченко В.А.* Транспорт в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / *В.А. Кравченко.* – Зерноград. - АЧГАА, 2003. - 320 с.

5. *Кудряшова С.К.* Студенческая олимпиада по педагогике как средство практико-ориентированной подготовки будущего педагога // Практико-ориентированная подготовка будущего учителя: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции (г. Саранск, 28-29 марта 2018 г.). Саранск: изд-во МГПУ. - 2018. - С. 53-56.

6. *Курочкин И.М.* Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур : учебное пособие для студентов дневного и заочного отделений специальностей "Механизация сельского хозяйства" и "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" / *И.М. Курочкин, Д.В. Доровских* // М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования. – Тамбов. – ТГТУ - 2011. – 94 с.

7. *Огородов А.Н.* Организация ремонта сельскохозяйственной техники в аграрных предприятиях: особенности, методы производства / *А.Н. Огородов, В.С. Зорков* // Молодежь и наука. - 2020. - № 3. - С. 24.

8. *Попов А.И.* Методологические основы и практические аспекты организации олимпиадного движения по учебным дисциплинам в вузе / *А.И. Попов, Н.П. Пучков.* - Тамбов: изд-во ГОУ ВПО ТГТУ. - 2010. - 212 с.

9. *Стародубец Е.Е.* Роль студенческих олимпиад в развитии высшего профессионального образования / *Е.Е. Стародубец, Т.П. Петрова, С.В. Борисевич* // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - № 16. - С. 342-346.

10. *Хабарова Л.П.* Дистанционные олимпиады как средство формирования исследовательской позиции студентов колледжа / *Л.П. Хабарова* // Гуманитарные науки и образование. - 2014. - № 3(19). - С. 75-79.

Сведения об авторах

Белобородова Виктория Геннадьевна – студентка инженерного факультета направления 44.03.04 «Профессиональное обучение» (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149410913, e-mail: vbeloborodova@gmail.com)

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500624935, e-mail: anabri8t@gmail.com)

УДК 621.431.7.031.3

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ОТКАЗЫ И НЕИСПРАВНОСТИ
ТУРБОКОМПРЕССОРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ
С ДВС IVECO CURSOR 9**

Вагудаев А.П., Лорай А.С., Осипов И.Н., Шистеев А.В.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

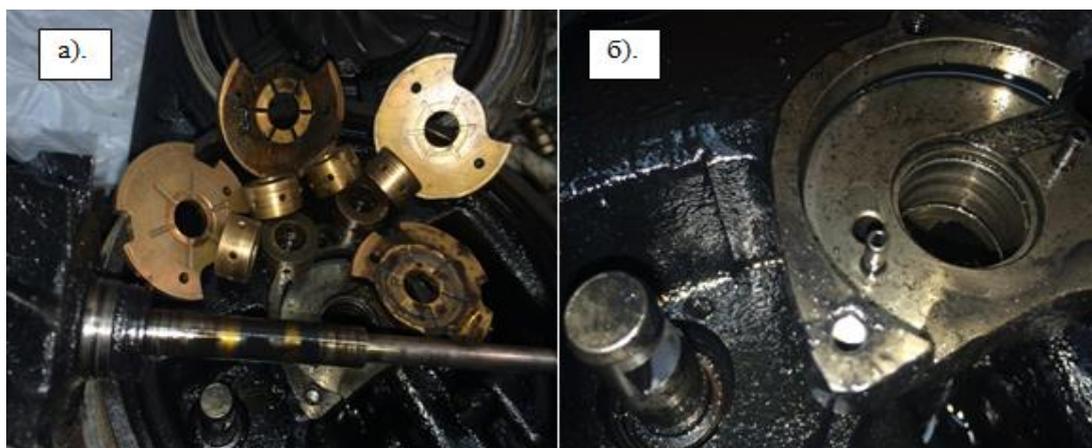
Данная статья содержит исследования технических отказов турбокомпрессоров семейства двигателей внутреннего сгорания (ДВС) Cursor, являющихся флагманской линейкой дизельных двигателей FPT (Fiat Powertrain Technologies), предназначенной для обеспечения высокой производительности энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов при выполнении высокоинтенсивных задач, что гарантирует снижение эксплуатационных расходов и непрерывность производственного потока предприятий [1, 2]. Разработанные для самых тяжелых условий эксплуатации, семейство двигателей Cursor обеспечивает надежную конструкцию для выполнения высокоинтенсивных задач в широком диапазоне применения в сельском хозяйстве и строительстве от 210 до 570 кВт. Технология рециркуляции отработавших газов (EGR) и эксклюзивные запатентованные решения для послепродажного обслуживания HI-eSCR2, отвечающим требованиям стандарта Stage 5, представляют собой правильный выбор с точки зрения топливной экономичности, низких эксплуатационных расходов и максимальной надежности.

Ключевые слова: дизельный двигатель, турбокомпрессор, система впрыска, КПД сгорания.

Введение. Наблюдения за эксплуатационными показателями иностранных тракторов модели New Holland T9 показали, что основной причиной снижения производительности, оснащенных двигателями серии Cursor является неправильная работа и последующий выход из строя турбокомпрессора, в связи с чем, может наблюдаться повышенный расход топлива, который может достигать 35 – 40 литров на 100 м-часов [3, 4].

Таким образом, трактор теряет значительную часть выдаваемой мощности, становится невозможным выполнение большинства технологически важных производственных процессов, потому что применение данного типа двигателей предусматривает снижение общей многозаходности операций при обработке почвы, прикатывании, культивировании полей и т.д.

Материалы и обсуждение. Дефекты турбокомпрессора часто возникают из-за наличия образовавшихся отложений на стенках масляных магистралей в результате применения низкокачественных масел, а также использования масел и фильтров сверх положенной нормы эксплуатации, что препятствует нормальной работе и засоряет фильтрующие элементы двигателя [5]. Всё это влияет в первую очередь на износ всех подшипников, уплотнительных колец и ротора (вала) турбокомпрессора (Рисунок 1).



а). дефектовка компрессора б). наличие отложений на стенках масляных магистралей

Рисунок 1 – Турбокомпрессор Iveco Cursor 9

Кроме этого, анализ отчетов сервисных инженеров о проводимых ремонтах в специализированной дилерской цифровой оболочке Assist, показывает, что наиболее часто встречающаяся поломка – это частичный или полный отрыв кольца геометрии вследствие износа [6]. В свою очередь износ часто вызывают присадки, добавляющиеся в топливо (Рисунок 2).



Рисунок 2 - Частичный или полный отрыв кольца геометрии турбины вследствие износа

Частичный (неполный отрыв) кольца геометрии в большинстве случаев повреждает (истирает) колесо турбины (газовую лопасть – вал турбокомпрессора). Отрыв кольца геометрии зачастую сопровождается сильным повреждением всего механизма – самого дорого узла турбины, сильным повреждением или поломкой колеса турбины, а также в некоторых случаях заклиниванием штока клапана управления геометрией.

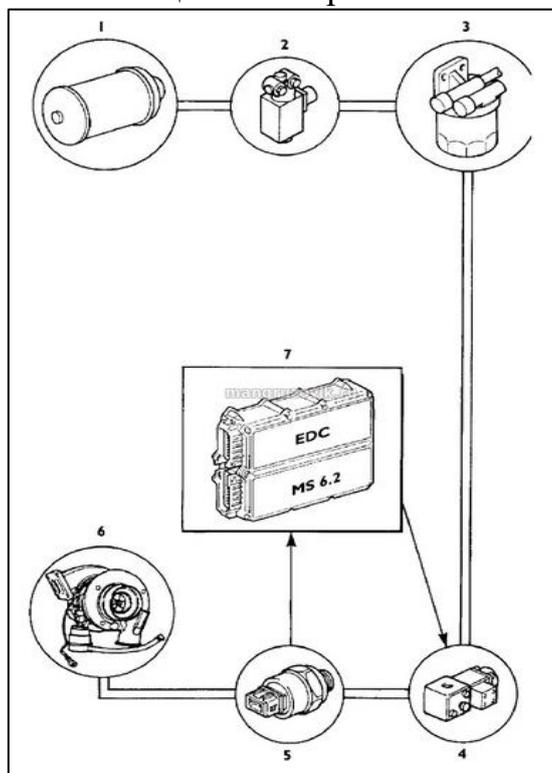
С технической стороны такие поломки могут возникать по следующим причинам:

1. При отрыве кольца геометрии отламываются части кольца и путем попадания в механизм при больших оборотах двигателя ломают почти все внутренние детали турбокомпрессора.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

2. Попадание в систему отработавших газов продуктов разрушения и износа двигателя и соответственно нарушение общей геометрии узла, поломка ротора (вала) турбокомпрессора и повреждение корпуса подшипников.

3. Не полный наддув турбины – это износ и нерабочее состояние клапана управления механизмом изменяемой геометрии. Здесь необходимо обратить внимание на состояние воздушного фильтрующего элемента турбины, который очищает воздух, поступающий под давлением в камеру клапана управления геометрией, строго соблюдать периодичность его замены. От чистоты воздуха, подаваемого на клапан, зависит его срок службы и сроки последующего ремонта или, что намного дороже, его замена. При этом сам клапан может и не подлежать ремонту, в том случае, когда есть выработка в его цилиндре от грязи, превышающая 0,15 – 0,20 сотых, в данном случае требуется только его замена. Полная неисправность клапана также может выражаться, при движении трактора [7, 8]: двигатель работает нестабильно, при нажатии педали газа с одинаковым усилием. В паре с клапаном, проводится дефектовка износа штока управления геометрией (коромысло), на который вставляется сам клапан и фиксируется замком, после чего ставится защитный экран и маслёнка (Рисунок 3).



1 – ресивер; 2 – отсечной электроклапан; 3 – воздушный фильтр; 4 – электроклапан турбокомпрессора; 5 – датчик положения устройства изменения проходного сечения турбокомпрессора; 6 – устройство изменения проходного сечения турбокомпрессора; 7 – электронный блок управления двигателем EDC.

Рисунок 3 – Схема управления турбокомпрессором с изменяемой геометрией (VGT) Iveco Cursor 9

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

5. Попадание посторонних предметов, например, таких, как грязный воздух или попадание камней, которые попадают из под колес при движении трактора, в корпус турбокомпрессора (воздушную улитку) через повреждённый воздухопровод или воздушный фильтр – повреждение или поломка воздушной лопасти, бывает с изгибом или поломкой ротора (вала) компрессора и выходом из строя полностью всего узла. Грязный воздух, проходя через воздушную лопасть, повреждает её, дальше, через интеркулер, попадает в поршневую группу, что может привести к приближению срока капитального ремонта [9].

6. Повреждение или поломка колеса турбины (газовой лопасти) из-за ударов по лопастям продуктов разрушения двигателя, например, часть клапана, седла или направляющей клапана. Почти всегда такая неисправность двигателя на работе двигателя практически не сказывается, очень сложно диагностируется визуально (без разбора).

Данная неисправность представляет опасность для двигателя, её определение и устранение зависит исключительно от профессионализма специалиста по ремонту двигателя внутреннего сгорания. Не исключена повторная поломка новой или восстановленной турбины, сразу же, или через некоторой период времени. Часто сопровождается выходом из строя полностью всего турбокомпрессора. Наблюдения показывают, что турбина может работать и вал с лопастями крутится, только расход топлива был значительно увеличен (до 35 – 38 л/100 м-часов). Турбина ещё может некоторое время работать с повреждённым валом и всей геометрией, поскольку она уже не выходит ни на максимальные, ни на средние обороты, а поломка от дисбаланса происходит в основном на оборотах больше средних и максимальных (Рисунок 4).



Рисунок 4 - износ штока управления геометрией

7. Износ корпуса компрессора (воздушной улитки) в месте крепления на интеркулер (охладитель). От вибрации двигателя хомут, зачастую не

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

дожатый, разбивает посадочную поверхность под хомутом, а нарушение герметичности приводит к потере мощности двигателя, что сопровождается течью масла в месте износа. Поэтому присутствие резинового уплотнения в месте крепления на интеркулер обязательно (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Износ корпуса компрессора (воздушной улитки) в месте крепления на интеркулер

Выводы. Подводя итог вышеизложенной информации можно сделать вывод, что сельскохозяйственная техника на сегодняшний день несет на себе тяжелые нагрузки и требует большой мощности от двигателя, которую в свою роль обеспечивает турбокомпрессор. Соответственно, турбина требует к себе повышенного внимания и своевременного обслуживания, балансировки турбокомпрессора и регулировки механизма изменяемой геометрии.

Ремонтные воздействия в виде качественной балансировки ротора с колесом компрессора, а также замена всех подшипников, являются недостаточными. Техническая ошибка в пределах 10 мкм при регулировке геометрии неизбежно влечёт за собой перерасход топлива и приводит к тому, что экономия на качестве и затратах при ремонте турбины, могут повлечь более серьезные затраты на повторный ремонт или на перерасход топлива трактора.

Список литературы

1. *Баженов С.П.* Основы эксплуатации автомобилей и тракторов. Учебное пособие / *С.П. Баженов, Б.Н. Казьмин, С.В. Носов.* – М.: Академия, 2014. – 384 с.
2. *Бураев М.К.* Производственно-техническая эксплуатация тракторного парка Байкальского региона: монография. / *М.К. Бураев, М.В. Охотин.* – Иркутск: ИрГСХА, 2013. – 219 с.
3. Дизельные двигатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.directindustry.com.ru/proizvoditel-promyshlennyj/dizel-nyj-dvigatel-211773.html>
4. *Кутьков Г.М.* Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства / *Г.М. Кутьков* // М.: Колос, 2004. – 504с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

5. *Немцев А.Е.* Обеспечение работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда: Автореф. дис. д-ра. техн. наук: 05.20.03 / *А.Е. Немцев.* – Новосибирск, 1998. – 44 с.

6. Ремонт турбокомпрессора и её составляющих частей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://turbo-lider.com/remont-turbin/prichinyi-polomki-turbin-iveko-i-stoimost-remonta>.

7. Техническое диагностирование и прогнозирование работоспособности тракторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/tekhnicheskoe-diagnostirovanie-i-prognozirovanie-rabotosposobnosti-traktorov>

8. *Шистеев А.В.* Резервы системы обслуживания импортной сельскохозяйственной техники / *Шистеев А.В., Бураев М.К.* Вестник Алтайского государственного университета. – 2015. - № 6 (128). – С. 120-123.

9. *Шуханов С.Н.* Надежность работы машинно-тракторного агрегата / *С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, П.А. Болоев* // Инженерные технологии и системы. – 2020. – Т.30. - № 1. С. 8-20.

Сведения об авторах

Лорай Александр Сергеевич - студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел: 89526131126, e-mail: aliekstrand.lorai@mail.ru).

Вагудаев Алексей Павлович - студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел: 89836918347, e-mail: vagudaev.alexsei@gmail.com).

Осипов Илья Николаевич - студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел: 89149531371, e-mail: g.bugeavuge@gmail.com).

Шистеев Алексей Валерьевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел: 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

УДК 621.431.7.031.3

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Гаев И.Д., Паньков Д.Д., Шистеев А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Ультразвуковая очистка позволяет полностью избавиться от традиционно используемых отмывочных жидкостей, таких как спирт, бензин, нефтяные углеводородные смеси путем замены их на водные растворы технических моющих средств (ТМС), которые содержат поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Основные преимущества ультразвуковой мойки и очистки перед всеми известными методами удаления загрязнений следующие: быстрота и высокое качество очистки, механизация трудоёмких ручных операций, исключение дорогостоящих токсичных и взрывоопасных растворителей и замена их более приемлемыми щелочными растворами, обработка изделий сложной конфигурации, возможность в ряде случаев удалять загрязнения, не поддающиеся удалению другими методами.

Ключевые слова: Ультразвук, очистка, кавитация, загрязнение деталей машин.

Введение. При определенных условиях распространения ультразвуковых колебаний в жидкой среде происходят чередующиеся сжатия и растяжения с частотой проходящих колебаний. В момент растяжения в капельной жидкости образуются полости, заполненные газом, паром или их смесью (так называемые кавитационные пузырьки). В момент сжатия пузырьки захлопываются, в результате чего возникают ударные волны с большой амплитудой давления. Эти механические усилия и являются причиной разрушительного действия ультразвука. Энергия схлопывания пузырьков, усиленная ультразвуковыми волнами, позволяет разрушать все известные материалы. Температура внутри кавитационных пузырьков может достигать до 1500 C^0 при давлении от 20 Мпа до 150 Мпа [1, 4].

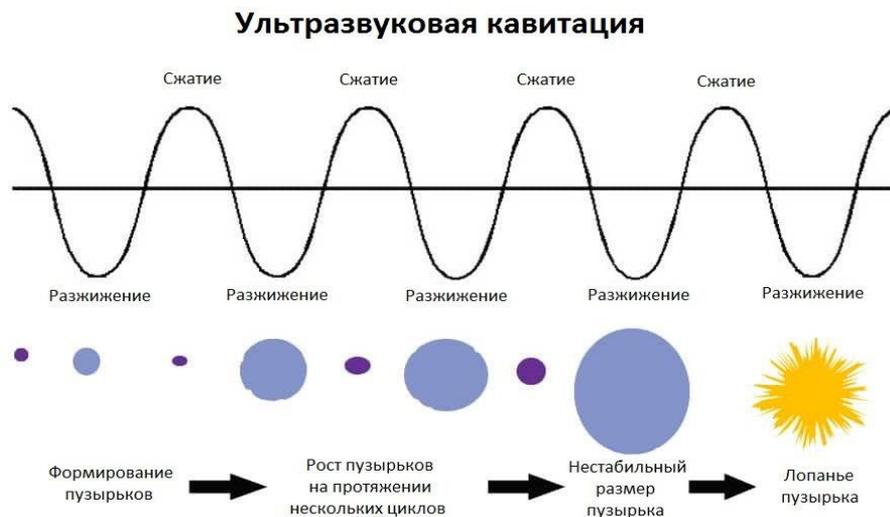


Рисунок 1 – Эффект ультразвуковой кавитации

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Материалы и обсуждение. С помощью ультразвукового оборудования обеспечивается удаление следующих видов загрязнений:

1. Загрязнения в виде твердых и жидких пленок. Различные масла, жиры (растительные, минеральные и животные), углеводороды, мазут, мыла, жирные кислоты; полировальные, притирочные пасты и шлифовальные составы, обычно состоящие из пригоревших жиров, мыла, воска, с примесью механических загрязнений.

2. Загрязнения в виде твердых осадков, находящихся на поверхности изделий, материалов и деталей. Механические загрязнения – твердые частички металла, металлическая стружка, частички абразива, волокна, пыль. Нагар – твердый осадок, состоящий из кокса, золы, смолы, сажи и других продуктов сгорания топлива. Пигменты – мел, тальк, сера, цемент, графит, а также твердые осадки – накипь, флюсы (водонерастворимые неорганические соединения). Их отличительная особенность – инертность к растворителям, при затвердевании образуют трудно отделимую корочку. Водорастворимые или частично растворимые полярные органические и неорганические соединения - сахар, крахмал, белок, кровь, неорганические соли.

3. Загрязнения в виде продуктов коррозии. Ржавчина – образуется на железе при наличии влаги, солей и кислорода воздуха. Ввиду рыхлости не изолирует металл от дальнейшего разрушения. Окалина – окисленная поверхность железа, образующаяся в результате термообработки. Окалина твердо связана с поверхностью металла и частично изолирует его от дальнейшего разрушения. Шлам – вторичные продукты, образующиеся после травления прокорродировавшего металла. (Следует отметить, что потеря от коррозии составляет 2 % от общего тоннажа потребляемого металла). Окисная пленка на меди, алюминии и серебре.

4. Предохраняющие, консервирующие и защитные покрытия. Защитные эмали, смазочные масла, наклеечные смолы. (Возврат деталей после очистки при применении ультразвука должен уменьшиться до 15 % вместо 50-60 % из-за наличия царапин) [2, 3].

Обзор аналогов. Применение специализированного оборудования при проведении технических обслуживаний и ремонтов, значительно ускоряет данные процессы восстановления работоспособности трактора или автомобиля. При разработке предлагаемой конструкции был проведен анализ существующих и применяемых в технической отрасли ультразвуковых приборов для очистки деталей машин и механизмов. При этом наиболее подходящей для ремонта по объему и габаритам деталей подвергаемых очистке (головка блока цилиндров, блок, топливные рампы с форсунками, элементы коробок переменных передач и т.д.) выбрана установка Град 220-35 ВГ (Рисунок 2).

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК



Рисунок 2 – Ультразвуковая ванна Град 220-35 ВГ

Ультразвуковая ванна с выносным генератором Град 220–35 предназначена для ультразвуковой очистки изделий от загрязнений: жиров, масел, полировальных паст и других технологических загрязнений, производит очистку труднодоступных мест узлов со сложной конфигурацией.

Объем ванны составляет 22 литра, установка времени обработки 1 – 99 минут с возможностью непрерывной работы, термостат, регулирующий температуру жидкости в пределах 20 – 80 С⁰. [5, 6]

Цена такого изделия начинается от 108,6 тыс. рублей, что конечно останавливает хозяйства от таких вложений, поскольку современное производство требует самого внимательного отношения к финансам и выбор оборудования должен быть самым рациональным и надежным. Кроме этого, при использовании данного изделия в целях ремонта машин – гарантия на него, сохраняться не будет, а сервисное обслуживание в случае поломок также стоит не дешево и возможно только в сертифицированных центрах [7, 8].

Изучение вопроса показало, что оптимальным является решение о разработке ультразвуковой ванны собственной конструкции, при этом стоимость затрат на изготовление должна быть значительно ниже. Также имеет смысл использовать генератор высокой частоты на основе регулируемого транзистора и ферритовой катушки совместно с ультразвуковыми излучателями, включенными в цепь параллельно друг другу. Емкость изготовить из нержавеющей стали, для сварки использовать полуавтоматическую сварку в среде аргона. Панель управления любого типа, либо система смонтированных в цепь выключателей и ручное управление.

Разработка изделия индивидуальной конструкции поможет получить следующие преимущества:

- Возможна установка встроенного нагревательного элемента.
- Наличие 6-ти излучателей на дне ванны, преобразующих

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

подводимую от генератора электроэнергии ультразвуковой частоты в механические колебания дна и стенок ванны и кавитацию в моющем растворе.

- Наличие сливного крана дренажа отработанного моющего раствора для удобства обслуживающего персонала.

- Быстрая и эффективная очистка изделий.

- Предотвращение повреждения деталей и изделий, увеличение срока их службы.

- Отсутствие тактильного контакта рук персонала с обрабатываемым инструментом.

- Улучшение качества очистки изделий сложной конфигурации.

- Исключение необходимости предварительного замачивания.

- Наличие корзины для инструмента

Конструкция ультразвуковой установки. Общая конструкция ультразвуковой ванны показана на рисунке 3.

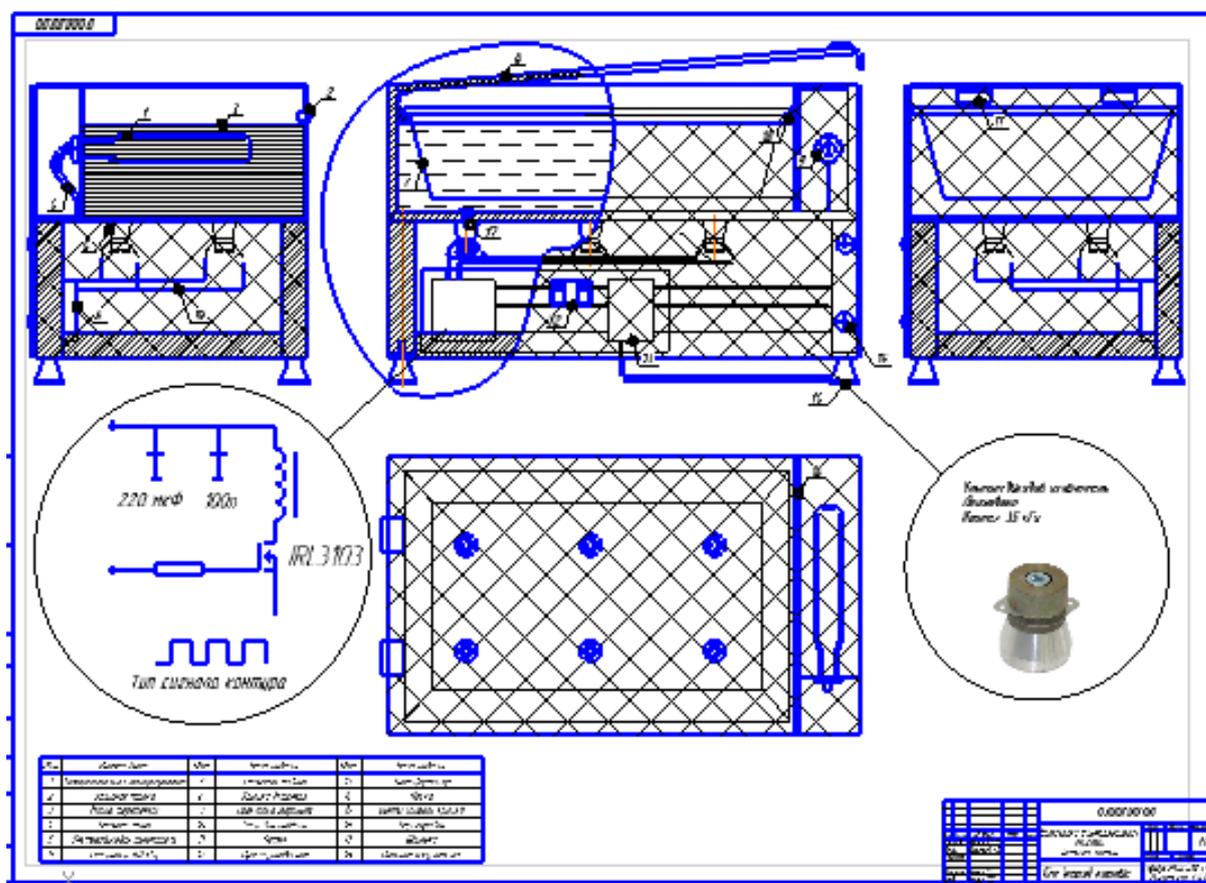


Рисунок 3. – Ультразвуковая ванна для очистки деталей

Общий принцип работы устройства заключается в том, что на контакты каждого ультразвукового преобразователя 5 необходимо подать сигнал в виде прямоугольной волны достаточно высокой частоты – в районе 40 кГц. Такой сигнал можно получить путем использования в схеме

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

генератора импульсов ферритового стержня. Его легко найти, например, в конструкции старого радиоприемника. Катушка изготавливается из куска феррита длиной $L=80$ мм, должна содержать 90 витков медного провода 0,75 мм.

Магнитострекционные свойства феррита – сжиматься и разжиматься под воздействием тока, создавая сигнал, который будет иметь частоту около 35-40 кГц.

Далее сигнал, поступая на пьезоэлектрические преобразователи-излучатели, будет передаваться жидкости, которая будет находиться в емкости установки. Действие ультразвуковых волн на жидкость будет вызывать периодическое отдаление и приближение молекул жидкости друг от друга. При этом происходит выделение пара внутрь частицы жидкости и возникает эффект кавитации, схлопывания пузырьков жидкости, брызги которых под давлением смывают загрязнения и отложения, нагар с детали, находящейся в обработке.

Для возможного подогрева чистящей жидкости, что будет также положительно сказываться на интенсивности работы установки, предусмотрено использование электрического тэна с терморегулятором номинальной мощностью 2 кВт, находящегося в масляной среде.

При использовании дистиллированной воды и щелочных растворов для очистки деталей, оптимальная температура раствора составляет 50 – 55 $^{\circ}\text{C}$.

Все детали емкости ультразвуковой установки выполняются из нержавеющей стали, нижняя часть и ножки из стали 3, установка должна быть закрыта пластиковыми крышками во избежание ударов электрическим током, верхняя крышка на петлях, чтобы закрывать чашу во время работы.

Выводы. Как видно, ультразвуковая чистка деталей двигателя является не просто альтернативой привычным способам очистки, но и более рациональным и эффективным решением - поскольку, во время ремонта двигателя внутреннего сгорания важно очистить узкие каналы и труднодоступные элементы от загрязнений и отложений.

Данный подход позволяет в дальнейшем добиться максимальной эффективности от всех систем двигателя. Другими словами, качественная очистка деталей в рамках ремонта означает стабильность работы двигателя на разных режимах, а также общее увеличение моторесурса отремонтированной силовой установки.

Список литературы

1. *Аносова А.И.* Проблемы агротехсервиса в условиях Иркутской области / *Аносова А.И., Бураев М.К., Шистеев А.В., Бураева Г.М., Тронц А.С.* В книге: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы X международной научно-практической конференции. Молодежный. 2021. с.65-66.

2. *Бураев М.К.* Резервы системы обслуживания импортной сельскохозяйственной техники / *Бураев М.К., Шистеев А.В.* Вестник Алтайского государственного аграрного

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

университета. 2015. № 6 (128). с.120-123.

3. *Викторов И.А.* Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике. Издательство «Наука», Москва, 1966. 198с.

4. Ультразвуковая мойка и очистка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lebrary.espec.ws>. – 25.01.2022

5. Ультразвуковая ванна Град [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gradtex.com>. – 25.01.2022

6. *Шистеев А.В.* Повышение ремонтной технологичности сельскохозяйственных тракторов применением сменно-обменных элементов / Шистеев А.В., Бураев М.К. Экологическая безопасность и перспективы развития аграрного производства Евразии. Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию ИРГСХА. 2013. С. 65-68.

7. *Шутилов В.А.* Основы физики ультразвука. Изд-во: Ленинградский технологический университет. 1980. 217с.

8. *Buraev M.* Strategy of service and maintainability of machines / *Buraev M., Tronts A., Shisteev A., Buraeva G., Anosova A.* Robotics, Machinery and Engineering Technology for Precision Agriculture. Proceedings of XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021". "Smart Innovation, Systems and Technologies" Singapore, 2021. pp. 21-27.

Сведения об авторах

Гаев Илья Дмитриевич – студент 4 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89834146721, e-mail: baron3000@mail.ru).

Паньков Дмитрий Демьянович – студент 4 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89911149192, e-mail: p.d.volvo499@mail.ru).

Шистеев Алексей Валерьевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общинженерные дисциплины». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел: 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

УДК 631.356.4:658.562

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОНСТРУКЦИЙ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Горбунова Е.Д., Кузнецова К.В., Кузьмин А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье проанализированы процессы повреждения клубней при уборке картофеля и рассмотрен анализ рабочих органов картофелеуборочных копателей. Наиболее выгодно внедрять более комплексный подход к проблеме снижения механических повреждений клубней. То есть выращивать картофель в наиболее благоприятных условиях произрастания и внедрять наиболее подходящие сорта картофеля (то есть получая гораздо большие урожаи), кроме того используя наиболее подходящий комплекс машин. Параллельно, конечно не прекращая, разрабатывать все более новые конструкции рабочих органов, внедряя при этом все более перспективные материалы, например, композиционные. В настоящее время выявились определенные тенденции развития конструкции сепарирующих рабочих органов (как наиболее повреждающих): это, прежде всего прутковые элеваторы, а затем роторные сепарирующие органы. Первые наиболее эффективны при работе на легких песчаных почвах, а вторые – в условиях более тяжелых суглинистых почв.

Ключевые слова: анализ, рабочие органы, механические повреждения, клубни картофеля, уборка машинами, конструкция машины.

В настоящее время уровень развития картофелеводства достаточно высокий. Особенно это касается уровня развития механизации производственных процессов, в частности такого важнейшего технологического процесса, как уборка картофеля. Для выращивания картофеля используются многие базовые технологии: заворовская, грядово-ленточная, широкорядная, гриммовская, голландская.

Заворовская технология представляет собой предварительную нарезку гребней (весной или осенью) для создания рыхлой структуры с целью создания оптимальных условий для развития картофеля и возможности уборки урожая комбайнами. Следует подчеркнуть, что гребневая посадка позволяет рыхлить почву и уничтожать сорняки междурядными обработками задолго до появления всходов картофеля. Осенняя нарезка повышает размерзаниеи рыхлой почвы, поэтому ее используют в Центрально-Черноземном регионе для производства раннего картофеля. Весенняя нарезка применяется на богатых влагой участках на суглинистых, дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Абсолютным недостатком этого является то, что в процессе ухода почва в междурядьях часто уплотняется колесами, что приводит к повреждению роста клубней и образованию комков, что значительно усложняет сбор урожая комбайном.

Грядово-ленточная технология употребляется в засушливых (Краснодарский край и др.) и заболоченные (восточные) районы. Объемная гряда накапливает влагу в засушливый сезон, а при сильных дождях сливает воду в борозды. Это позволяет повысить урожайность товарного картофеля

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

на 10-30% выше по сравнению с заворовской. Посадка картофеля осуществляется картофелесажалкой КМС-3А, который производит посадку, а уборка урожая осуществляется переоборудованным зерноуборочным комбайном КПК-2-01. В то же время следует отметить, что при уборке урожая комбайнами, в сепаратор уходит почвы на 30-40% меньше, чем при гребневой посадке.

Широкорядный способ наиболее эффективен на тяжелых суглинках, особенно в условиях недостаточной или повышенной влажности. Центральные нечерноземные зоны России бывают засушливыми с температурой 30 градусов, так же с повышенной влажностью в связи с этим картофель вымокает. Высокая и широкая гряда меньше склонна влиянию окружающей среды, чем гребни, следовательно в этих условиях желательно сажать картофель в диапазоне до 30 см высотой на гряде, с междурядьями 90 см. В жару, при посадке, влага лучше сохраняется, и почва нагревается меньше, а при высокой влажности, наоборот, увлажнения гряды проходит более интенсивно. В то же время слои почвы, расположенные ниже клубней, не удаляются и не затопляются при сильных дождях. В супесчаной земле данная технология предусматривает применение картофелеуборочных комбайнов с пассивными рабочими органами, в суглинистой земле - с активными рабочими органами.

Гриммовская технология, используется на тяжелой, неровной земле. Наличие значительного количества камней в почве снижает товарность выращиваемой продукции, исключает механизированную уборку картофеля из-за нескольких потерь клубней и значительных затрат на переобразование картофельного вороха. В следствии этого в этих условиях доступна культура картофеля с предварительным отделением слоя почвы, в который помещаются клубни картофеля. Характерной особенностью этого является то, что весной перед посадкой специальная машина - камнеудалитель убирает камни и комки, укладывая их в заранее подготовленные борозды. Затем картофель высаживают с помощью двухрядной посадки и очищают с помощью двухрядного комбайна. Однако после посадки картофеля любые операции по обработке почвы полностью исключаются, чтобы избежать удаления камней из междурядий в зону клубней.

Голландская технология используется на средних и тяжелых суглинистых почвах. Особенностью технологии является то, что весной производится непрерывное фрезерование почвы на глубину 12 ... 14 см выполняется с помощью вертикального фрезерного культиватора. Затем высаживается картофель, и через 12-15 дней формирование большого объема грядок осуществляется горизонтальным фрезерным культиватором. При этом четырехрядная фрезерная гребнеобразователем образуется трапециевидный гребень с нормами: глубина 23-25 см, ширина у основания 75 см, в верхней части 15-17 см. Верхний слой почвы на вершине и по бокам гребня уплотняется и разглаживается оболочкой гребнеобразователя, в

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

конечном итоге формируется устойчивая поверхностная гербицидная пленка. Объем почвы в гребне позволяет поддерживать оптимальные запасы влаги в течение длительного времени, даже в засушливые периоды, в то же время высота и форма гребня могут предотвратить избыток влаги при переувлажнении. Для борьбы с сорняками повторные проходы с системой гребнеобразователя возможны даже на растениях высотой до 20 см.

Промышленное производство картофеля предполагают использование картофелеуборочных комбайнов. Картофелеуборочные машины состоят из копателей и комбайнов.

Уборка картофеля заключается в том, что комбайны выкапывают почву, отделяют клубни от ботвы почвы и примесей, чтобы собрать чистые клубни в бункер. Этот способ менее трудоемкий: в одном работают от 2 до 6 человек (тракторист, комбайнер, 4 переборщика). Переборщики очищают клубни от примесей почвы, растительных остатков и ботвы. Производство первых отечественных картофелеуборочных комбайнов КОК-2, ККР-2 появились в 1954 году.

Комбайн КОК-2, произведённый НИИКХ (научно-исследовательский институт картофельного хозяйства) под руководством

А. Ф. Чиркунова, содержит в себе основные рабочие органы: лемех (острый наконечник плуга), крючковый прутковый элеватор, прибор удаляющий ботву, состоящий из горки, вентилятора и валика, бункера, из которого клубни собираются в корзины и переборочного транспортера.

Комбайн ККР-2 (двухрядный картофелеуборочный), созданный ГСКБ (Главное специализированное конструкторское бюро) для машин по возделыванию и уборке картофеля (Рязань), в отличие от КОК-2 и у него были также 2 прутковых элеватора, балон металлический над элеватором основным, пневматический барабан над каскадным элеватором и измененным устройством для удаления ботвы.

В те же годы были созданы зерноуборочные комбайны элеваторного типа ККР-2, КВР-2.

ККР-2 – это советский прицепной двухрядный картофелеуборочный комбайн, созданный при участии ВИСХОМа (всесоюзный институт сельскохозяйственного машиностроения) и производившийся в 1954-1956 годах на Тульском комбайновом заводе. Агрегатируется с трактором ДТ-54.

В 1955 году ВИСХОМ начал работу над созданием нового зерноуборочного комбайна КГП-2 (советский полунавесной двухрядный картофелеуборочный комбайн).

Вместе с этим объединенная конструкторская группа ВИСХОМ, ГСКБ (Рязань) и Тульский комбайновый завод в 1956 году создали платформу элеваторного типа К-2, которая впоследствии улучшает марку К-3.

Из комбайнов К-3 и КГП-2 в 1962 – 1965 годах, ВИСХОМ вместе с ГСКБ изготовили ККУ2 «Дружба» (унифицированные картофелеуборочные

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

комбайны), базовую модель элеваторного типа и модификацию грохотного класса.

В 1975 году на комбайне ККУ-2А (советский полунавесной картофелеуборочный комбайн элеваторного типа, созданный на базе комбайнов КПП-2 и К-3 и производящийся на «Рязсельмаше» с 1960-х годов). Вскоре выпустили модернизированную версию ККУ-2, отличающийся от предыдущей модели: активными (колеблющимися) лемехами, наличием второго элеватора вместо грохота, экрана для уменьшения повреждения клубней при выгрузке их в бункер и пальчатой скользящей поверхностью.

В наше время при уборке картофеля в России используются двухрядные картофелекопатели КТН-2В (навесной двухрядный предназначен для выкапывания картофеля, частичного отделения клубней от почвы и укладки их на поверхность поля для дальнейшей подборки), КСТ-1,4 (он необходим для выкапывания 2-х рядов картофеля, посаженного с междурядьями 0,7 м на тяжелых суглинках и влажных торфяниках). Необходимо подчеркнуть, что картофелекопатели, как упоминалось выше, работают надлежащим образом при легком грунте, а при тяжелом они дают низкое отделение почвы и большой процент клубней, покрытых почвой.

Конечно, на современном этапе развития науки и техники можно было бы механизировать и автоматизировать данный процесс. Но, однако, как оказалось все не так просто, все ограничивает сам объект технологического процесса – клубень картофеля, он как объект живой природы, ограничивает уровень механизации и автоматизации таким явлением, как повреждаемость живой ткани – повреждаемость кожуры и мякоти клубня. Изучением процессов повреждаемости клубней при разных технологических производственных процессах картофелеводства занимались очень многие ученые [1,2,3,5,6,7,8,9,10], которые установили основные факторы, влияющие на повреждаемость клубней: это, прежде, всего почвенно-климатические условия произрастания (влажность и температура), но и даже сортовые отличия картофеля, а также такие важные параметры – как рабочие скорости рабочих органов, сама конструкция машины и материал покрытия рабочих органов.

В настоящее время выявились определенные тенденции развития конструкции сепарирующих рабочих органов (как наиболее повреждающих): это, прежде всего прутковые элеваторы, а затем роторные сепарирующие органы. Первые наиболее эффективны при работе на легких песчаных почвах, а вторые – в условиях более тяжелых суглинистых почв.

На наш взгляд наиболее выгодно было бы внедрять более комплексный подход к проблеме снижения механических повреждений клубней. То есть выращивать картофель в наиболее благоприятных условиях произрастания и внедрять наиболее подходящие сорта картофеля (то есть получая гораздо большие урожаи) [4], кроме того используя наиболее

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

подходящий комплекс машин. Параллельно, конечно не прекращая, разрабатывать все более новые конструкции рабочих органов, внедряя при этом все более перспективные материалы, например, композиционные.

Выводы. Таким образом, анализ технологий и конструкций картофелеуборочных машин показывает, что сбор урожая картофеля в стране по-прежнему является трудоемким процессом, поэтому уровень производства картофеля, который необходимо получить, недостаточен, особенно при уборке картофеля и послеуборочной обработке. Необходимо повысить эффективность этого процесса, дополнительно усовершенствуя картофелеуборочные комбайны и картофелекопательные машины.

Список литературы

1. *Белевич П.К.* К анализу способов разрушения почвенных комков и пласта картофельной грядки / П.К. Белевич // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. - М., 1966.
2. *Безрукий Л.П.* Исследование процесса разрушения почвенных комков и повреждаемости клубней на рабочих органах картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / Л.П. Безрукий. – Минск, 1962.
3. *Бжезовская А.И.* Исследование сопротивления клубней картофеля механическим повреждениям, вызываемым динамическими нагрузками: Дис. ... канд. техн. наук / А.И. Бжезовская. - Минск, 1970.
4. *Большешапова, Н.И., Бурлов, С.П.* Перспективные гибриды картофеля конкурсного испытания [Текст] / Н.И. Большешапова, С.П. Бурлов // Вестник ИрГСХА, 2019, выпуск 92, июнь. – С. 7-16.
5. *Вольников А.И.* Исследования рабочего процесса посадочного аппарата картофелесажалки и показателей прочности клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук / А.И. Вольников. - Горький, 1972.
6. *Гагулина В.Г.* Исследование причин повреждения клубней картофеля при посадке вычерпывающим аппаратом и изыскание способов их снижения: Дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Гагулина. - Л., 1980.
7. *Климарев В.П.* Исследование некоторых показателей прочности клубней и повреждения их картофелесажалками: Дис. ... канд. техн. наук / В.П. Климарев. - Горький, 1974.
8. *Остроумов, С.С.* Направления развития картофелеуборочных машин с целью снижения повреждаемости картофеля / С.С. Остроумов, А.В. Кузьмин, М.К. Бураев: Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 227 с.: ил. – ISBN.
9. *Солодухин Г.П.* Изыскание и исследование ротационного рабочего органа для рыхления и сепарации почв в картофелеуборочных машинах: Дис. ... канд. техн. наук / Г.П. Солодухин. - Горький, 1963.
10. *Ткачев М.Т.* Исследование и изыскание сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / М.Т. Ткачев. - Минск, 1956.

Сведения об авторах

Горбунова Евгения Дмитриевна – студент направления 44.03.04 Профессиональное обучение инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.: 89144695659, e-mail: evgeniyagorbunova12@gmail.com).

Кузнецова Кристина Витальевна – студент бакалавриата направления 44.03.04 «Профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

аграрный университет им. А.А. Ежовского: Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.:89143640446, e-mail: 3640446@gmail.com.

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежовского: Россия, 664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.: 89503835361, e-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru.

УДК 621.075.8

**ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ
МАШИН И ТЕНДЕНЦИИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

Гусейнов Э.В., Шуханов С.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Перспективные научные исследования оказывают решающее значение для создания аграрного производства качественно нового уровня. Этому во многом способствуют инновационные разработки инженерного обеспечения сельскохозяйственного сектора страны. Автотракторная техника, применяемая в агропромышленном комплексе, позволяет механизировать многие производственные процессы, существенно повысить производительность труда, улучшить качество продукции, а также снизить её себестоимость. Электрооборудование играет существенную роль в работе машин. Оно позволяет улучшить их качественные показатели. Выполненный на основе изучения литературных источников обзор составных элементов электрооборудования тракторов и автомобилей, а также сравнительный анализ позволил определить их современное состояние и выявить пути развития.

Ключевые слова: сельскохозяйственный сектор, автотракторная техника, электрооборудование, пути развития.

Введение. Перспективные научные исследования оказывают решающее значение для создания аграрного производства качественно нового уровня [1, 2, 3, 4]. Этому во многом способствуют инновационные разработки инженерного обеспечения сельскохозяйственного сектора страны [5, 6, 7, 8]. Автотракторная техника, применяемая в агропромышленном комплексе, позволяет механизировать многие производственные процессы, существенно повысить производительность труда, улучшить качество продукции, а также снизить её себестоимость [9, 10]. Электрооборудование играет существенную роль в работе машин. Оно позволяет улучшить их качественные показатели.

Цель работы. Определить основные элементы электрооборудования современной автотракторной техники и установить тенденции их совершенствования.

Материалы и методы. Обзор составных элементов электрооборудования тракторов и автомобилей. Их сравнительный анализ. Определение современных тенденций их развития.

Результаты исследования. Автотракторное электрооборудование выполняет функции предпускового обогрева и пуска дизелей, а также зажигания топливно-воздушной смеси в бензиновых поршневых двигателях, в том числе освещения, звуковой и световой сигнализации, включая контроль за работой систем и механизмов, облегчения труда водителя и обеспечения максимальных удобств водителям, трактористам и пассажирам автомобилей.



Рисунок 1 – Расположение элементов электрооборудования автомобиля

Электрооборудование включает в себя параллельно функционирующие системы, базирующихся на две основные группы: *источники* и *потребители* электрической энергии.

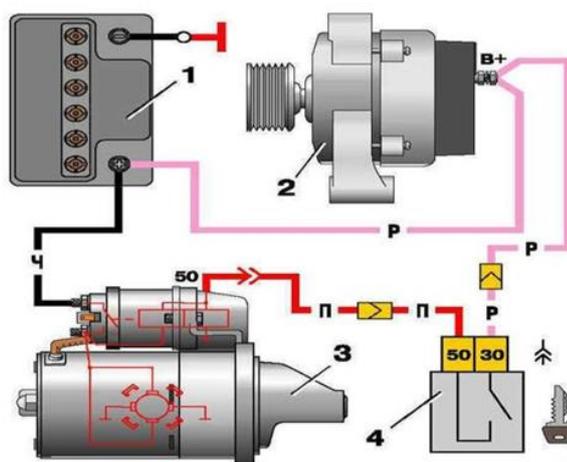
Источники электрической энергии представляют собой приборы или агрегаты, генерирующие электрическую энергию как при неработающем, так и при работающем моторе.

Источники, генерирующие электрическую энергию это:

- *аккумуляторная батарея*, генерирующая ток для обеспечения электроэнергией при функционировании электрического стартера при запуске силового агрегата, а также всех потребителей, когда двигатель отключен или работает на малых оборотах;

- *генератор*, вырабатывающий ток для обеспечения питанием потребителей электрической энергии, а также зарядки аккумуляторной батареи при определённой частоте вращения коленчатого вала мотора.

Электрооборудование автомобиля



1 – аккумуляторная батарея; 2 – генератор; 3 – стартер; 4 – выключатель зажигания
Рисунок 2 – Основные компоненты электрооборудования автомобиля

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Потребители электрической энергии представляют собой приборы, а также технические устройства или агрегаты, использующие электрическую энергию.

Перечень потребителей включает в себя:

- электрический стартер,
- система зажигания топливно-воздушной смеси,
- системы освещения, в том числе звуковой и световой сигнализации, включая контрольно-измерительные устройства,
- дополнительные технические устройства, обеспечивающие комфортные условия водителя, тракториста и пассажиров.

На современных автомобилях и некоторых типах тракторов нового поколения применено совместное функционирование генератора, а также аккумуляторной батареи (АКБ).



Рисунок 3 – Узлы и механизмы автомобиля, оборудованные электронным управлением

Электрооборудование современных тракторов и автомобилей – однопроводное, то есть от источников электрической энергии ко всем потребителям проложен один провод, имеющий положительную полярность,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

а второй провод приборов, имеющий полюс отрицательной полярности соединен с массой машины.

Номинальное напряжение электрооборудования, применяемого на автомобилях и тракторах с бензиновыми поршневыми двигателями (силовыми агрегатами), составляет 12 В, а с дизелями 12 и 24 В (две аккумуляторные батареи по 12 В).

Потребители электроэнергии на автомобилях или тракторах должны функционировать при изменении подводимого напряжения от 0,9 до 1,25 от установленного для них номинального напряжения.

Измерение значений номинальных данных изделий электрооборудования осуществляют при номинальном напряжении. Номинальные значения мощности, а также тока и другие величины соответствуют функционированию электрооборудования при температуре в пределах $25 \pm 10^\circ\text{C}$, относительной влажности равной 45 – 80% и атмосферном давлении в диапазоне $(8,7 - 10,6) 10^4$ Па.

Все элементы автотракторного электрооборудования должны отвечать требованиям на электрическую прочность изоляции обмоток, а также токоведущих деталей относительно корпуса. Изоляция обмоток и токоведущих элементов относительно корпуса во время испытаний должна выдерживать без повреждений в течение 1 мин воздействие напряжения 550 В с частотой 50 Гц.

Срок эксплуатации изделий электрооборудования определяется пробегом автомобиля в километрах или числом моточасов функционирования мотора. Например, по существующим техническим требованиям на генераторы переменного тока, в том числе транзисторные регуляторы напряжения установлен не менее 300 тыс. км пробега машины.

В связи с бурным развитием электроники наиболее перспективное направление электрооборудования в настоящее время связано с электронным управлением всех систем современной автотракторной техники [10, 11].

Вывод. Выполненный на основе изучения литературных источников обзор составных элементов электрооборудования тракторов и автомобилей, а также сравнительный анализ позволил определить их современное состояние и выявить пути развития.

Список литературы

1. *Асатурян А.В.* Обоснование технологического процесса работы и параметров усовершенствованного ленточного метателя зерна. Дисс. ... канд. техн. наук / *А.В. Асатурян*, Зерноград, 2017. – 200 с.
2. *Иваньо Я.М.* Применение больших данных для планирования производства продовольственной продукции в условиях неопределенности / *Я.М. Иваньо, П.Г. Асалханов, Н.В. Бендик* // Моделирование систем и процессов. 2021. Т. 14. № 2. С. 13-20.
3. *Клибанова Ю.Ю.* Влияние климатических факторов на потребление электроэнергии в иркутском районе / *Ю.Ю. Клибанова, Б.Ф. Кузнецов* // В книге:

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

КЛИМАТ, ЭКОЛОГИЯ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ЕВРАЗИИ. Материалы X международной научно-практической конференции. Молодежный, 2021. С. 86-87.

4. *Кокиева Г.Е.* Исследование автоматизированной системы управления микроклиматом парника / *Г.Е. Кокиева, В.П. Друзьянова* // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 70-78.

5. *Петунов С.В.* Совершенствование технологии приготовления компоста из отходов животноводства и деревообработки. Дисс. ... канд. техн. наук / *С.В. Петунов*. Улан-Удэ, 2006. – 161 с.

6. *Хабардин В.Н.* Определение экологической безопасности применения мобильных средств технического обслуживания машин / *В.Н.Хабардин* // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3 (51). С. 116-121.

7. *Шуханов С.Н.* Бортовые электронные системы ТИТТМО / *С.Н. Шуханов, Ч.Е. Арданов* // Учебное пособие. Издательство ИРНИТУ, г. Иркутск, 231 с.

8. *Шуханов С.Н.* Обзор и анализ стендов для диагностирования тормозных систем автотракторной техники / *С.Н. Шуханов* // Известия Международной академии аграрного образования. 2021. № 54. С. 54-58.

9. *Buraev M.* To clarify the standards of spare parts for technical service of autotracors in zone conditions / *M. Buraev, A. Shisteev, A. Zhabin, A. Anosova, P. Ilyin* // В сборнике: E3S Web of Conferences. "13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020". 2020. С. 05001.

10. *Ochirov V.D.* Investigation of infrared drying of carrot chips / *V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, S.M. Bykova, N.V. Tsuglenok* // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production" 2021. С. 012037.

11. *Rogovskii I.L.* Engineering of constructive parameters of vibroaspiration separator of oil-containing grain seeds / *I.L. Rogovskii, I.P. Palamarchuk, S.A. Voinash, I.P. Troyanovskaya, A.F. Butenko, V.A. Sokolova* // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 42034.

Сведения об авторах

Гусейнов Элвин Владимирович – студент очной формы обучения инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: mech@igsha.ru).

Шуханов Станислав Николаевич - Доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: shuhanov56@mail.ru).

УДК 631.356.4:658.562

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛУБНЕЙ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ МАШИНАМИ

Долгополова В.Д., Испалова Т.А., Кузьмин А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-н, Иркутская обл., Россия

В статье проанализированы процессы повреждения клубней при уборке картофеля. Рассмотрена строение клубней и особенности их биологии. Процесс повреждения клубней при посадке отличается от процесса повреждения их при уборке. Современные технологии возделывания картофеля и других корнеклубнеплодов предусматривают весь комплекс работ с подготовкой полей к механизированной уборке. Комбайны являются наиболее эффективными машинами для уборки картофеля, позволяющими даже при наличии четырех-шести рабочих, обслуживающие переборочный стол, снизить затраты труда по сравнению с ручным подбором после картофелекопателей в 3-4 раза. Однако картофель, убранный комбайнами, в отличие от собранного вручную за копателем содержит больше поврежденных клубней. Только подобный подход к технологиям позволяет упростить применяемые уборочные машины и повысить их производительность. Успеху уборочных работ также способствует работа селекционеров по созданию сортов и гибридов, наиболее приспособленных к механизированной уборке. Механическая прочность мякоти клубня неразрывно связана с её внутренним строением и физическим состоянием. Максимальная скорость соударения клубня с абсолютно жестким материалом в значительной степени зависит от модуля упругости мякоти, коэффициента восстановления формы, массы клубня, кривизны соприкасающихся поверхностей и допускаемых контактных напряжений. Увеличение модуля упругости и коэффициента восстановления формы (осенние клубни) ведет к резкому уменьшению максимальной скорости соударения и наоборот. Увеличение кривизны соприкасающихся поверхностей, при прочих равных условиях ведет к уменьшению максимальной скорости соударения.

Ключевые слова: процессы повреждения, физиолого-биологические процессы, прочность клубней, скорость соударения, волновой процесс.

Уборка картофеля может происходить в разных условиях. Условия уборки характеризуются величиной урожая, состоянием и величиной ботвы, наличием и количеством камней и сорняков, рельефом, размерами и конфигурацией участков. Выделяют:

- Легкие и средние условия уборки картофеля (характеризуются высоким урожаем; почвы супесчаные или легкие суглинки, отсутствие камней, сорняков, ровный рельеф);
- Тяжелые и особо тяжелые условия (глинистые почвы с малым урожаем, обилие ботвы, камней, сорняков).

В различных технологиях уборки картофеля применяются:

- ботвоуборочные машины;
- картофелекопатели;
- комбайны;
- картофелесортировки;
- погрузочно-разгрузочные машины;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

- машины для укладки картофеля на хранение.

В зависимости от условий и наличия в хозяйствах машин могут использоваться различные способы уборки картофеля:

- уборка картофелекопателями включает подкоп пласта с клубнями, просеивание почвы, разбрасывание клубней на поле и их ручной подбор. Технология требует больших затрат труда и применяется в сложных почвенно-климатических условиях;
- комбайновая уборка, когда процессы извлечения клубней из почвы, отделение от них земли, ботвы, камней, а также сбор клубней в бункер или рядом идущий транспорт происходят одновременно. Применяют на легких и средних почвах влажностью до 23–25 %;
- отдельная уборка. При данном способе клубни выкапываются картофелекопателем и укладываются в валок; последующий подбор их из валка производят комбайном. Применяется на средних и тяжелых по механическому составу и переувлажненных почвах (влажность 24–25 %) в период уборки при урожайности до 200 ц/га;
- комбинированная уборка, когда картофелекопатель-валкоукладчик укладывает в междурядья двух неподкопанных гребней клубни с двух или четырех рядков, которые затем убираются картофелеуборочным комбайном. Применяется на легких хорошо сепарируемых почвах при низкой урожайности картофеля (до 150 ц/га). Использование комбинированного способа уборки возможно только при условии неглубоких борозд между рядками, где образуется валок, иначе неизбежны потери.

С использованием комплекса машин уборку можно организовать поточным или непоточным методом. При поточной уборке все операции выполняются без разрыва во времени, при непоточной имеет место разрыв во времени между отдельными процессами.

При поточной уборке применяют следующий набор машин:

- картофелеуборочные машины (2–3 на одном поле) для сбора картофеля с периодической выгрузкой в транспортные средства;
- транспортные средства (автосамосвалы или тракторные прицепы) для отвозки картофеля к сортировальному пункту;
- сортировальный пункт с использованием контейнеров для сбора и транспортировки отсортированного картофеля;
- средства для погрузки контейнеров в автомобили и отправки по назначению.

Комбайны являются наиболее эффективными машинами для уборки картофеля, позволяющими даже при наличии четырех-шести рабочих, обслуживающие переборочный стол, снизить затраты труда по сравнению с ручным подбором после картофелекопателей в 3-4 раза. Однако картофель,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

убранный комбайнами, в отличие от собранного вручную за копателем содержит больше поврежденных клубней.

Картофелекопатели – простейшие машины для уборки картофеля. Они подкапывают рядки, отделяют клубни от почвы и частично от ботвы и укладывают их на поверхность поля для последующего сбора вручную. По типу основного рабочего органа картофелекопатели подразделяются на элеваторные, вибрационные (грохотные) и швыряльные.

Картофелеуборочные комбайны – это более совершенные машины, которые кроме подкапывания рядков и сепарации мелкой почвы могут разрушать комки, удалять ботву и другие растительные остатки, удалять камни, собирать клубни в бункер или выгружать в идущее рядом транспортное средство.

Картофелеуборочные комбайны подразделяют:

По количеству убираемых рядков – на одно-, двух-, трех- и четырехрядные;

типу рабочих органов для отделения ботвы:

- грохотные с валиками;
- элеваторные со скребками;
- элеваторные с нажимным прорезиненным полотном и очесывающим прутком;
- с ботвоотделяющим устройством, состоящим из горки с элеватором;

способу сбора клубней:

- в бункер;
- в идущий рядом транспорт.

Чувствительность клубней к механическим повреждениям, вызываемыми нагрузкой различного характера (статистической или динамической) является серьезной проблемой в механизации уборочных и погрузочно-разгрузочных работ.

Для исследования причин механических повреждений и их качественной оценки имеют значение их биологические особенности. Клубень – живой организм с высоким содержанием влаги (около 75 %), крахмала (17 %), сахаров, клетчатки, пектиновых и других веществ.

Установлено, что механическая прочность клубня связана с его внутренним строением и физическим состоянием.

Поскольку количество и соотношение отдельных компонентов в клубнях при хранении изменяется вследствие физиолого-химических процессов, то, очевидно, что процесс повреждения клубней при посадке будет отличаться от процесса повреждения их при уборке.

При этом повреждаемость клубней картофеля при уборке более значительна, чем при посадке, так как она зависит от степени зрелости картофеля. Так, если при уборке копателем зрелого картофеля повреждается около 5 % клубней, то при уборке незрелого картофеля этот показатель

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

возрастает почти в 3 раза и достигает 14 %. Еще более высокий процент механически поврежденных зрелых и незрелых клубней (соответственно 12 и 54 %) наблюдается при уборке картофеля комбайном [1]. При хранении же картофеля после уборки до посадки картофель окончательно дозревает: происходит опробкование кожуры, усиливается дыхание и повышаются потери влаги на испарение. Одновременно с этим в клубнях происходят сложные физиолого-биологические процессы, сопровождающиеся превращением крахмала в сахара и обратно, но при этом содержание крахмала несколько снижается, так как часть сахаров окисляется в процессе дыхания. Одновременно со снижением влаги в клубнях происходит и уменьшение их плотности. Кроме того, уменьшение содержания влаги ведет к увеличению упругих свойств мякоти клубней [2].

Увеличение модуля упругости и коэффициента восстановления формы (осенние клубни) ведет к резкому уменьшению максимальной скорости соударения и наоборот. Увеличение кривизны соприкасающихся поверхностей, при прочих равных условиях ведет к уменьшению максимальной скорости соударения. Этим можно объяснить то, что клубни получают различные повреждения при ударе их с одинаковой скоростью о металлические поверхности по длине, ширине и толщине [3].

Увеличение скоростного режима работы ведет к увеличению ударного импульса и соответственно к возможному повреждению клубней.

Контактные напряжения, соответствующие моменту начала разрушения клубня, зависят от площади контакта соприкасающихся поверхностей.

Таким образом, зависимость контактных напряжений от площади контакта прямо пропорциональна. Контактные напряжения максимальны при деформации клубня цилиндром диаметром 6,5 мм (25,7...30,4 Н/мм²) и минимальны при сжатии клубня между параллельными плоскостями по наименьшему размеру (толщине) (11,8 Н/мм²).

По мнению В.Г. Гагулиной [5], при соударении рабочих органов сажалки с клубнями картофеля внутри клубня происходят похожие процессы. Так как, большинство растительных клеток не способны менять свою форму, ввиду того, что они окружены толстой, прочной и малоупругой оболочкой – клеточной стенкой, то в начале, после мгновенного сжатия вследствие ударной волны, перемещается межклеточная жидкость и содержимое клетки внутри нее, а после разрушения структуры клубня, в зоне разрушения, продолжается перемещение среды, состоящей из смеси межклеточной жидкости, крахмальных зерен и других компонентов клеточного содержания клубня. При этом скорость перемещения частиц на разных участках фронта пластической волны различна и зависит от силы, скорости удара, площади контакта, времени соударения, формы, внутреннего строения и физических свойств клубня. Иногда быстро движущиеся частицы могут обгонять медленно движущиеся и в

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

среде, как бы образуется складка, то есть произойдет перехлест, где одному и тому же значению времени соответствует несколько значений перемещения, скорости и ускорения (ветвь неустойчивого режима). Среда перестает быть однородной: в зоне сближения плотность частиц возрастает, а в зоне удаления уменьшается, отчего может образоваться внутренняя трещина. Волновой процесс позволяет по-новому подойти к рассмотрению вопроса разрушения клубней картофеля при соударении их с рабочими органами машин и приводит к необходимости учета многих факторов ударной системы: физических свойств, жесткости соударяющихся тел, плотности, упругих параметров, конфигурации, геометрических размеров, скорости, времени соударения, площади первоначального контакта.

Многие исследователи указывали на большую зависимость механических повреждений клубней от конструкции и формы рабочих органов. Так, например, М.Т. Ткачев [6] показал, что лопастной элеватор в 2,65 – 6,53 раза производительнее пруткового элеватора при одинаковой повреждаемости клубней. Г.П. Солодухин [7] исследовал роторный сепарирующий рабочий орган и отметил, что при хорошем крошении пласта почвы повреждения клубней здесь наименьшие (4-5 %). П.Т. Тукс [8] отмечал, что картофелекопатели швыряльного типа гораздо меньше повреждают клубни, чем копатели с элеваторами. А.И. Бжезовская [4] тоже склонялась к выводу, что ротационные рабочие органы: прутковые роторы, ротационные сепараторы, битерные сепараторы и другие по характеру динамического воздействия отличаются от элеваторов и грохотов, что позволяет создавать более высокие скорости соударения, необходимые для разрушения почвенных комков при допустимых повреждениях клубней. А.И. Бжезовская также отмечала, что в случае пруткового элеватора при изменении диаметра прутков изменяется степень механических повреждений клубней. Так, объем поврежденной при ударе ткани увеличивается с уменьшением диаметра прутка до определенного значения скорости соударения, после которого зависимость меняет свой характер на противоположный: чем меньше диаметр прутка, тем меньше величина повреждения. Таким образом, конструкция и форма рабочих органов оказывает значительное влияние на степень механических повреждений клубней.

Материал покрытия рабочих органов также оказывает влияние на степень повреждения клубней. Так, резиновое покрытие металлических прутков элеваторов в случае прямых ударов значительно смягчает удар и уменьшает механические повреждения клубней [9], а в случае скользящих ударов наоборот увеличивает повреждения кожуры клубней. А.И. Бжезовская применяла покрытие обрезиненных прутков и полых резиновых элементов пленкой фторопласта толщиной 0,55 мм. Такое покрытие показало полное преимущество при скользящем ударе и почти не уступало обрезиниванию при прямом ударе.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Режимы работы рабочих органов также оказывают огромное влияние на степень механических повреждений клубней при прочих равных условиях. А так как многие исследователи указывали на первостепенное значение скорости соударения, то режимы работы рабочих органов также выдвигаются на первый план по влиянию на степень механических повреждений клубней картофеля при уборке машинами.

Скорость продольных волн велика. Так для мякоти картофеля, модуль упругости и плотность которой при ударных воздействиях соответственно равны 45 МПа и 1100 кг/м³, скорость продольных волн будет 200 м/с.

При ударе, как уже отмечалось, в упругих телах возникают колебания, причем напряжения и деформации могут достигать опасных для прочности значений. Расчет максимальных перемещений точек тела при ударе, а также соответствующих деформаций и напряжений выполняется с помощью аппарата теории колебаний. При этом надо иметь в виду, что силы, воздействующие на клубень в процессе удара, заранее неизвестны. Эти силы могут быть найдены лишь из совместного решения уравнений движения частиц мякоти клубня и ударяющего тела. Известно, что механические свойства конструкционных материалов не зависят от скорости нагружения, но предел текучести, например, у стали, увеличивается с увеличением скорости нагружения, приближаясь к пределу прочности. Предел прочности мало зависит от скорости нагружения. Для мякоти клубней картофеля предела текучести не существует, а предел прочности растет (особенно при статическом нагружении). Соударение клубней картофеля с массивными рабочими органами и друг с другом рассмотрим с учетом распространения волн упругих деформаций [10].

Выводы. Таким образом, механические повреждения клубней зависят от многих факторов, в том числе существенную роль играют такие, как форма, конструкция, материал покрытия и режимы работы рабочих органов картофелеуборочных машин.

Список литературы

1. *Безрукий Л.П.* Исследование процесса разрушения почвенных комков и повреждаемости клубней на рабочих органах картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / *Л.П. Безрукий.* – Минск, 1962.
2. *Бжезовская А.И.* Исследование сопротивления клубней картофеля механическим повреждениям, вызываемым динамическими нагрузками: Дис. ... канд. техн. наук / *А.И. Бжезовская.* - Минск, 1970.
3. *Вольников А.И.* Исследования рабочего процесса посадочного аппарата картофелесажалки и показателей прочности клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук / *А.И. Вольников.* - Горький, 1972.
4. *Гагулина В.Г.* Исследование причин повреждения клубней картофеля при посадке вычерпывающим аппаратом и изыскание способов их снижения: Дис. ... канд. техн. наук / *В.Г. Гагулина.* - Л., 1980.
5. *Гусев С.А., Старовойтов В.И.* Послеуборочная доработка и хранение картофеля / *С.А. Гусев, В.И. Старовойтов.* - М.: Моск. Рабочий, 1989. -133 с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

6. *Заводнов С.В.* Исследование взаимодействия клубней картофеля с рабочими органами сельскохозяйственных машин: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / *С.В. Заводнов.* - М., 2002. -145 с. - Библиогр.: с. 135-145.

7. *Климарев В.П.* Исследование некоторых показателей прочности клубней и повреждения их картофелесажалками: Дис. ... канд. техн. наук / *В.П. Климарев.* - Горький, 1974.

8. *Солодухин Г.П.* Изыскание и исследование ротационного рабочего органа для рыхления и сепарации почв в картофелеуборочных машинах: Дис. ... канд. техн. наук / *Г.П. Солодухин.* - Горький, 1963.

9. *Ткачев М.Т.* Исследование и изыскание сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин: Дис. ... канд. техн. наук / *М.Т. Ткачев.* - Минск, 1956.

10. *Тукс П.Т.* Влияние уборки и хранения на качество картофеля / *П.Т. Тукс* // Рост и развитие картофеля / Пер. с англ.- М., 1966.

Сведения об авторах

Долгополова Виктория Дмитриевна – студент 2 курса инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89647483211, e-mail: vdolgorolova3@icloud.com).

Испалова Татьяна Алексеевна - студент 2 курса инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836944707, e-mail: tispalova2@gmail.com).

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.:89503835361, E-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru).

УДК 621.43.032.6:621.941

АНАЛИЗ МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСА ШЕСТЕРЁНЧАТОГО МАСЛЯННОГО НАСОСА

Егоров И.Б., Ильин П.И.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Значительную долю причин простоя сельскохозяйственных машин составляет отказ гидросистемы. Распространённой причиной отказа является снижение подачи масла насосом. Масляный насос служит для преобразования механической энергии двигателя в энергию движущегося потока масла. Таким образом, в гидросистеме насос является источником энергии. Наибольшее распространение в настоящее время имеют гидронасосы шестерёнчатого типа. Насосы работают в тяжёлых условиях и подвержены кавитации, гидроударам и абразивному изнашиванию, что со временем вызывает потребность в ремонте узла. Для устранения каждого дефекта должен быть выбран рациональный способ, технически обоснованный и экономически целесообразный.

Ключевые слова: насос, дефект, изнашивание, восстановление, ремонт.

Шестерёнчатый насос является объёмной гидромашинной, предназначенной для преобразования механической энергии в энергию потока жидкости [10].

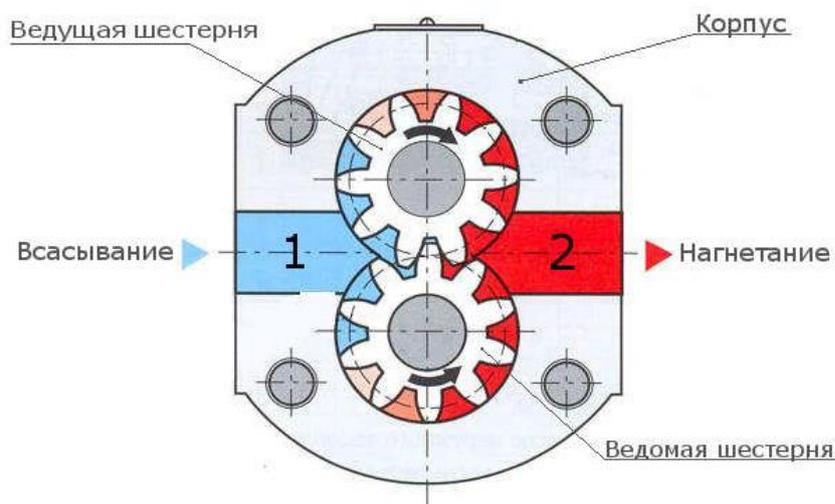


Рисунок 1 – Устройство шестерёнчатого насоса

Конструкция данного вида насосов довольно проста: два зубчатых вала с одинаковым количеством зубьев находятся в постоянном зацеплении, ведущий вал приводит в движение зубчатую пару, находясь при этом на одной оси с источником крутящего момента, зубчатая пара принудительно начинает перекачку жидкости, создавая при этом разрежение в камере всасывания, что позволяет заполниться жидкостью впадинам зубчатых колёс, перемещая при этом жидкость в зону нагнетания [1].

В процессе работы шестерёнчатые насосы подвержены кавитации,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

гидроударам и абразивному износу. Для устранения кавитации и гидроударов используют специальные разгрузочные каналы. Качающий узел подвержен одностороннему прижиму в сторону всасывающей полости давлением жидкости в линии нагнетания. Это вызывает деформацию деталей, проникновение в зазоры абразивных частиц, вследствие чего происходит повышенный износ втулок, шестерён и колодцев корпуса. Корпус овальной формы подвержен действию высоких давлений по всей высоте и ширине.

Корпус насоса. Колодцы корпуса изнашиваются со стороны камеры всасывания по поверхности сопряжений с втулками и шестернями. Износ корпуса приводит к нарушению соосности в расположении деталей качающего узла. Ведущая, ведомая шестерни при этом работают с перекосом, что ухудшает контакт в соединениях этих деталей и приводит к увеличению внутренней утечки рабочей жидкости [5, 6]. Также часто наблюдается срыв резьбы, трещины корпуса и коробление прилегающих поверхностей.



Рисунок 2 – Разрушение стенок камеры нагнетания насоса

Шестерни. Торцевые плоскости зубьев изнашиваются неравномерно, из-за чего на плоскостях появляются выпуклости и канавки. Износы по профилю зубьев незначительны и практически не влияют на работу насосов. У цапф шестерён наблюдается износ, конусность, эллипсность, биение [8, 9].

Втулки. Изнашивается большая торцевая плоскость в местах контакта с торцами зубьев шестерён, изнашиваются и внутренние цилиндрические поверхности втулок в местах сопряжения с цапфами шестерён. Износ поверхностей отверстий втулок односторонний, поскольку шестерни прижаты к всасывающей полости корпуса насоса, в результате

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

увеличивается зазор между цапфой шестерни и втулкой. Стыковые плоскости втулок изнашиваются в местах контактов, увеличивая зазор между стыковыми плоскостями втулок. Изнашиваются также большие и малые цилиндрические поверхности втулок в местах касания корпуса и крышки насоса. По мере увеличения износа втулок подача насоса резко падает.

Крышка насоса. Наблюдаются коробление привалочной плоскости, забоины внутренней поверхности, износ отверстий.

В зависимости от вида ремонта выбирается программа восстановления детали.

Поддефектная технология используется в тех случаях, когда программа ремонта небольшая, и заключается в том, что разрабатывается на каждый дефект в отдельности. При поддефектной технологии детали для восстановления комплектуют только по наименованиям, без учёта имеющихся в них сочетаний дефектов, её применяют на небольших ремонтных предприятиях.

Маршрутная технология – заключается в разработке технологических процессов по восстановлению определённых сочетаний дефектов (маршрутов).

Маршрутно - групповая технология предусматривает разбивку дефектных деталей на классы и группы и разработку единого маршрутного технологического процесса восстановления групп деталей на одном оборудовании с применением оснастки и инструментов.

При разработке маршрутной технологии восстановления деталей необходимо следующее:

1. Дефектация – это очень важная операция технологического процесса по определению степени годности деталей бывших в эксплуатации [8]. При дефектации определяются изменения геометрических размеров, изменения формы и расположение поверхности, изменения физико - механических свойств материала. Дефектацию осуществляют по специальным картам технологического процесса на дефектацию, в этих картах имеется информация о материале детали: физико - механические свойства, наименование дефектов, используемые средства контроля и измерения используемого дополнительного оснащения нормы времени.

В процессе дефектации все детали подразделяются на 5 групп:

- Годные детали – эти детали помечаются зелёной краской;
- Годные детали, но только в сопряжении с новыми деталями, помечаются жёлтой краской;
- Детали, подлежащие восстановлению силами своего предприятия, помечаются белой краской;
- Детали, подлежащие восстановлению на кооперацию, помечаются синим цветом;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

- Детали, подлежащие утилизации, помечаются красной краской.

При дефектации обращают внимание на следующие размеры: номинальный размер – это размер, установленный рабочими чертежами детали; допустимый размер – это такой размер, при котором разрешается использование детали без ремонта; предельный размер – это размер, при достижении которого деталь направляется в ремонт.

2. Установленные дефекты сгруппировать в маршруты. В основу методики группирования сочетаний дефектов в маршруты положены наименьшее перемещение деталей, взаимосвязь и частота повторяемости дефектов, наименьшее отличие по трудоёмкости их устранения.

Сочетание дефектов по маршрутам должно соответствовать действительному, с которым детали поступают на восстановление, т. е. необходимо иметь экспериментальные данные, на основании которых устанавливаются вероятные сочетания дефектов в одноименных деталях, поступающих на ремонт [7].

3. Установить число маршрутов, которое должно быть минимальным, и каждому маршруту присвоить номер.

Для устранения каждого дефекта должен быть выбран рациональный способ, технически обоснованный и экономически целесообразный [6]. Рациональный способ восстановления деталей определяют пользуясь следующими критериями: технологическим, техническим и технико - экономическим.

Технологический критерий – определяет принципиальную возможность применения способа восстановления, исходя из конструктивно - технических особенностей детали или определённых групп деталей.

Технический критерий – оценивает устранение дефектов детали с точки зрения восстановления (в некоторых случаях и улучшения) свойств поверхности и обеспечение работоспособности.

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (K_d), который определяется по формуле [3]:

$$K_d = K_i \cdot K_e \cdot K_c \cdot K_n$$

где K_i , K_e и K_c – соответственно коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий;

K_n – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановления деталей в условиях эксплуатации.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатацию и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_d \rightarrow \max$.

Выбрав один или несколько способов устранения дефекта, которые обеспечивают необходимую твёрдость, износостойкость, выносливость и

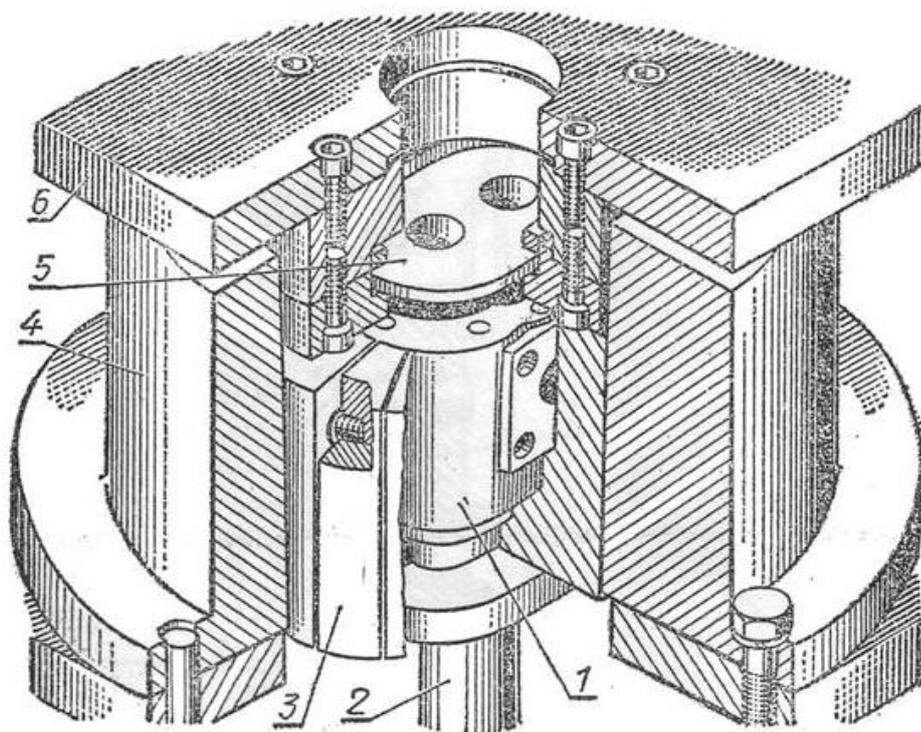
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

другие показатели, принимают окончательное решение о целесообразности восстановления детали.

Рассмотрим один из способов ремонта корпуса шестерёнчатого насоса.

Поступившие первый раз в ремонт насосы ремонтируют методом смещения шестерён концентрическими втулками. Этот способ позволяет отремонтировать насос с меньшими затратами, так как восстановление корпуса насоса сводится к одной операции – расточка колодцев на увеличенный размер, насос собирают с эксцентриковыми втулками, величина смещения оси шестерён должна быть равня половине разности размеров головок зубьев шестерён и колодцев корпуса.

При большом износе поверхностей корпуса насоса его подвергают пластической деформации – обжатию в горячем состоянии.



1 – ремонтируемый корпус насоса; 2 – выталкиватель; 3 – матрица; 4 – корпус прессформы; 5 – пуансон; 6 – верхняя плита.

Рисунок 3 – Устройство для обжатия корпуса насоса

Технология заключается в следующем. Очищенный от загрязнения корпус насоса загружают в электронагревательную печь, нагревают их до 500 C° , выдерживают при этой температуре в течение одного часа, обжимают в специальном приспособлении с усилием 1000 кН . Обжатие должно быть закончено при температуре не менее 430 C° .

Корпус насоса устанавливают в блок матриц в верхнем положении ползуна. Во время движения ползуна вниз пуансон входит в корпус насоса, а при нажатии верхней плиты на блок матриц они перемещаются вниз по конусной поверхности корпуса и обжимают корпус. При обратном ходе

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

межцентровому ремонтному расстоянию, и растачивают другой колодец. Уменьшение межцентрового расстояния восстанавливает первоначальный рабочий объём насоса. Глубину расточки и межцентровое расстояние определяют индикаторами, установленными на станине станка. Растачивают колодцы резцовой головкой. Если плоскости колодцев после расточки не совпадут более чем на 0,02 мм, то их исправляют вручную специальной торцовой фрезой.

Допускается несовпадение плоскостей колодцев в пределах 0,02 мм. Если поверхности колодцев находятся в одной плоскости, то риски на поверхности переключки пересекаются.

Глубину обработки колодцев проверяют приспособлением, состоящим из пластины, на которой закреплена головка индикатора с удлинённым стержнем. Пластину устанавливают на торцовой плоскости корпуса.

Бесперебойность подачи и обеспечение необходимых уровней давления на всех участках системы топливоподготовки и перекачивания в значительной мере определяются надёжностью работы насосов системы. Нарушение нормальной работы насоса обуславливается возникновением различных дефектов, в результате которых выходит из работы отдельные элементы ее схемы. В работе был рассмотрен способ ремонта и восстановления корпуса шестерёнчатого насоса.

Список литературы

1. Анкин Ю.В. Насосы и насосные станции: Учебное пособие / Ю.В. Анкин, Н.С. Царев, Л.И. Ушакова. – Е. : УрФУ, 2018. – 138 с.
2. Беломестных В.А. Технология восстановления и упрочнения деталей: учебное пособие – И. : ИрГАУ, 2016. – 59 с.
3. Макаров В.П. Разработка технологического процесса ремонта узла и восстановления детали: Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология ремонта машин» для студентов по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия профиль Технический сервис в АПК / В.П. Макаров, А.В. Колпаков – Н. Новгород: НГСХА, 2020. – 51 с.
4. Пат. 2102214 Российская Федерация, В23Р6. Способ ремонта корпусов шестеренных насосов и устройство для его осуществления / Иванов В.А., Захарычев С.П., Александров А.А.; заявитель и патентообладатель Иванов В.А. - № 2012150512/08; заявл. 30.11.2012; опубл. 25.05.2014, Бюл. № 15. – 2 с. : ил.
5. Причины отказов шестерённых насосов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gidravlikov.ru/articles/prichiny-otkazov-shesteryennykh-nasosov> - 15.01.2022.
6. Ремонт гидравлических шестеренчатых насосов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.komimport.ru/page/remont-gidravlicheskih-shesterenchatyh-nasosov.html> - 20.01.2022.
7. Ремонт шестеренчатого насоса / Механизмы и Технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mehanik-ua.ru/remont-mashin-i-oborudovaniya/268-osnovnye-neispravnosti-shesterenchatogo-nasosa.html> - 17.01.22.
8. Хрякин В.Н. Технология ремонта машин. Дефектация деталей машин: методические указания по выполнению лабораторно-практических работ / В.Н. Хрякин, М.А. Попов, А.П. Илясов. – Н. : НГАУ, 2020. – 32 с.
9. Шестеренный насос: устройство и принцип работы [Электронный ресурс]. -

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Режим доступа: <https://24techno-guide.ru/shesterennii-nasos-ustroistvo-i-princip-raboti.php> - 20.01.2022.

10. Шестеренный (шестеренчатый) насос. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gidropnevm.ru/gidravlicheskiy-instrument/nasosy/shesterennyj-shesterenchatyj-nasos> - 17.01.22.

Сведения об авторах

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041209854, e-mail: igoresha.98@mail.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89836938151, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 621.436.03

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ТОПЛИВА ТРАКТОРА
NEW HOLLAND TD 5.110**

Егоров И.Б., Поздняков Н.А., Рудых А.А., Цэдашиев Ц.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Научно – технические разработки в области аграрного направления обеспечивают его устойчивое развитие. При этом важнейшее значение уделяется автотракторному сопровождению агропромышленного комплекса государства. Не составляет исключение в данном плане технический сервис транспорта сельскохозяйственного назначения. Пополнение машинно-тракторного парка

В нашей стране широко применяется зарубежная сельскохозяйственная техника компании New Holland. Однако для долгосрочной работоспособности любого трактора необходимо использовать качественное дизельное топливо.

Так как качество российского дизельного топлива в настоящее время немного отстаёт по своим качествам от иностранного. В связи с этим проведён анализ топливной системы трактора модели TD 5.110. и предложен метод её доработки.

Ключевые слова: дизельное топливо, система питания, модернизация, трактор, фильтр, SEPAR.

За последние годы машинно-тракторный парк агропромышленного комплекса пополнился новыми марками тракторов и сложных машин сельскохозяйственного назначения. Значительную роль в повышении эффективности использования техники играет его работоспособность и его высококачественное и своевременное техническое обслуживание [1].

Априорный анализ показал, что крестьянско-фермерские хозяйства, а так же большие предприятия агропромышленного комплекса отдают предпочтение зарубежной инновационной технике, так как производители оказывают высококвалифицированную сервисную поддержку. Тем самым предоставляют гарантийное и послегарантийное обслуживание самоходных машин и прицепного оборудования.

Одним из производителей зарубежной сельскохозяйственной техники является New Holland . Компания входит в ТОП-10 наиболее успешных дилеров импортной сельхозтехники в России, очень внимательно подходит к выбору поставщиков и подбирает производителей так, чтобы клиенты получали качественную и надежную технику.

Профессиональное обслуживание и ремонт техники в собственном авторизованном сервисном центре в течении всего гарантийного срока и после его окончания. По запросу клиента, устанавливается дополнительное оборудование: кондиционеры, системы точного земледелия, навигация, а также любое другое профессиональное оборудование. Техника компании пользуется большим спросом.

Под маркой New Holland производятся различные сельхозмашины,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

линейка которых включает более 70 базовых моделей. [4]

Тракторы компании производятся по самым актуальным и передовым технологиям. От сельхозмашин других марок их отличает качество сборки, большая функциональность, возможность работать практически в любых климатических условиях. Они проходят всесторонние испытания, поэтому отвечают высоким стандартам качества. Выпускаемые концерном модели обладают рядом отличительных характеристик.

Одной из моделей тракторов выпускаемых New Holland является TD 5.110.



Рисунок 1 - Трактор New Holland TD5.110

New Holland TD 5.110 – надежный и доступный трактор бюджетного класса, ремонтпригодный и относительно недорогой в обслуживании [9]. Его основная сфера применения – сельскохозяйственная деятельность, включая возделывание овощных и технических культур, окучивание, культивацию, боронование, подготовка грунта посева и многие другие способы земледельческой обработки. Помимо операций с грунтом, техника зарекомендовала себя в операциях по разгрузке и погрузке грузов – как в сельском, так и строительном и коммунальном хозяйстве. Более того, среди этих грузов могут быть завалы и бетонные конструкции, разрушения городской инфраструктуры, мелкий и крупный строительный мусор. Помимо выполнения грузовых работ, модель New Holland TD 5.110 может быть востребована при транспортировке тяжелых объектов на большие расстояния [5].

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Таблица 1 - Технические характеристики New Holland TD 5.110

| | |
|-----------------------------|---|
| Двигатель | дизельный четырехцилиндровый, с турбонаддувом |
| Рабочий объем | 3,9 литра |
| Мощность | 110 лошадиных сил |
| Обороты | 2300 об/мин |
| Крутящий момент | 1400 Н/м |
| Коробка передач | 12-ступенчатая, с синхронизатором |
| Дифференциал | есть |
| Вал отбора мощности | с режимами 540 и 1000 об/мин |
| Подъемная способность | 3,5 тонн |
| Кабина | стандартная |
| Масса трактора | 4,2 тонны |
| Вместимость бака с топливом | 110 литров. |

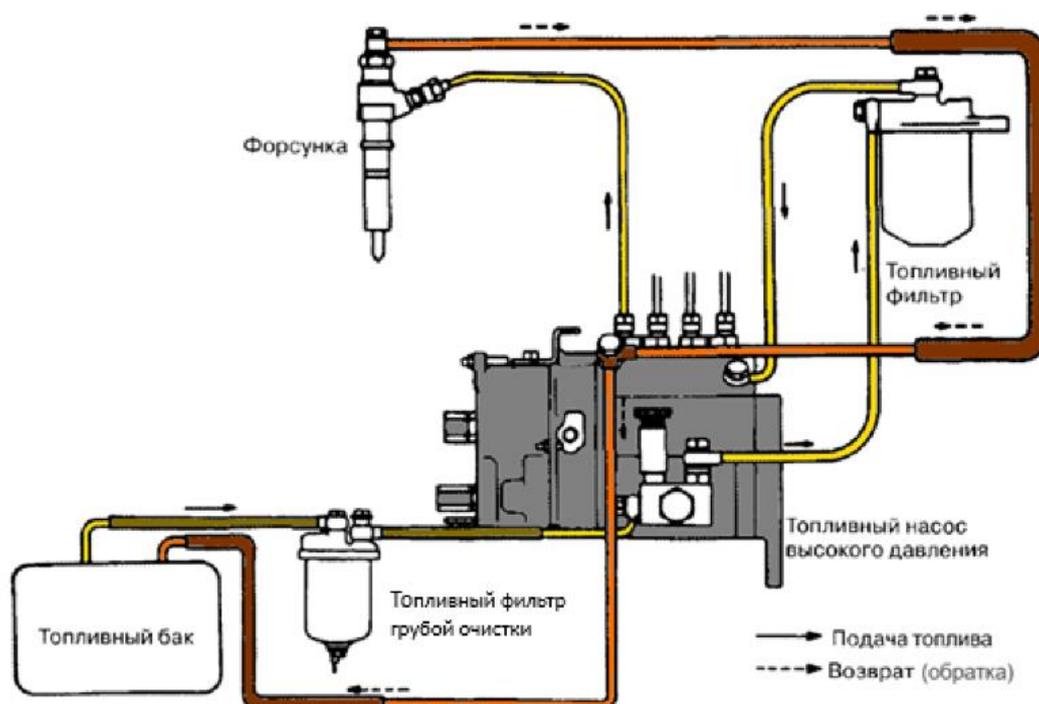


Рисунок 2 - Система питания дизельного двигателя

Система питания современного двигателя внутреннего сгорания - это совокупность электронных и механических узлов, функция которых заключается в стабильной подаче топлива к форсункам. Топливо нагнетается под определенным давлением, то оно распыляется и не капает в одну точку, поэтому называется дозированный многоточечный впрыск в рабочие камеры сгорания цилиндров.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Система питания дизельного двигателя включает в себя:

- 1) топливный бак;
- 2) фильтры грубой и тонкой очистки топлива;
- 3) топливоподкачивающего насоса;
- 4) топливного насоса высокого давления с регулятором частоты вращения;
- 5) форсунок;
- 6) трубопроводов низкого и высокого давления;
- 7) воздушного фильтра;
- 8) выпускного газопровода;
- 9) глушителя шума.

Система питания дизельного двигателя делится на две аппаратуры: топливоподводящую и воздухоподводящую [2]. Наибольшее распространение получила топливоподводящая аппаратура разделительного типа. В ней топливный насос и форсунки выполнены отдельно.

Подача топлива осуществляется по одной из двух магистралей: высокого давления и низкого. Магистраль низкого давления предназначена для хранения топлива, его фильтрации и подачи под низким давлением к насосу высокого давления. Магистраль высокого давления обеспечивает подачу и впрыск необходимого количества топлива в камеры сгорания двигателя в определенный момент.

Топливоподкачивающий насос подает топливо из бака через фильтры грубой и тонкой очистки по трубопроводам низкого давления к топливному насосу высокого давления [6]. ТНВД подает топливо к форсункам под высоким давлением в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя. Топливный насос высокого давления состоит из одинакового количества секций, каждой отдельной секции соответствует определенный цилиндр двигателя. Форсунки располагаются в головках цилиндров двигателя. Они предназначены для распыления топлива в камеры сгорания двигателя. Топливоподкачивающий насос подает к ТНВД топлива больше, чем необходимо, его избыток и попавший в систему воздух отводятся обратно в топливный бак по дренажным трубопроводам.

Для долгосрочной работоспособности любого трактора необходимо использовать качественное дизельное топливо.

В России дизельное топливо изготавливается по устаревшим стандартам ГОСТам. Если сравнивать наш ГОСТ и европейские стандарты, то наш намного мягче. При работе импортной техники на нашем топливе, снизятся ее пусковые свойства, повысится «жесткость» работы, что может привести к выходу из строя, как самого двигателя, так и его системы питания.

Несмотря на то, что система питания имеет фильтр грубой и тонкой очистки топлива импортная техника теряет свою надежность в жестких климатических условиях [3]. В связи с этим включим в систему сепар.

Вследствие проведённого анализа доработаем систему питания

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

дизельного двигателя внутреннего сгорания.

SEPAR 2000 (Сепар) - универсальный топливный фильтр для дизельных двигателей, производства Германии. Представляет собой, многоступенчатую центробежную систему, которая решила основную проблему дизеля - 100% отделение постоянно образующейся в топливном баке воды - главного разрушителя дизельной аппаратуры, а также грязи.



Рисунок 3 – SEPAR 2000

Поставка моделей Separ осуществляется с различной пропускной способностью от 1 до 260 л/мин. И рассчитаны для двигателей мощностью от 5 до 10000 кВт [10]. Компактность конструкции - возможность различных вариантов подсоединения и простота монтажа. Высокая степень отделения содержащейся в топливе воды и твердых частиц. Увеличение срока службы фильтрующего элемента, благодаря обратной промывке. Полная защита подкачивающего насоса, насоса высокого давления, форсунок, клапанов и поршней от преждевременного износа, увеличение срока службы дизельной аппаратуры в 4-5 раз. Минимальные затраты на установку и обслуживание.

Трактор New Holland TD 5.110 имеет двигатель мощностью 110 л.с. [8]. Для ДВС такой мощности, в соответствии с данными производителя, достаточно Сепара марки SWK-2000/5 [7].

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Таблица 2 - Технические характеристики SEPAR SWK-2000/5

| SEPAR SWK-2000/5 | |
|------------------------|---------------|
| Используемое топливо | дизель |
| Мощность двигателя | до 250 л.с. |
| Мощность обогревателя | без подогрева |
| Пропускная способность | 5 л/мин |
| Диаметр патрубков | 10 мм |
| Габариты | 258x140x93 мм |
| Вес | 1,4 кг |

Сепар включим в систему питания между топливным баком и фильтром грубой очистки.



Рисунок 4 – Предварительное местоположение предлагаемого дополнительного топливного фильтра (SEPAR SWK-2000/5)

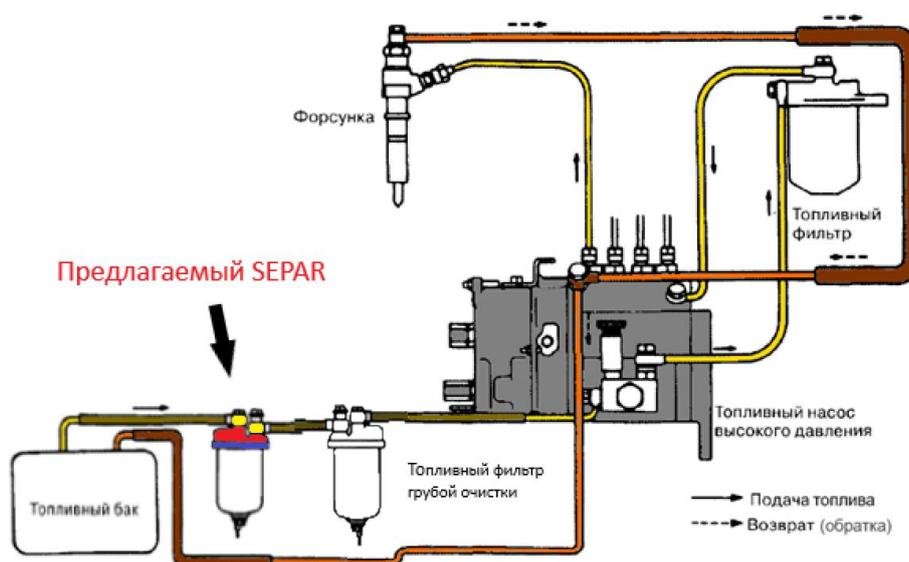


Рисунок 5 – Принципиальная схема установки SEPAR в систему питания

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Использование предложенного узла для дополнительного фильтрования дизельного топлива позволит сократить расходы на дорогостоящий ремонт, увеличить надёжность и повысить производительность трактора New Holland TD 5.110.

Список литературы

1. Бураев М.К. Оценка технического состояния машин с учетом уровня производственно-технической эксплуатации / М.К. Бураев, А.В. Шистеев, А.С. Тронц // В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. 2019. С. 17 –23.
2. Дизельный двигатель: устройство системы питания / КРУТИМОТОР.РУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://krutimotor.ru/pitanie-dizelnogo-dvigatelya> - 11.01.22
3. Ламбин А.В. Факторы эксплуатации и технической готовности автотракторной техники в сибирских условиях / А.В. Ламбин, Р.А. Потурусов, Ц.В. Цэдашиев // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы X региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова. 2018. С. 153– 156.
4. Обзор модельного ряда тракторов New Holland / Трактора Нью Холланд: все модели и цены [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://garden-shop.ru/traktora-nyu-holland-vse-modeli-i-ceny.html> - 13.01.2022.
5. Сельскохозяйственные тракторы - TD5 / NEW HOLLAND AGRICULTURE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agriculture.newholland.com/apac/ru-ru/produkcija/produkty/sel-skohozhajstvennye-traktory/td5/tehnicieskie-harakteristiki> - 15.01.22
6. Система питания дизельного двигателя / АВТОКРИМИНАЛИСТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtokriminalist.ru/poleznoe/ustroystvo-avto/89-dvigatel/957-sistema-pitaniya-dizelnogo-dvigatelya> - 15.01.22
7. Топливные фильтры SEPAR-2000 — ВОДООТДЕЛИТЕЛЬ И ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР с подогревом и без подогрева. / NEWTECHAGRO [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.newtechagro.ru/catalog/separ_separ_filt_r_separator_na_azs_separ_separ.html - 20.01.2022
8. Трактор New Holland TD 5.110 / АМК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://amk24.com/produksiya/traktory/traktory-110-l-s/td5-110> - 13.01.2022
9. Трактор New Holland TD 5.110 технические характеристики, особенности устройства и цена / ТРАКТОРДОМ.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://traktordom.ru/traktor-new-holland-td-5-110-texnicieskie-xarakteristiki-osobennosti-ustrojstva-i-cena/#i-3> -12.01.2022
10. SEPAR (Сепар) - фильтра-сепараторы очистки дизельного топлива / АВТОНАХОДКА.РУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autonahodka.ru/separ> - 19.01.22

Сведения об авторах

Поздняков Никита Андреевич – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89994222742, e-mail: nick.pozdnyakov2017@mail.ru).

Егоров Игорь Борисович – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041209854, e-mail:

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Igoresha.98@mail.ru).

Рудых Александр Анатольевич – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89247105881, e-mail: Santos.rulit.ru@gmail.com).

Цэдашиев Цырендаши Владимирович – Старший преподаватель кафедры «Эксплуатации МТП, БЖД и ПО». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел: 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

УДК 519.81

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА
В ПРОЦЕССЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Жернаков Н.Е., Туги К.А., Елтошкина Е.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Принятие решения в процессе определения работоспособности технических систем возможно путем применения методов решения задач теории игр. Принятие управленческого решения о повышении работоспособности системы определяется как выбор оптимального варианта предложенных стратегий. В данной статье проводится отбор оптимальных стратегий для нахождения оптимального запаса агрегатов на стоянке автотранспортного предприятия с использованием «игр с природой». Приведены алгоритмы процессов отбора оптимальных стратегий при известных вероятностях по различным оптимальным критериям теории игр. На основе анализа полученных результатов рекомендуется отдать предпочтение стратегии A_3 и A_4 . Разобранная задача показала нам широкий спектр применения методов и критериев теории игр при решении различных прикладных задач в области определения работоспособности технических систем, таких как метод сведения вероятностей, критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица.

Ключевые слова: оптимум, теория игр, игры с природой, критерии, технические системы, работоспособность.

Процесс принятия управленческого решения о повышении работоспособности изделия определяется как выбор варианта (вариантов) из нескольких возможных.

Сформулируем алгоритм процесса принятия решений:

- описание проблемы;
- установление цели и задач в достижении требуемых результатов;
- оценка ситуации и анализ ранее достигнутых результатов;
- конкретизация проблемы;
- разработка вариантов решений и анализ их влияния на достижение цели;
- оценка альтернативных решений и выбор оптимального варианта, основанных на определенных критериях [2, 4, 5].

В простых и часто повторяющихся случаях при принятии решений пользуются стандартными методами и критериями. Примерно 80-85% всех решений приходится на повторяющиеся производственные ситуации, описанные и внесенные в накопительной карты или базу данных компьютеров автоматических систем управления, где хранятся все истории по каждой технической ситуации. И, таким образом, такой системный подход высвобождает время руководителю для принятия решения в различных ситуациях.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

При принятии решений каждое мероприятие оценивается по его вклад в достижении поставленной цели с помощью показателя эффективности или целевой функции.

В общей в виде целевая функция (u) зависит от трех групп факторов:

- первая группа (a_1, a_2, a_3) характеризует условия выполнения программы (мероприятия), которые заданы и не изменяются в ходе ее выполнения;

- вторая группа (x_1, x_2, x_3) - элементы решения - может меняться и влияет на целевую функцию;

- третья группа факторов - это заранее неизвестные условия (z_1, z_2, z_3), влияние которых на эффективность неизвестно.

Первая и третья группа факторов иногда объединяются понятием «природы», которые характеризуются внешним условия, влияющие на исход программы или мероприятия. В зависимости от объема и характера имеющейся информации решения подразделяется на принимаемые: а) условиях определенности; б) в условиях риска; в) в условиях неопределенности.

В данной статье рассматривается применение метода «игра с природой», который годен для принятия решения в условиях риска и неопределенности.

Ситуация «игра с природой» возникает при управлении производством, которое чаще всего проходит в условиях отсутствия (или неполной) осведомленности о правилах и методов проведения программы [1].

Принятие решений в условиях риска и неопределенности основывается на правилах игр, которые регламентируют: возможные варианты (стратегии) действия сторон, участвующих в игре; наличие и объём информации каждой стороны о поведении другой: результат игры, к которому приводит определенная стратегия.

Рассмотрим в качестве примера задачу определения оптимального запаса агрегатов на стоянке автотранспортного предприятия (АТП) с использованием «игр с природой», когда вероятности известны. На основании отчетных данных установлена вероятная потребность в агрегатах для ремонта: вероятность того, что агрегатов не потребуется равна 0.1; потребуется один агрегат 0.47; два - 0.23; три - 0.1; четыре - 0.1; пять агрегатов - 0. Указанные вероятности можно рассматривать как вероятности реализации стратегии «природы», т.е. стороны П. Причем первая стратегия состоит в том, что фактически потребуется 0 агрегатов; вторая P_2 - один агрегат; третья P_3 два агрегата; P_4 - три агрегата; P_5 четыре агрегатов. Второй стороной «в игре» являются организаторы складского хозяйства которые могут при создании запаса на складе применять ряд стратегий: A_1 - не иметь запаса, A_2 иметь один агрегат в запасе; A_3 - два; A_4 - три и A_5 - четыре агрегата на складе. Каждому сочетанию стратегий A_i и P_j будет

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

соответствовать определенным выигрышам a_{ij} который может быть положительным (прибыль) или отрицательным (убыток).

В примере выигрыш определяется из следующих условий:

а) хранение одного фактически невостребованного агрегата оценивается как убыток в две условные единицы (-2);

б) удовлетворение потребности в одном агрегате прибыль – в две единицы (2);

в) отсутствие необходимого агрегата - убыток - в четыре единицы (-4).

Решение. Природа убытка в каждом конкретном случае будет различной, а сами величины убытка и прибыли должны быть строго обоснованы. В данном примере удовлетворение потребности в агрегатах связано с сокращением простоев автомобилей в ремонте, что приносит прибыль АТП. В свою очередь, отсутствие необходимого числа агрегатов вызовет увеличение простоев автомобилей в ожидании ремонта, сокращение коэффициента технической готовности и выпуска, а также производительности автомобилей. Хранение невостребованных агрегатов также связано с дополнительными затратами.

Составим платежную матрицу по данным поставленной задачи. Платежная матрица рассчитывается следующим образом. Например, для сочетания с первой строки стратегий: A_1P_1 выигрыш для АТП (стороны А) составляет $a_{11} = 0 * 2 + 0 * (-4) = 0$. При сочетании стратегии A_1 и P_4 выигрыш (прибыль или убыток) рассчитывается по следующей схеме: так как на складе не имеется агрегата, то ситуация оценивается в 2 единицы, т.е. $0*2=0$. Требуется же заменить 3 агрегат, т.е. $3*(-4) = -12$. Выигрыш составит:

$a_{14} = 0*2 + 3*(-3) = -9$. А A_1 и P_5 выигрыш рассчитывается по следующей схеме: так как на складе имеется один агрегат, то ситуация оценивается в 2 единицы, т.е. $1*2=2$. Требуется же заменить 4 агрегата, из которых четыре останутся не заменёнными, что составит - 16 единиц, т.е. $4*(-4) = -16$. Выигрыш составит: $a_{24} = 0*2 + 4*(-4) = -16$.

Теперь просчитаем вторую строку. A_2P_1 выигрыш для АТП (стороны А) составляет $a_{21} = 1*2 + 1*(-4) = -2$, A_2P_2 выигрыш для АТП (стороны А) составляет $a_{22} = 1*2 + 0*(-4) = 2$, т.к. один заказ удовлетворен имеющимся на складе одним агрегатом. При сочетании стратегии A_2 и P_3 выигрыш (прибыль или убыток) рассчитывается по следующей схеме: так как на складе имеется один агрегат, то ситуация оценивается в 2 единицы, т.е. $1*2=2$. Требуется же заменить 1 агрегат, из которых 1 останется не заменённым, что составит -4 единиц, т.е. $1*(-4) = -4$. Выигрыш составит: $a_{24} = 1*2 + 1*(-4) = -2$. A_2 и P_4 выигрыш рассчитывается по следующей схеме: на складе имеется один агрегат, то ситуация оценивается в 2 единицы, т.е. $1*2=2$. Требуется же заменить 3 агрегата, из которых два останутся не заменёнными, что составит - 4 единиц, т.е. $2*(-4) = -8$ Выигрыш составит:

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

$a_{24} = 1*2+2*(-4) = -6$. A_2 и P_5 выигрыш рассчитывается по следующей схеме: так как на складе имеется один агрегат, то ситуация оценивается в 2 единицы, т.е. $1*2=2$. Требуется же заменить 4 агрегата, из которых три останутся не заменёнными, что составит -12 единиц, т.е. $3*(-4)=-12$ Выигрыш составит: $a_{24} = 1*2+3*(-4) = -10$ и т.д.

На рисунке 1 приведена платежная матрица данных по доходам для всех сочетаний стратегий, запрограммированная для автоматического просчитывания в программе Excel по указанным данным.

| Платежная матрица | | | | | | | | |
|----------------------|---|--|----|----|-----|-----|--|--|
| A_i | Имеющееся число агрегатов при стратегии | Необходимое число агрегатов при стратегиях | | | | | Минимальный выигрыш по стратегиям, a_i | |
| | | П1 | П2 | П3 | П4 | П5 | | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| A_1 | 0 | 0 | -4 | -8 | -12 | -16 | -16 | |
| A_2 | 1 | -2 | 2 | -2 | -6 | -10 | -10 | |
| A_3 | 2 | -4 | 0 | 4 | 0 | -4 | -4 | |
| A_4 | 3 | -6 | -2 | 2 | 6 | 2 | -6 | |
| A_5 | 4 | -8 | -4 | 0 | 4 | 8 | -8 | |
| Максимальный выигрыш | β_i | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | -4 | |
| | | | | | | | 0 | |

Рисунок 1- Платежная матрица

Нижняя цена игры $\alpha = \max\{-16, -10, -4, -6, -8\} = -4$, а верхняя цена игры $\beta = \{0, 2, 4, 6, 8\} = 0$. Так как $\alpha < \beta$, то имеем задачу в смешанных стратегиях игроков.

Так как вероятности потребного числа агрегатов известны, выбирается та стратегия A_i , при которой математическое ожидание выигрыша будет максимальным. Для этого вычисляют средний выигрыш (математическое ожидание) по каждой строке i – й стратегии: $\bar{a}_i = \sum_{j=1}^k P_j a_{i,k}$, где P_j – вероятность состояния «природы».

Для рассматриваемого примера $P_1=0.1$; $P_2=0.47$; $P_3=0.23$; $P_4=0.1$; $P_5=0.1$. Теперь рассчитаем средние выигрыши для различных стратегий: $\bar{a}_1 = 0.1*0+0.47*(-4)+0.23*(-8)+0.1*(-12)+0.1*(-16) = -6,52$ и т.д. Они представлены на рисунке 2.

Оптимальной стратегией в данном примере является третья стратегия A_3 (таблица на рисунке 2), которая сводится к созданию и поддержанию

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

оборотного фонда в три агрегата. Отметим, что расчет средневзвешенного числа агрегатов, проведенный только на основе вероятностей, дает среднюю потребность в оборотных агрегатах (1,63), значительно меньшую оптимальной (2 агрегата), т.е. $\bar{a}_p = P_1 * 0 + P_2 * 1 + P_3 * 2 + P_4 * 3 + P_5 * 4 = 0.1 * 0 + 0.47 * 1 + 0.23 * 2 + 0.1 * 3 + 0.1 * 4 = 1,63$. Из таблицы на рисунке 2 следует, что не возможно чрезмерное увеличение оборотов фонда.

| Расчет средних выигрышей для различных стратегий | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| A _i | П _j | | | | | Средний выигрыш \bar{a}_i |
| | П ₁ | П ₂ | П ₃ | П ₄ | П ₅ | |
| A ₁ | 0 | -1,88 | -1,84 | -1,2 | -1,6 | -6,52 |
| A ₂ | -0,2 | 0,94 | -0,46 | -0,6 | -1 | -1,32 |
| A ₃ | -0,4 | 0 | 0,92 | 0 | -0,4 | 0,12 |
| A ₄ | -0,6 | -0,94 | 0,46 | 0,6 | 0,2 | -0,28 |
| A ₅ | -0,8 | -1,88 | 0 | 0,4 | 0,8 | -1,48 |
| Вероятности P _j | 0,1 | 0,47 | 0,23 | 0,1 | 0,1 | - |
| | | | | | | 0,12 |

Рисунок 2 – Расчет средних выигрышей для различных стратегий

Помимо определения от оптимального запаса, рассмотренный подход применим при решении вопроса о методах ремонта автомобиля (стратегия A_i) в зависимости от его технического состояния П_j и выбора метода улучшения производственной базы в зависимости от внешних условий и др.

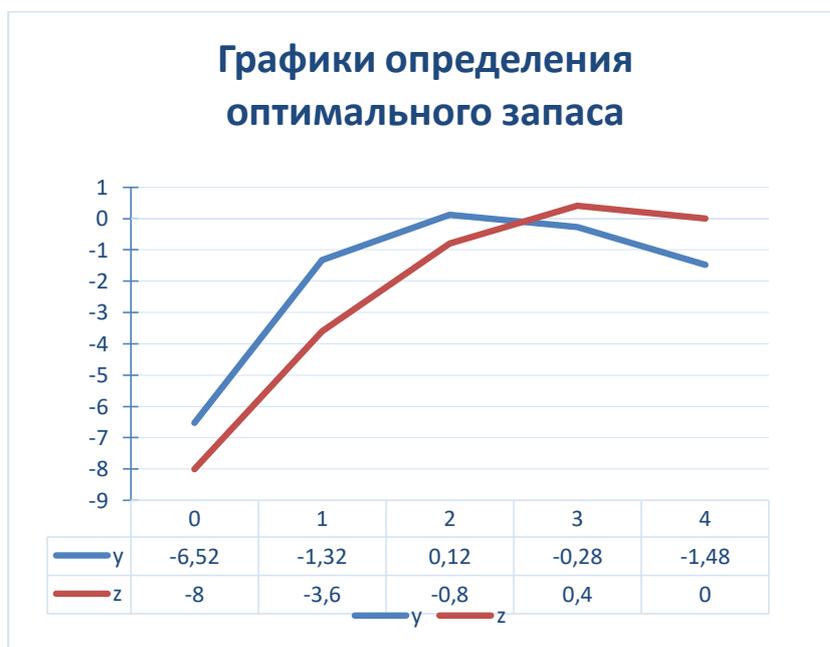
При неизвестных вероятностях состояния П_j для принятия решения также применяют методы основанные на применение специальных критериев:

1. Метод сведения вероятностей - это принцип недостаточного основания Лапласа, в соответствии с которым ни одному из состояний П_j не отдается предпочтения и для всех состояний назначается равная вероятность $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_n = 1/n = 1/5 = 0,2$

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

| Метод сведения вероятностей (Расчет средних выигрышей для различных стратегий при равных вероятностях) | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| A_i | P_j | P_1 | P_2 | P_3 | P_4 | P_5 | Средний выигрыш $\bar{\alpha}_i$ |
| A_1 | | 0 | -0,8 | -1,6 | -2,4 | -3,2 | -8 |
| A_2 | | -0,4 | 0,4 | -0,4 | -1,2 | -2 | -3,6 |
| A_3 | | -0,8 | 0 | 0,8 | 0 | -0,8 | -0,8 |
| A_4 | | -1,2 | -0,4 | 0,4 | 1,2 | 0,4 | 0,4 |
| A_5 | | -1,6 | -0,8 | 0 | 0,8 | 1,6 | 0,00 |
| Вероятности P_j | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | - |
| | | | | | | | 0,4 |

Рисунок 3 - Расчет средних выигрышей для различных стратегий при равных вероятностях



y – по вероятностям состояний; z – при равных вероятностях

Рисунок 4 – Графики определения оптимального запаса

Оптимальной стратегией будет A_4 , т.е. в обороте в среднем имеется четыре агрегата.

2. Критерий Вальда исходит из того, что игра с природой рассматривается как антагонистическая игра с разумным противником, который делает все для того, чтобы свести наш выигрыш к минимуму. Оптимальной считается стратегия, гарантирующая выигрыш не меньший, чем нижняя цена игры.

$$\alpha = \min_i \max_j a_{i,j}.$$

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Этот критерий называют максиминным, согласно ему оптимальной является та из стратегий A_i , которая дает наибольший из минимальных выигрышей [3, 5].

По данным таблицы на рисунке 1 находим

$$\alpha = \max_i \min_j a_i = \max(-16, -10, -4, -6, -8) = -4$$

Следовательно, по критерию Вальда оптимальной является стратегия A_3 .

3. Критерии Сэвиджа использует не платежную матрицу, а матрицу рисков. Элементы матрицы рисков $r_{i,j}$ равны разности между максимально возможным выигрышем при состоянии природы Π_j и тем выигрышем, который будет получен в тех же условиях Π_j , при использовании стратегии A_i ;

$$r_{i,j} = \beta_j - a_{i,j}.$$

На рисунке 5 приведена матрица рисков, построенная по данным таблицы на рисунке 1.

| Критерии Сэвиджа (матрица рисков по данным таблицы платежная матрица) | | | | | | | |
|---|---|--|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| A_i | Имеющееся число агрегатов при стратегии A_i | Необходимое число агрегатов при стратегиях | | | | | Максимальный риск |
| | | Π_1 | Π_2 | Π_3 | Π_4 | Π_5 | |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| A_1 | 0 | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 | 24 |
| A_2 | 1 | 2 | 0 | 6 | 12 | 18 | 18 |
| A_3 | 2 | 4 | 2 | 0 | 6 | 12 | 12 |
| A_4 | 3 | 6 | 4 | 2 | 0 | 6 | 6 |
| A_5 | 4 | 8 | 6 | 4 | 2 | 0 | 8 |
| | | | | | | | 6 |

Рисунок 5 – матрица рисков по данным таблицы на рисунке 1

Оптимальной считается та стратегия, при которой величина риска в наихудших условиях минимальна:

$$S = \min_i \max_j r_{i,j}.$$

Из таблицы на рисунке 5 следует, что оптимальной по критерию Сэвиджа является стратегия A_4 .

Критерии Вальда и Сэвиджа называются критериями крайнего пессимизма, поскольку они исходят из предположении, что ситуация будет

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

складываться наилучшим для нас образом. Эти критерии зачастую приводят к излишне осторожным решениям.

4. Критерий Гурвица позволяет занять взвешенную позицию между

крайним пессимизмом и оптимизмом. Здесь за оптимальную принимается та стратегия, для которой выполняется условие

$$H = \max_i \left\{ \lambda \min_j a_{i,j} + (1 - \lambda) \max_j a_{i,j} \right\},$$

где λ – коэффициент пессимизма ($0 \leq \lambda \leq 1$).

Найдем оптимальную стратегию для рассматриваемого примера по критерию Гурвица при $\lambda = 0,5$. Для каждой стратегии A_i вычислим величину $h_i = \lambda \min_j a_{i,j} + (1 - \lambda) \max_j a_{i,j}$:

$$h_1 = 0,5 \times (-16) + 0,5 \times 0 = -8;$$

$$h_2 = 0,5 \times (-10) + 0,5 \times 2 = -4;$$

$$h_3 = 0,5 \times (-4) + 0,5 \times 4 = 0;$$

$$h_4 = 0,5 \times (-6) + 0,5 \times 6 = 0;$$

$$h_5 = 0,5 \times (-8) + 0,5 \times 8 = 0.$$

Следовательно, оптимальными будут стратегии A_3, A_4, A_5 .

Таким образом, рекомендуется провести выбор оптимальной стратегии по разным критериям и окончательное решение принимать на основе всех полученных результатов. Так, в рассмотренной нами задаче решение может быть таким: если вероятности состояний природы определены с высокой надежностью, то следует выбрать стратегию A_3 и A_4 ; если же вероятности найдены с большой погрешностью, то следует отдать предпочтение стратегии A_5 , полученной при рассмотрении большинства из пяти критериев. Подробный разбор задачи показал нам широкий спектр применения методов теории игр при решении различных прикладных задач в области определения работоспособности технических систем и принятия решений.

Список литературы

1. Балдин К.В. Управленческие решения: Учебник. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2015. – 328 с.
2. Вертакова Ю.В. Управленческие решения: разработка и выбор. - М.: КНОРУС, 2015. - 425 с.
3. Иродов И.Е. Математическая теория игр и приложения: Учебное пособие КПП / И.Е.Иродов.-СПб.:Лань КПП, 2016.-448 с.
4. Климова Н.В. Экономический анализ (теория, задачи, тесты, деловые игры): Учебное пособие/ Н.В. Климова.- М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2013.-287 с.
5. Кобзарь А.И. Теория игр: Играют все/ А.И. Кобзарь, В.Н. Тикменов, И.В. Тикменова.- М.: Физматлит, 2015.-272 с.

Сведения об авторах

Туги Кристина Алексеевна – студент 1 курса направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» Иркутского государственного аграрного университета имени

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041292430, e-mail: tugikris@gmail.com).

Жернаков Никита Евгеньевич – студент 1 курса направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041292430, e-mail: luckyday2445@gmail.com).

Елтошкина Евгения Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89041292430, e-mail: 89041292430).

УДК 631.356.4:658.562

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛУБНЕЙ ПРИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Кагерманова Я.С., Коковихина А.А., Кузьмин А.В.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье сделан обзор технологий уборки картофеля. Исследования, направленные на разработку новых и совершенствование существующих технологий возделывания, являются актуальными и имеют большое народнохозяйственное значение. Однако вопросам, связанным с механическим повреждением клубней при уборке, уделяется недостаточное внимание. Рассмотрены способы уборки. Приводится сравнение уборки копателями и комбайнами. При комбайновом способе уборки различают три варианта: прямое комбайнирование, раздельная (двухфазная) комбайновая уборка (подбор комбайнами валков, заранее уложенных на поверхность поля картофелекопателями) и уборка комбинированным способом. В основу Гриммовской технологии положено гребнеобразование перед посадкой клубней с образованием междурядий, в которые укладываются твердые почвенные комки и камни, в дальнейшем по ним осуществляется проход сельскохозяйственной техники. Под воздействием веса машин крупные почвенные комки будут разрушаться. Роторные сепараторы получили распространение благодаря эффективности и простоте конструкции. Излишнее усложнение их конструкций не приводит к существенному повышению эффективности работы, в то же время усложняет и удорожает изготовление сепаратора. Роторы со сложной формой поверхности склонны к залипанию при обработке влажного вороха, что ведёт к потере эффекта от формы поверхности.

Ключевые слова: способы уборки, картофелеуборочные машины, роторные сепараторы, форма поверхности, повреждения клубней.

Картофель – одна из четырех главных пищевых культур в мире. Картофель является основным источником энергии для большей части населения мира, особенно в развивающихся странах картофель является важным источником пищи для домашних животных и как самая трудоёмкая культура обеспечивает рабочими местами около 800 млн. человек на планете. Возделывание простой и понятной культуры каждодневного пользования в развивающихся странах приносит немалый доход. Картофель представляет уникальный продукт для здорового питания, источником восполнения недостатка витаминов, макро и микроэлементов, антиоксидантов, незаменимых пищевых и физиологически активных веществ, а также аминокислот, углеводов, биофлавоноидов, фитонцидов.

Исследования, направленные на разработку новых и совершенствование существующих технологий возделывания, являются актуальными и имеют большое народнохозяйственное значение. Однако вопросам, связанным с механическим повреждением клубней при уборке, уделяется недостаточное внимание.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Механические повреждения клубни получают в процессе механизированной уборки и транспортировки картофеля к месту хранения, а также при закладке и перевалке массы клубней в хранилище. Ободранная неокрепшая кожура тоже может считаться механическим повреждением, поскольку является «воротами» для проникновения разнообразной инфекции в молодой клубень.

Различают внешние повреждения – обдир кожи, трещины, порезы и внутренние повреждения – потемнение мякоти от ушибов.

На внешние повреждения клубней влияют такие факторы, как сорт, зрелость, тип почвы, влажность и температура почвы. У полностью вызревших клубней многих сортов при соблюдении технологии уборки, перевозки и сортировки кожура практически не повреждается.

Наиболее благоприятные условия уборки картофеля (на суглинистых почвах), при которых внешние повреждения минимальны: температура почвы 8 – 18°C, влажность 15 – 22%. При низкой влажности кожура может повреждаться от твердых комочков почвы, а при высокой влажности клубни имеют повышенный тургор и легко трескаются при механическом воздействии.

При низкой температуре мякоть также теряет эластичность и легко повреждается.

На внутренние повреждения влияют скорость движения сепарирующих устройств, высота падения при выгрузке, облицовка поверхностей деталей, воздействующих на клубни, температура клубней и число перевалок.

Наличие почвенных примесей в ворохе при сепарации картофеля до 20 – 25% снижает механические повреждения в 2 – 3 раза.

Большое количество повреждений может произойти в комкодавители. Необходимо контролировать давление в баллонах комкодавителя и зазор между ними.

Главные причины раскалывания и расплющивания клубней: малая ширина ряда, несогласованность ширины колеса с шириной борозды, нарушение соосности между комбайном и трактором, недостаточная ширина поворотной полосы. Причинами среза клубней могут быть недостаточное заглубление лемеха в почву, неравномерность посадки клубней по глубине, искривление рядков посадкой и последующей междурядной обработкой, подкапывание стыкового междурядья.

Существует три технологии послеуборочной доработки: поточная, перевалочная и прямочная, каждая из которой определяет уровень механических повреждений клубней (таблица 1).

Поточная – это когда картофель, убранный комбайном или копателем поступает на сортировальный пункт для отделения примесей и калибрования на фракции с последующей закладкой на хранение. По сравнению с другими при этой технологии клубням наносится наибольшее количество и

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

разнообразии видов механических повреждений. Поэтому ее следует применять лишь в случае осенней реализации картофеля или когда убираемый комбайном картофель поступает с поля с примесью почвы более 25 - 30% и с растительными остатками, а также в случае, когда клубни полностью вызрели, с окрепшей кожурой и не поражены болезнями.

Перевалочная – это когда клубни перед закладкой на хранение или сортированием на пункте выдерживают во временных буртах. Ее применение обязательно при значительном поражении клубней удущем, фитофторозом, мокрой гнилью или уборка проводится в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелых почвах.

Прямоточная – поступающий с поля картофель сразу закладывается на хранение без осеннего сортирования. При этом допускается примесь почвы в ворохе в основном в виде комков до 15 – 20%. При большем содержании или наличии растительных примесей и остатков ботвы, а также больных клубней, их отделение совмещают с загрузкой в хранилище на линии собираемой, например, из агрегатов передвижного сортировального пункта КСП-15В или системы «Мидема» (Нидерланды). При этой технологии формирование насыпи в хранилище должно проводиться при постоянном перемещении стрелы, например, погрузчика ТЗК-30 в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи почвенных столбов, в которых клубни часто загнивают и быстро прорастают.

Таблица 1 – Механические повреждения клубней

| Виды повреждений | Технология | | |
|--|------------|--------------|-------------|
| | поточная | перевалочная | прямоточная |
| Обдир кожуры до 1/2 поверхности клубня | 16,5 | 6,9 | 5,5 |
| Обдир кожуры более 1/2 поверхности клубня | 22,6 | 5,7 | 4,6 |
| Трещины, вырывы и порезы мякоти клубней | 9,3 | 6,8 | 2,9 |
| Потемнение мякоти клубней размером и глубиной более 5 мм | 18,0 | 11,9 | 7,2 |
| от ударов | | | |
| ИТОГО повреждений | 66,4 | 31,3 | 20,2 |
| Общие потери за 8 месяцев хранения, % | 32,2 | 18,7 | 8,3 |
| Средние отходы при очистке клубней, % | 26,0-28,0 | 20,0 - 22,0 | 13,0-15,0 |

Из данных таблицы 1 следует, что при отсутствии осенней реализации картофель в хозяйстве следует закладывать на хранение по прямоточной технологии, а в экстремальных условиях по перевалочной. При поточной, кроме общего высокого уровня механических повреждений клубней, значительно возрастает процент потемнения мякоти от ударов, что приводит

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

к большим отходам при очистке клубней - в два раза выше в связи с общим снижением качества картофеля по сравнению с прямоточной технологией.

Таким образом, для уменьшения механических повреждений клубней картофеля при уборке необходимо отрегулировать глубину копки, чтобы избежать порезов на клубнях и высоту падения клубней на всём пути от поля до бурта в хранилище. Высота падения не должна превышать 30 см. Также нужно учитывать погодные условия. При уборке при более низких температурах, чем +8 °С, повышается количество механических повреждений при уборке, т. е. повышается количество травм, синяков, так называемых подкожных – потемнение мякоти и так далее.

Ранее основные технологии возделывания включали весеннюю обработку почвы, посадку картофеля, междурядную обработку почвы с подкормкой и опрыскиванием от вредителей, одно или два окучивания до смыкания ботвы, скашивание ботвы и непосредственно уборку [1]. Технологический процесс уборки картофеля независимо от применяемых средств механизации включает следующие основные операции: подкапывание (выкапывание) клубней, отделение (сепарация) клубней от почвы, отрыв клубней от ботвы, удаление ботвы и растительных примесей, отделение камней и других примесей, погрузка клубней в тару или в транспортные средства [2].

В основном практическое применение находили три способа уборки:

- 1) выкапывание клубней картофелекопателями с укладкой их на поверхности и последующим ручным подбором;
- 2) уборка картофелекопателями с прицепными рабочими столами, на которых рабочие вручную выбирают клубни и грузят их в тару;
- 3) уборка комбайнами.

На первый взгляд уборка копателями выгоднее, чем уборка комбайнами. Так, производительность двухрядного комбайна составляет в среднем 0,44 га/час, в то время как копателя 0,6 – 0,7 га/час, да и расход топлива у трактора меньше в 1,9 раза. К тому же техническое обслуживание и ремонт копателей проще. Но уборка копателями была выгодна, когда была возможность привлекать на уборку дешёвую рабочую силу из города. Однако, в настоящее время, необходимо тяжёлый ручной труд по подборке картофеля хорошо оплачивать. Помимо этого, ручной подбор сопровождается большими потерями в виде присыпанных клубней. Так, по данным М.Б. Угланова [3], потери при уборке копателями достигают 30 %.

Теоретические основы картофелеуборочной техники, в частности комбайнов, были разработаны в ведущих НИИ: ВИСХОМе, ВИМе, НИИКХ и др., такими учёными, как Горячкин В.П., Мацепуро М.Е., Колчин Н.Н., Петров Г.Д., Сорокин А.А., Виноградов В.И., Дорохов А.П., Грищенко Ф.В., Ельцов Е.И., Пшеченков К.А., Кутепов Б.П., Верещагин Н.И., Угланов М.Б. и другими.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В основу Гриммовской технологии положено гребнеобразование перед посадкой клубней с образованием междурядий, в которые укладываются твердые почвенные комки и камни, в дальнейшем по ним осуществляется проход сельскохозяйственной техники. Под воздействием веса машин крупные почвенные комки будут разрушаться. Вся дальнейшая обработка гребней при посадке и возделывании предназначена для поддержания в них заданной почвенной структуры.

Особенностью всех европейских машин для уборки картофеля является наличие замедлителей (активаторы, сепарации пальчикового типа), установленных над элеваторами, ботвоудаляющих валиков после первого и второго элеваторов и вальцовых комкоудаляющих устройств.

Данные технологические элементы становятся возможными к применению на картофелеуборочных машинах, благодаря особенностям технологий возделывания. Так, применение пальчиковых активаторов возможно благодаря отсутствию крупных комков и хорошо разрыхляемой оструктуренной почве, а ботвоудаляющие валики применимы при отсутствии длинных растительных остатков и без стыковых ремней полотен элеваторов. Отсутствие ботвы на поле обеспечивается качественной работой ботвоуборочных машин, которые оставляют ботву высотой 4 ± 2 см от поверхности почвы. Вальцовые комкоудаляющие устройства позволяют качественно производить процесс сепарации от почвенных комков, благодаря разнице кинематических параметров вальцов, связанной с различием фрикционных свойств компонентов [1].

В СССР была разработана также Заворовская технология для самоходного четырехрядного комбайна – погрузчика КСК-4-1. Она подробно изложена в трудах Петрова Г.Д., Пшеченкова К.А., Верещагина Н.И. и др.

Одной из важнейших задач повышения уровня механизации возделывания картофеля является определение необходимого парка комбайнов с учетом посадочных площадей в хозяйствах, технологии возделывания и почвенно-климатических условий. В качестве критерия для определения численности можно предложить производительность комбайна на один рядок равный 0,2 га/ч. В таком случае, по мнению И.Е. Кущева [1], для получения уровня механизации близкого к максимальному в России необходимо иметь: 53118 однорядных машин, 24882 двухрядных, 7788 трехрядных, 3296 четырехрядных. А, учитывая то, что в России происходит разукрупнение сельскохозяйственных предприятий, возникновение мелких фермерских и других хозяйств, наиболее эффективными являются однорядные комбайны в диапазоне от 50 до 200 Га.

Однако при всей перспективности уборки картофеля комбайнами, при данном способе уборки наблюдается большой процент поврежденных клубней, чем при других. Как выяснилось, при уборке повреждается в среднем 40 % клубней по массе. Если принять общее количество

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

повреждений за 100 %, то из этого следует, что только на перепадах повреждается 67,5 %, а на перепадах и сепарирующих органах вместе повреждается уже 95 % клубней [6].

Большинство ведущих фирм мира ведут интенсивные разработки механических сепараторов, которые не потеряли своего значения. В настоящее время резервы повышения эффективности большинства серийно выпускаемых рабочих органов исчерпаны, в исследования направлены на создание новых устройств с высокой эффективностью сепарации при незначительных повреждениях клубней.

В работе Верменко Я.И., где рассматриваются ротационные типы сепараторов [7], отмечено, что замена поступательного движения (прутковый элеватор) или возвратно-поступательного (грохот) на вращательное движение дисков способствует более активному разрушению пласта, улучшает интенсивность просеивания почвы. Причём, если при нормальной влажности почвы сепарирующая способность пруткового элеватора и дискового сепаратора мало отличается, то при повышенной влажности почвы все преимущества на стороне дискового сепаратора.

Большую работу по исследованию роторных сепараторов провёл Б.П. Шабельник [8]. В результате был создан двухъярусный сепаратор. Роторы нижнего яруса - транспортирующие имеют волнистую поверхность. Роторы верхнего яруса - очищающие, трёхлопастные с соотношением диаметра вписанной окружности к диаметру описанной окружности 1:3. Выступы всех роторов верхнего и нижнего ярусов работают в фазовом кинематическом режиме, а между собой - в противофазовом режиме.

Американское оборудование "Eskel" включает сортировальную машину, имеющую специальный стол для сепарации картофельного вороха [9]. В качестве основных рабочих элементов применяются сменные ролики-роторы, которые могут быть как с волнистой, так и с пальцевой формой поверхности.

На финский комбайн "Juko" роторно-пальцевый сепаратор устанавливается для очень тяжелых и влажных условий уборки [8].

Выводы. При разработке картофелеуборочных машин следует отдавать предпочтение обладающим максимальной сепарирующей способностью при минимальных повреждениях клубней, а также способных работать на всех типах почв

Список литературы

1. *Верменко Я.И.* Исследование процесса сепарации в картофелеуборочных машинах с ротационными рабочими органами / *Я.И. Верменко: Дисс...* канд. техн. наук. - Киев, 1964. - 215 с.
2. *Зернов В.Н.* Анализ повреждаемости клубней картофеля рабочими органами картофелеуборочного комбайна. Отчет о НИР/НИИ картоф. хоз-ва / *В.Н. Зернов* - М., 1978.
3. *Картофелеводство зарубежных стран* / *Б.П. Литун, А.И. Замотаев, Н.А. Андрушина.* - М.: Агрпромиздат, 1988. -167 с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

4. *Кушнарев А.Г.* Картофель в Забайкалье / *А.Г. Кушнарев.* – Новосибирск: Наука, 2003. -232 с.
5. *Куцев И.Е.* Разработка разветвляющейся технологии уборки картофеля с обоснованием параметров и режимов работы сепарирующих устройств / *И.Е. Куцев:* Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Рязань, 1999.
6. *Петров Г.Д.* Картофелеуборочные машины / *Г.Д. Петров.* - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. -320 с.
7. *Угланов М.Б.* Разработка комплекса машин для уборки картофеля на основе совершенствования рабочих органов и рационального их сочетания / *М.Б. Угланов:* Дис. ... д-ра техн. наук: 05. 20. 01. – Рязань, 1989 – 475 с.: ил. – Библиограф.: С. 397-410.
8. *Шабельник Б.П.* Разработка технологического процесса очистки корнеплодов и создание конвейеров-очистителей свеклоуборочных машин / *Б.П. Шабельник:* Дисс... докт. техн. наук. - Харьков, 1986. - 497 с.
9. *Eskel potato equipment.* Spudmun. July – August, 1986.-VOL.24, № 6 p.15.
10. *Juko: potato harvester and cultivator.* Oy Juko Ltd. SF – 23110. Finland. 118p.

Сведения об авторах

Кагерманова Яна Сергеевна – студент 2 курса инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89145236525, e-mail: yana51122@gmail.com).

Коковихина Анастасия Алексеевна - студент 2 курса инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89526341437, e-mail: kokona2002@icloud.com).

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.:89503835361, E-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru).

УДК 631.3(571.151)

ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МАРАЛОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Карякин К.С., Медведева Ж.В.

Алтайский государственный аграрный университет
г.Барнаул, Алтайский край, Россия

Мировая практика и опыт успешных отечественных сельхозпроизводителей показывают, что применение цифровых технологий позволяет сформировать оптимальные условия, позволяющие контролировать жизнедеятельность животных. Особое значение применение робототехники в сельском хозяйстве имеет для улучшения условий труда, снижения профзаболеваемости и травматизма на производстве. Повышение творческого характера труда, снижение зависимости от дефицита кадров. Все это возможно решить за счет использования робототехники в опасных, тяжелых, монотонных и утомительных видах работ в сельском хозяйстве

Ключевые слова: мараловодство, контроль за животными, беспилотные летающие аппараты (БПЛА).

Сельскохозяйственное производство республики имеет четко выраженную животноводческую специализацию. Республика Алтай занимают лидирующее положение в Российской Федерации по разведению маралов и пятнистых оленей. Мараловодство на Алтае развивается уже более века, став одним из самых интересных направлений в отечественном животноводстве. Олени-маралы являются источником очень полезного мяса и совсем неплохих шкур, но ценят животных вовсе не за это. Главный продукт, ради которого разводят маралов - это особо ценные рога-панты. Сегодня пантовое мараловодство считается одним из самых перспективных направлений в сельскохозяйственной отрасли Алтая.

Аграрная политика сегодня направлена на то, что сделать отрасль мараловодства высокоэффективной, конкурентоспособной, существенно повысить надежность обеспечения страны собственной продукцией мараловодства и улучшить ее качества [4].

Использование части пастбищ сельскохозяйственными животными затруднено некоторыми специфическими и экологическими условиями горного региона целесообразно развитие в этих регионах мараловодства. А также уровень развития отрасли мараловодства имеет большое значение в системе обеспечения местного населения и стратегии развития республики в целом.

Целью работы послужило изучение технологии содержания маралов в КФХ «Карякин А.Ф» Усть-Коксинского района Республики Алтай с применением беспилотных летающих аппаратов (БПЛА).

Проблема контроля, за содержанием и пребыванием практически диких животных на достаточно большой территории совершенно очевидна. Контроль территории парков осуществляют мараловоды на лошадях, это

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

является достаточно долгим, трудоемким и опасным мероприятием. Рельеф территории имеет крутые спуски и подъемы, а так же не исключена агрессия со стороны маралов и жеребцов. В целях безопасности и снижения трудоемкости необходимо разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологий в животноводстве.

Система содержания маралов в настоящее время воплотила в себя весь накопленный годами научный и практический опыт ведения отрасли. Для содержания животных организуют парки, выбирают обычно гористую или холмистую местность, богатую разнообразной травянистой растительностью, покрытую негустым лесом и имеющую естественные водные источники. Чтобы получить наиболее качественные панты, животных нужно выпасать в горах на определенной высоте. Причем лучше это делать в Алтайских горах, где растет множество трав-эндемиков, поедание которых наилучшим образом сказывается на качестве пантов.

В КФХ «Карякин А.Ф.» занимаются разведением Алтае-саянской породы маралов, которая характеризуется повышенной пантовой и мясной продуктивностью, крепостью и хорошей приспособляемостью к местным условиям. Маралов разводят в естественных условиях на обширных горно-лесных участках – парках, огороженных высокими изгородами. Территория парка, уголок природы с могучими деревьями, сочным разнотравьем.

Актуальность проблемы контроля сельхозугодий на которых содержатся маралы не вызывает сомнений. Парки (огороженные территории) в которых содержатся практически дикие животные, имеют огромные площади. Территория марало-парка (загороженные лесные, горные пастбища в расчете 1,5-2,0 га на голову). За 150-летнюю историю развития отрасли, несмотря на мнение видного этолога профессора П. Мантейфеля (1950), маралы не стали послушными сельскохозяйственными животными. Для них характерны дикий и буйный нрав, стадность. Недостаток пастбищной травы из-за пастьбы оленей десятилетиями в одних и тех же парках летом, нехватка кормов в зимнее время, отсутствие селекционно-племенной работы на большинстве марало-ферм существенно сказываются на продуктивности животных [8].

Для обеспечения отдельного содержания животных по половым и возрастным группам парк разгораживают на сады. Такое содержание является достаточно удобным, т.к. каждая группа маралов может обслуживаться в соответствии с ее особенностями. Маралы обладают определенным консерватизмом в отношении природно-климатических условий. Поэтому при перемещении маралов крайне важно учитывать степень их приспособленности к новым природно-климатическим условиям. Показателем такой приспособленности может служить уровень продуктивности животных и продолжительность использования маралов.

Так как контролировать территории парков человеческими силами достаточно сложно и тяжело и в тоже время во многих регионах

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

наблюдается нехватка кадров, продолжается отток населения из сельской местности. В этих условиях особое значение приобретают вопросы внедрения инновационной техники и технологий, в том числе робототехники, сберегающих трудовые ресурсы и повышающих творческую составляющую труда в сельском хозяйстве, тем самым закрепляя кадры на селе [3].

В этой связи научные разработки по совершенствованию процессов организации производства мараловодческой продукции в России, направленные на поиск теоретических и прикладных инструментов повышения эффективности и стратегического развития пантового мараловодства. Следует заметить, что на сегодняшний день беспилотные летательные аппараты в нашей стране не так популярны, данное направление находится на начальном уровне [4]. Не является исключением и республика Алтай.

Мировая практика и опыт успешных отечественных сельскохозяйственных производителей показывают, что применение современных цифровых технологий позволяет сформировать оптимальные условия, позволяющие контролировать жизнедеятельность маралов. Возможности применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве представлены в таблице 1.

Таблица 1- Основные типы БПЛА и их характеристика.

| Наименование | Общий вид | Характеристики |
|---|---|--|
| Летательный аппарат (ЛА) самолетного типа |  | Подъемная сила создается аэродинамическим способом за счет напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло. Аппараты такого типа, отличаются большей длительностью полёта, максимальной высотой полета и высокой скоростью. |
| ЛА вертолетного типа (дрон) |  | Аппараты вертолетного типа с вращающимся крылом. Подъемная сила этого типа создается аэродинамически, за счет вращающихся лопастей несущего винта. Крылья либо отсутствуют, либо играют вспомогательную роль. |
| ЛА вертолетного типа (квадрокоптер) |  | |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Анализируя публикации Мелиховой Е.В., Мелихова Д.А. (2019), по использованию БПЛА нами были изучены несколько их типов. Виды БПЛА и их характеристики представлены в таблице 1. Опишем положительные и отрицательные стороны аппаратов самолетного типа.

Получение большей информации позволит повысить качества принимаемых управленческих решений, снизить кадровые риски. Они связаны с невыходами людей на работу, с трудоемкостью и преодолением огромных расстояний [5].

Положительными сторонами применения БПЛА является большое покрытие площади фотосъемки за один вылет и скорость получения данных больших территорий быстрее, чем у аппаратов вертолетного типа. Время одного полета до 50 мин. Комплекс может снять до 4 кв. км за полет с разрешением 5 см/пиксель и до 10 кв. км при разрешении 15 см/пиксель. Особенности конструкции не позволяют беспилотнику работать в режиме зависания из-за постоянного движения. Отрицательной стороной является и сложность в управлении (запуск одного БПЛА осуществляют два специалиста с профессиональной подготовкой для управления этим комплексом), также существует высокий риск повреждения достаточно дорогого оборудования [6].

Таким образом, благодаря развитию технологий, БПЛА будут активно проникать во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и сельское хозяйство в мараловодство, значительно увеличивая производительность труда и снижая издержки производства. При изучении положительных и отрицательных сторон БПЛА, был проведен анализ, данные представлены в таблице 2.

Таблица 2- Анализ «Использование беспилотных летающих объектов в сельском хозяйстве Российской Федерации»

| | |
|-----------------------|--|
| Положительные стороны | Оперативность получения снимков. БПЛА позволяют вести съемку даже в условиях облачности, что недоступно спутникам и затрудняет использование авиации. |
| | Возможность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов. |
| | БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических. |
| | Доступность и простота использования. |
| Отрицательные стороны | Ограниченный подъемный вес. |
| | Плохо управляемы в плохих погодных условиях (сильный ветер, дождь). |
| | Необходимо соответствующее программное обеспечение, так как количество систем мобильного мониторинга с использованием БПЛА является крайне ограниченным и в основном находится на стадии проектов. |
| | Ограниченное время полёта в связи с малой ёмкостью аккумулятора. |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Положительными сторонами применения БПЛА является большое покрытие площади фотосъемки за один вылет и скорость получения данных больших территорий быстрее, чем у аппаратов вертолетного типа. Время одного полета до 50 мин. Комплекс может снять до 4 кв. км за полет с разрешением 5 см/пиксель и до 10 кв. км при разрешении 15 см/пиксель. Особенности конструкции не позволяют беспилотнику работать в режиме зависания из-за постоянного движения. Отрицательной стороной является и сложность в управлении (запуск одного БПЛА осуществляют два специалиста с профессиональной подготовкой для управления этим комплексом), также существует высокий риск повреждения достаточно дорогого оборудования [6].

На аппарат может быть установлена и другая полезная нагрузка: тепловизоры, мультиспектральные и ИК-камеры и т. д. С помощью полученных данных с БПЛА возможно создание ортофотоплана или 3D-модели местности, создание карты высот, определение состояния поля и определение индекса NDVI [2].

Коптерные беспилотники могут оснащаться различным количеством винтов, это позволяет им точечной съемкой на месте при обследовании небольшого участка посевной площади, трехмерного моделирования, а также опрыскивания всходов.

Все это возможно решить за счет использования робототехники в опасных, тяжелых, монотонных и утомительных видах работ в сельском хозяйстве.

Чтобы разобраться в реальной востребованности беспилотной аэросъемки, мы изучили опыт применения БПЛА зарубежными и отечественными сельхозпроизводителями и исследователями. При облете парков для осмотра, проводится съемка и воспроизведение цветных изображений или видео высокой четкости, которые могут предоставить много полезной информации:

- анализ кормовой базы и водного ресурса на территории парка;
- оценка состояния здоровья маралов;
- контроль за гоном (случкой) животных и получением потомства;
- безопасность и охрана животных от хищников (волков, медведей);
- прогнозирования пантовой продуктивности.

По результатам аэросъемки за несколько минут может быть сформирован файл-предписание для устранения и оказания помощи животным (маралам) offline с учетом существующей проблемы.

На сегодняшний день на БПЛА могут устанавливаться два типа камер: модифицированные или мультиспектральные. В модифицированной камере линза изменена таким образом, чтобы фиксировать отражение в ближней инфракрасной области спектра. Такие камеры дешевле и более доступны, но в них может присутствовать «шум», который негативно скажется на качестве интерпретации. В мультиспектральной камере количество линз может

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

доходить до 12 (Tetracam MiniMCA12), и каждая линза регистрирует излучение в узкой области спектра, исключая возможный «шум». В отличие от модифицированных камер, мультиспектральные позволяют получать гораздо больше комбинированных изображений, и рассчитывать большее количество индексов. Однако стоимость таких камер гораздо выше модифицированных, и для обработки снимков нужно обладать необходимыми навыками и более продвинутым программным обеспечением для обработки мультиспектральных данных. Затем с помощью специальных алгоритмов данные обрабатываются и делаются выводы о состоянии изучаемого участка. Получение большей информации позволит повысить качество принимаемых управленческих решений, снизить кадровые риски. Они связаны с невыходами людей на работу, с трудоемкостью и преодолением огромных расстояний [2].

За последние несколько лет разработано множество различных проектов применения сельскохозяйственных «дронов», но более 90% из них до сих пор не воплощены в реальность.

Так, в соответствии с Федеральным законом от 03.07.2016 №291-ФЗ «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации» беспилотные авиационные системы и их элементы подлежат обязательной сертификации на основе федеральных авиационных правил. Обязательная сертификация завершается выдачей сертификата, если в ходе проведения сертификации установлено, что беспилотные авиационные системы и (или) их элементы соответствуют требованиям к летной годности и к охране окружающей среды [1].

Несмотря на трудности, которые испытывает индустрия беспилотной авиации сейчас, в ближайшем будущем в сфере беспилотных летательных аппаратов ожидается прорыв: дроны станут доступны практически каждому, будут обладать большим временем полета, камерами с высоким разрешением, различными специализированными устройствами, системами безопасности полета и помощью в управлении [2].

Особое значение, для внедрения роботизированных комплексов на любом сельскохозяйственном предприятии имеет подготовка кадров, способных освоить данную технику и цифровые, интеллектуальные технологии, которые необходимы для улучшения условий труда работников, снижения профессиональной заболеваемости и травматизма на производстве, повышение творческого характера труда, снижения зависимости от дефицита кадров. Руководители хозяйства тесно сотрудничают с Алтайским ГАУ, они участвуют в семинарах, вебинарах, повышают квалификацию на базе вуза.

В настоящее время на базе Алтайского ГАУ создана «Лётная школа» по программе повышения квалификации «Практическое применение беспилотных авиационных систем для сельского хозяйства». Студентов обучают дистанционному пилотированию, анализу метеорологических,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

аэронавигационных обстановок, использованию специальных программ позволяющих оценить техническое состояние и готовность использования беспилотных авиационных систем [7].

Таким образом, использование БПЛА в КФХ «Карякин А.Ф.» Усть-Коксинского района Республики Алтай позволит вывести сельскохозяйственное производство на новый уровень с повышением рентабельности отрасли. В хозяйстве пришли к выводу о необходимости модернизации сельского хозяйства, внедрения инновационных технологий, в том числе применением беспилотных летающих аппаратов (БПЛА), с помощью которых будут получены съемки с летательных аппаратов, включающие информацию о содержании, кормлении, размножении и состоянии здоровья маралов.

Список литературы

1. Будущее животноводства за беспилотными летающими аппаратами// Информационное агенство Milknews.ru. –М.:2016.с-123.
2. Зубарев Ю.Н., Фомин Д.С., Чашин А.Н., Заболотнова М.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник ПФИЦ. – 2019. – №2. – С. 47-51.
3. Карякин К.С., Медведева Ж.В. Безопасность при выполнении работ в мараловодстве//Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: Сборник научных трудов. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – № 1. – с.65-67.
4. Карякин К.С., Медведева Ж.В., Карякин К.С. Внедрение и использование роботизации в мараловодстве //Аграрные проблемы Горного Алтая и сопредельных регионов: сборник научных работ / под ред. С.Я. Сыевой. – Барнаул: Азбука, 2020. – Вып. 5. – С. 397-404.
5. Садов В.В., Смышляев А.А., Медведева Ж.В., Карякин К.С. Возможности применения беспилотных летающих аппаратов на животноводческих предприятиях // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. V Всероссийской (национальной) науч. конф. (г. Новосибирск, 18 декабря 2020 г.). – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020 – С. 247-251.
6. Смышляев А.А., Медведева Ж.В., Карякин К.С. Использование беспилотных летающих аппаратов в условиях КФХ «Карякин А.Ф.» // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. матер. XVI Междунар. науч.-практ. конф. (9-10 февраля 2021 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2021. – Кн. 2. – С. 39-41.
7. Смышляев А.А., Медведева Ж.В. Современное профессиональное образование в аграрном вузе// Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием (г. Новосибирск, 20 декабря 2021 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т.-Новосибирск : ИЦ НГАУ«Золотой колос», 2021. -798-803.
8. Огнёв С. И. Научно-практическое обоснование продуктивно-биологических характеристик маралов алтае-саянской породы: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : - Барнаул, 2011. - 41 с.

Сведения об авторах

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Карякин Константин Сергеевич – магистр второго курса, 200 группа, инженерный факультет (656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Красноармейский 98 телефон 89139907328, e-mail: kostya1999k2015@mail.ru.)

Медведева Жанна Владимировна - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции инженерного факультета (656049, Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Красноармейский 98 телефон 89132319050, e-mail: amedvedev_71@mail.ru.)

УДК 631.3-6

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»
СОГЛАСНО *ASTM D7899-19***

Корнеева В.К., Зыков Н.Д., Спиридович П.М., Капцевич В.М., Закревский И.В.

Белорусский государственный аграрный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

Описан метод «капельной пробы» и возможности его применения для анализа состояния работающего моторного масла и основных систем и механизмов двигателя (топливной системы, системы охлаждения, системы очистки масла, системы очистки воздуха, системы вентиляции картера). Приведен пример реализации метода «капельной пробы» согласно *ASTM D7899-19*. Показано изменение размеров и формы масляного пятна на хроматограмме в течение необходимого времени сушки.

Ключевые слова: моторное масло, «капельная проба», *ASTM*, хроматограмма, размер капли, время сушки

Обеспечение надежности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является комплексной задачей, решаемой по различным направлениям. Одним из важных направлений является контроль работоспособности моторных масел. Моторные масла являются важным элементом конструкции двигателя, влияющим на его ресурс, и могут надежно выполнять свои функции только при соответствии их свойств термическим, химическим и механическим воздействиям, которым оно подвергается на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей.

Моторные масла выполняют в ДВС комплекс функций, обеспечивают работоспособность узлов трения и одновременно стареют по естественным причинам, а поэтому могут ухудшать работоспособность узлов трения. Отсюда показатели качества моторных масел являются комплексными диагностическими параметрами, позволяющими выявлять причины неисправностей механизмов ДВС и повышенной интенсивности их изнашивания. Кроме того, показатели качества масел позволяют корректировать периодичность технического обслуживания машин, повышать надежность и срок их службы, а тем самым снижать затраты труда и средств на техническую эксплуатацию. Так, по данным [6] диагностирование по показателям масел позволяет на 40 % увеличивать межремонтный срок службы агрегатов машин, на 10 % снижать затраты на текущий ремонт, на 11 % сокращать расход запасных частей, на 6 % уменьшать расход топлива и вдвое снижать время простоев машин из-за отказов дизелей.

По изменению показателей качества моторных масел можно диагностировать неисправности, характерные для любых моделей ДВС [1]: неисправности топливной аппаратуры; утечки охлаждающей жидкости в масляную систему; нарушение герметичности агрегата; неисправности

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

системы очистки масла; неисправности системы очистки воздуха; нарушение работы системы вентиляции картера.

Контроль масел возможен с использованием аналитических и экспресс-методов. Аналитические методы и соответствующие им средства позволяют выявить фактическое качество любого товарного нефтепродукта. В технически развитых странах в течение нескольких последних десятилетий создавалась сервисная сеть лабораторий, оснащенных автоматизированным оборудованием. В нашей стране подобной сервисной сети нет, а капитальные и текущие затраты на создание и содержание такой лаборатории настолько велики, что многие предприятия, в том числе и крупные хозяйства, не могут позволить себе их создавать.

Экспресс-методы и соответствующие им средства доступны не только каждому сельскохозяйственному предприятию, но и частным владельцам сельскохозяйственной техники. Их применение позволяет снизить трудоемкость оценки качества масел при мониторинге на один–два порядка [2].

Одним из наиболее простых и наглядных экспресс-методов оценки показателей качества работающего моторного масла является метод «капельной пробы» [3, 7–11], заключающийся в нанесении капли масла на фильтровальную (индикаторную) бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна. Этот метод позволяет, во-первых, оценить моюще-диспергирующие свойства, что свидетельствует о работоспособности моторного масла, как конструкционных элементов двигателя, во-вторых, определить наличие воды, что может говорить об исправности охлаждающей системы, в-третьих, оценить присутствие топлива, что указывает на неисправность работы топливной системы, в-четвертых, оценить содержание механических примесей, по которым можно судить об износе пар трения и неисправности фильтрующей системы.

Моюще-диспергирующие свойства моторного масла определяются наличием моющих, диспергирующих и стабилизирующих присадок. Моющие присадки (детергенты), предотвращают образование нерастворимых загрязнений в масле, препятствуют образованию их отложений на поверхности деталей ДВС и обеспечивают удаление этих загрязнений. Диспергирующие присадки (дисперсанты) обеспечивают и поддерживают в мелкодисперсном состоянии продукты старения масла и неполного сгорания топлива, тем самым препятствуя образованию шлама. Стабилизирующие присадки восстанавливают и стабилизируют высокотемпературную вязкость моторного масла, обеспечивают защиту узлов трения двигателя при высоких нагрузках, предотвращает падение вязкости моторного масла при частых пусках холодного двигателя.

Попадание воды в моторное масло приводит к понижению вязкости, а, следовательно, потере смазывающей способности и образованию сильных водорастворимых кислот (повышение кислотного числа), приводящему к

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

коррозионному изнашиванию деталей, что в конечном итоге приводит к выходу масла из строя.

Присутствие топлива в моторном масле, как и присутствие воды, приводит к снижению смазывающей способности, резко ухудшает его противоизносные свойства и способствует образованию нагара и лака на трущихся поверхностях, а также его попадание уменьшает температуры вспышки, а, следовательно, и пожароопасность масла.

Механические примеси повышают вязкость моторного масла, вызывают нарушение сплошности масляной пленки, обуславливая контакт с металлическими поверхностями, что вызывает повышенный износ деталей ДВС.

На бумажной хроматограмме, полученной методом «капельной пробы» в сформированном масляном пятне выделяют четыре зоны (рисунок 1) [4].

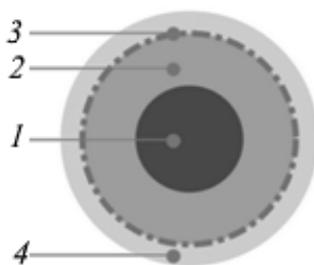


Рисунок 1 – Зоны масляного пятна: 1 – ядро; 2 – зона диффузии; 3 – зона воды; 4 – зона топлива

Каждая зона имеет свои характерные особенности.

В зоне ядра 1 осаждаются частицы механических примесей, не способные проникать в поры фильтровальной бумаги. Эта зона хорошо очерчена при небольшом пробеге двигателя и рабочем состоянии моторного масла. Интенсивность ее окраски характеризует количество механических примесей.

В зоне диффузии 2 располагаются мелкие частицы механических примесей, способные проникать в поры бумаги. Эта зона наиболее показательна, поскольку ее ширина характеризует самые важные при эксплуатации свойства масла – его моющую и диспергирующую способности. Данные свойства определяют, насколько масло успешно справляется с задачами очищения деталей двигателя, а также расщепления и предотвращения образования наиболее опасных крупных комков загрязнений.

Зона воды 3 представляет собой ровный невидимый контур, если в масле нет воды. Если же масло обводнено, то контур представляет собой ломаную, зигзагообразную линию. Если в масле, кроме воды, содержится охлаждающая жидкость – антифриз или тосол – то вокруг контура появляется желтое кольцо.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Зона топлива 4 – это светлый ореол, ширина которого зависит от количества несгоревшего топлива, проникшего в масло. Зона хорошо различима при просмотре теста «на просвет».

Американским обществом по испытанию материалов (*American Society for Testing and Materials*) разработан стандарт *ASTM D7899-19* [12], описывающий процедуру метода «капельной пробы» моторных масел. Для реализации этого метода каплю масла с помощью пипетки наносят на фильтровальную бумагу. При нанесении капли бумагу располагают в специальном держателе, предотвращая ее деформацию и контакт с любыми поверхностями. Держатель с фильтровальной бумагой и нанесенной каплей горизонтально размещают на 1 ч в сушильный шкаф или другое нагревательное устройство с отсутствием принудительной конвекции при температуре 80 °С. Далее в течение 60 мин производят обработку полученного изображения.

Для реализации метода «капельной пробы» в полевых условиях, руководствуясь *ASTM D7899-19*, нами разработана установка для нанесения капли масла на фильтровальную бумагу (рисунок 2), состоящая из капельницы 1, закрепленной вертикально на штативе 2, с возможностью регулирования объема и высоты падения капли.

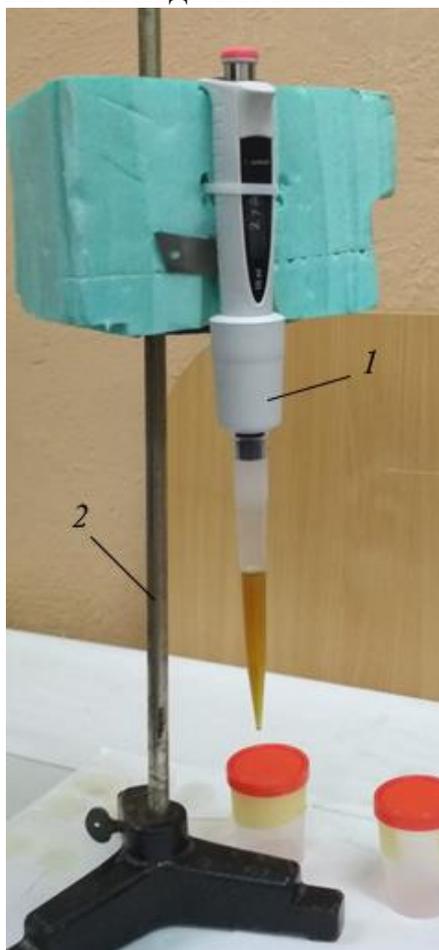


Рисунок 2 – Установка для нанесения капли на фильтровальную бумагу

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

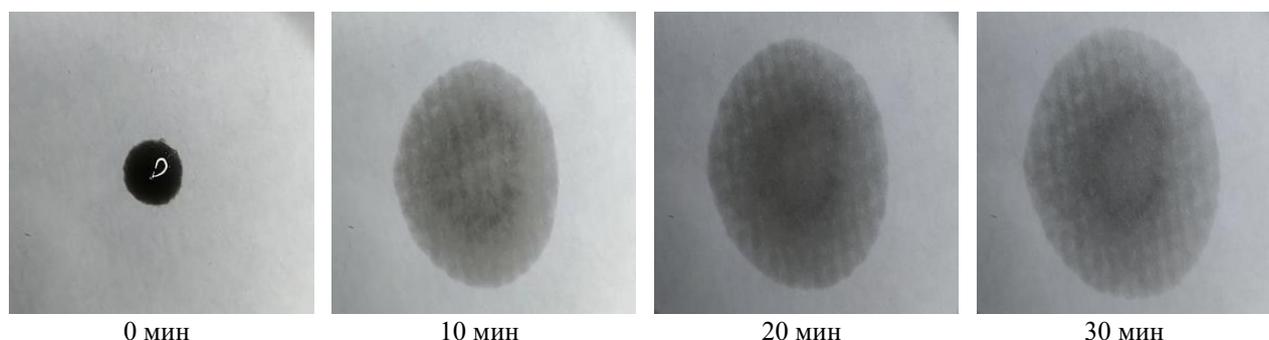
Для сушки масляного пятна спроектировано и разработано устройство, способное поддерживать определенную температуру без подключения в сеть 220 В – закрытый электротигель ЗИВ (рисунок 3).



Рисунок 3 – Электротигель ЗИВ

Для проведения исследований работающего моторного масла марки 10W40 объем капли выбирался равным 15 мкл, высота падения – 25 мм. Держатель с фильтровальной бумагой «синяя лента» (размер пор 3–5 мкм, толщина 0,16 мм, пористость 0,78–0,8) и нанесенной каплей выдерживали в электротигле, нагретом до температуры 80 ± 5 °С в течение 1 ч [5]. В процессе проведения эксперимента при помощи камеры мобильного телефона фиксировали видеоизображение поведения капли.

На рисунке 4 показано поведение капли (масляного пятна) с момента нанесения ее на фильтровальную бумагу и в процессе последующей сушки.



ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

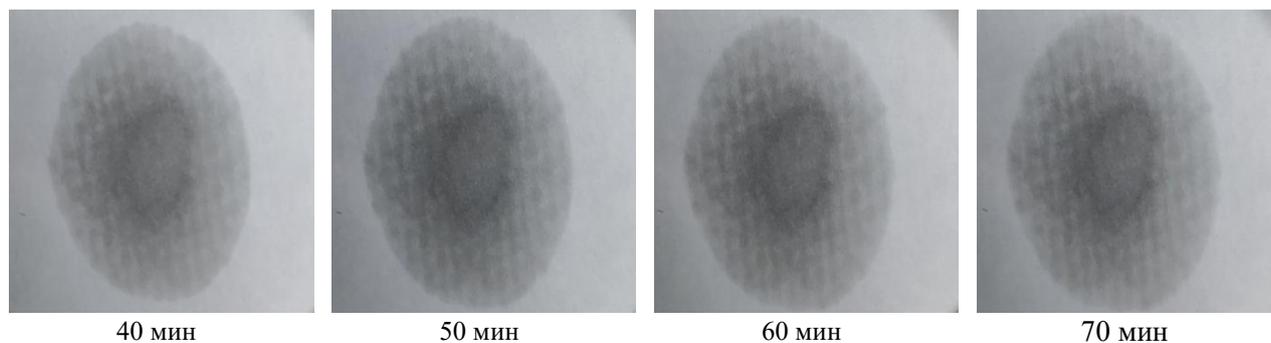


Рисунок 4 – Изменение размеров масляного пятна в процессе сушки

Анализ полученных изображений показал, что время сушки «капельной пробы» в течение 60 мин (согласно *ASTM D7899-19*) является необходимым и достаточным для фиксации изображения масляного пятна. За это время наиболее четко проявляются кольцевые зоны (ядро, зона диффузии, зона воды, зона топлива), характеризующие свойства самого масла и систем и механизмов двигателя в целом.

Список литературы

1. Власов Ю.А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Ю.А. Власов. – Томск, 2015. – 368 л.
2. Гурьянов Ю.А. Портативные средства экспресс диагностики ДВС по параметрам масла / Ю.А. Гурьянов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – № 10. – С. 11–16.
3. Гурьянов Ю.А. Экспресс-методы и средства диагностирования агрегатов машин по параметрам масла: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / Ю.А. Гурьянов. – Челябинск, 2007. – 371 л.
4. Зыков Н.Д. Оценка старения моторного масла с помощью капельной пробы (метод Blotter Spot) / Н.Д. Зыков, И.В. Закревский И.В., В.К. Корнеева // Техсервис-2020: материалы научно-практической конференции студентов и магистрантов (Минск, 20-22 мая 2020 года) / редкол.: А.В. Миранович [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 169-171.
5. Корнеева В.К. Динамика растекания и проникновения капли моторного масла на фильтровальной бумаге / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик / Агропанорама. – 2021. – № 6. – С. 26-30.
6. Миклуш В.П. Управление надежностью сельскохозяйственной техники методами диагностики и триботехники / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2019. – 392 с.
7. Розбах О.В. Экспресс-диагностика качества высокощелочных моторных масел способом «капельной пробы»: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / О.В. Розбах. – Омск, 2006. – 137 л.
8. Серков А.П. Совершенствование обслуживания автотранспортных средств за счет диагностики технического состояния эксплуатационных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.П. Серков – Омск, 2018. – 189 л.
9. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: пат. RU 2 649 095/ Г. Хорстмейер. – Оpubл. 29.03.2018.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

10. Способ определения необходимости замены масла в дизелях: а.с. СССР 201768 / Н.С. Пасечников, Н.М. Хмелевой. – Оpubл. 22.11.1967.

11. Способ экспресс-оценки рабочих свойств работающих моторных масел в полевых условиях методом «масляного пятна»: пат. RU 2 563 206 / А.В. Дунаев, С.А. Соловьев. – Оpubл. 20.09.2015.

12. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.

Сведения об авторах

Корнеева Валерия Константиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология металлов» факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375296628581, e-mail: lerakor1974@mail.ru).

Зыков Никита Дмитриевич – студент 3 курса факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375447212090, e-mail: nikitka.zykov.02@mail.ru).

Спиридович Павел Михайлович – магистрант кафедры «Технология металлов» факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375295096925, e-mail: spiridovich-pavel95@mail.ru).

Корнеева Валерия Константиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология металлов» факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375296628581, e-mail: lerakor1974@mail.ru).

Капцевич Вячеслав Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология металлов» факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375296311533, e-mail: slavakar47@mail.ru).

Закревский Игорь Владимирович – старший преподаватель кафедры «Технология металлов» факультета «Технический сервис в АПК» Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220023, Республика Беларусь, г. Минск, тел. +375296252056, e-mail: iv_zakrevski@mail.ru).

УДК 631.171 (075.8)

СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Кулдошев А.И., Шистеев А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

Одной из основных задач, решаемых при эксплуатации сельскохозяйственных машин, является сбор информации о техническом состоянии [1, 2]. Сбор информации целесообразно осуществлять, используя информацию об изменении текущего технического состояния машин, посредством мониторинга параметров технического состояния, характеризующих физический процесс, что в конечном счете характеризует износ деталей и сопряжений. Для получения объективной информации о техническом состоянии узлов и агрегатов техники, определяющих ресурс при эксплуатации, необходимо при их техническом обслуживании (ТО) проводить операции диагностирования, а в некоторых случаях – углубленного диагностирования [3, 4, 5].

Одним из эффективных способов контролирования состояния машин и механизмов на сегодняшний день являются системы удаленного мониторинга объектов [6], например, через системы спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС), с использованием технологий беспроводной передачи данных (Bluetooth / Wi-Fi). При этом, возможности системы дистанционного мониторинга техники позволяют создать унифицированное решение для контроля за техническим состоянием, а применение цифровых технологий можно использовать для поиска причин возникновения отказов техники в период ее эксплуатации.

Ключевые слова: системы спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС), цифровое сельское хозяйство, узлы и агрегаты техники

Введение. Для полноценной реализации правительственной задачи по развитию цифровых технологий в сельском хозяйстве, а также программы стратегии развития сельхозмашиностроения Российской Федерации до 2030 г. необходима разработка специальных систем и средств онлайн-контроля силовых передач тракторов и самоходных сельскохозяйственных и промышленных машин [7].

В условиях повсеместного использования таких технологий получить данные о техническом состоянии тракторов и машин можно посредством измерения параметров, с помощью применения аналоговых/цифровых датчиков и аналого-цифровых преобразователей, которые передают эти сигналы на ПК, для их последующей обработки в программном обеспечении [8, 12].

Материалы и обсуждение. В штатной заводской комплектации машин панели оператора, зачастую, не полностью отражают критически важные данные параметров работы и состояния силовых передач [9]. В связи с этим, операторы могут судить об их состоянии – только полагаясь на свои субъективные органолептические ощущения (исходя из личного опыта, по информации, получаемой путем внешнего осмотра, по шумам, издаваемым техникой, вибрациям, динамике движения во время работы и т. д.).

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В качестве эффекта от внедрения цифрового мониторинга можно определить следующие технико-экономические составляющие:

- Снижение затрат на горюче-смазочные материалы: оптимизация расхода топлива (обнаружение «пережогов»), исключение хищений дизтоплива (сливы из бака и «обратки», недоливы топлива);

- Сокращение затрат на техобслуживание: удаленное выявление неисправностей, предотвращение поломок, планирование технических обслуживаний по фактическому состоянию;

- Повышение эффективности работы техники: снижение времени простоя, исключение нецелевого использования, укрепление дисциплины труда.

В зависимости от текущего технического состояния машинно-тракторного парка предприятия, система телематики сельхозтехники делает возможным снизить затраты на топливо до 30 %, а затраты на запасные части и текущий ремонт до 20%.

При помощи системы спутникового мониторинга сельхозтехники становится возможным [10]:

- Контролирование местоположения технических средств, продолжительности и качества обработки полей;

- Точное определение площади обработанных полей с учетом видов выполненных работ и использованных орудий (боронование, сев, внесение удобрений и т.д.)

- Получение информации о количестве моточасов и времени работы механизмов тракторов и машин, фиксация простоев техники и времени начала и окончания работ;

- Вести точный учет расхода топлива и получать данные о заправках и сливах топлива, предотвращать хищения горюче-смазочных материалов;

Цифровые решения позволят предприятиям устранить такие проблемы, как: неполная обработка полей, неэффективное использование техники, медленная скорость работы и слабая дисциплина водителей [11].

Далее на рисунке 1 показано оборудование, которое применяется для мониторинга современных сельскохозяйственных машин.

Собственники сельскохозяйственной техники имеют возможность получать необходимую информацию путем дистанционного или непосредственного снятия специальных отчетов с флеш-карт, устанавливаемых в RFID модуль трактора или автомобиля.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

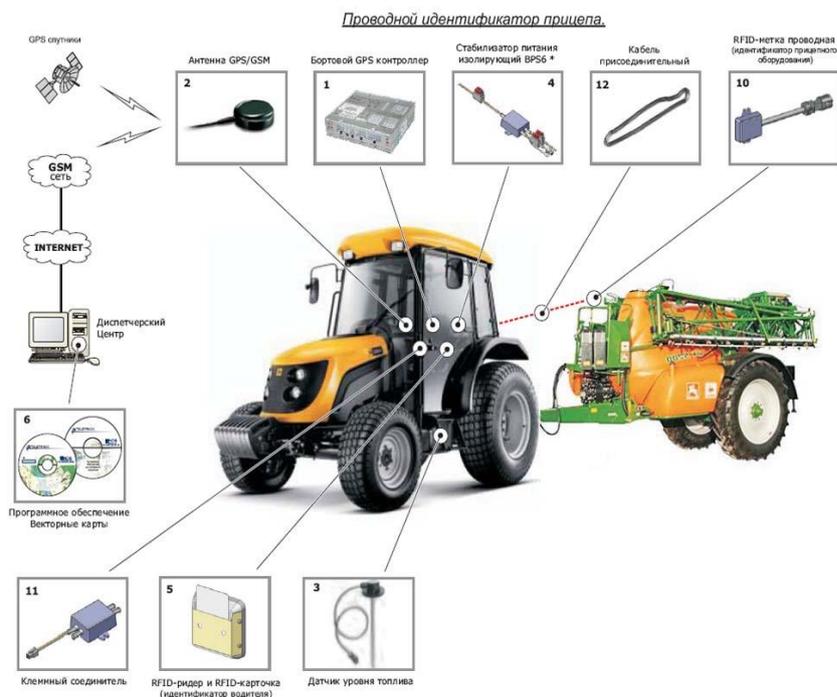


Рисунок 1 – Оборудование для мониторинга сельхозтехники

На рисунке 2 приведен пример отчета, который делает доступными данные о реальных пробегах, расходе топлива – с минимальной погрешностью, позволяет видеть где, когда и как двигалась сельхозтехника.

Из рисунка видно, что треки очень четкие, никаких разрывов и ломанных линий, в данном случае это достигается благодаря точности написания программных алгоритмов телеметрических систем.

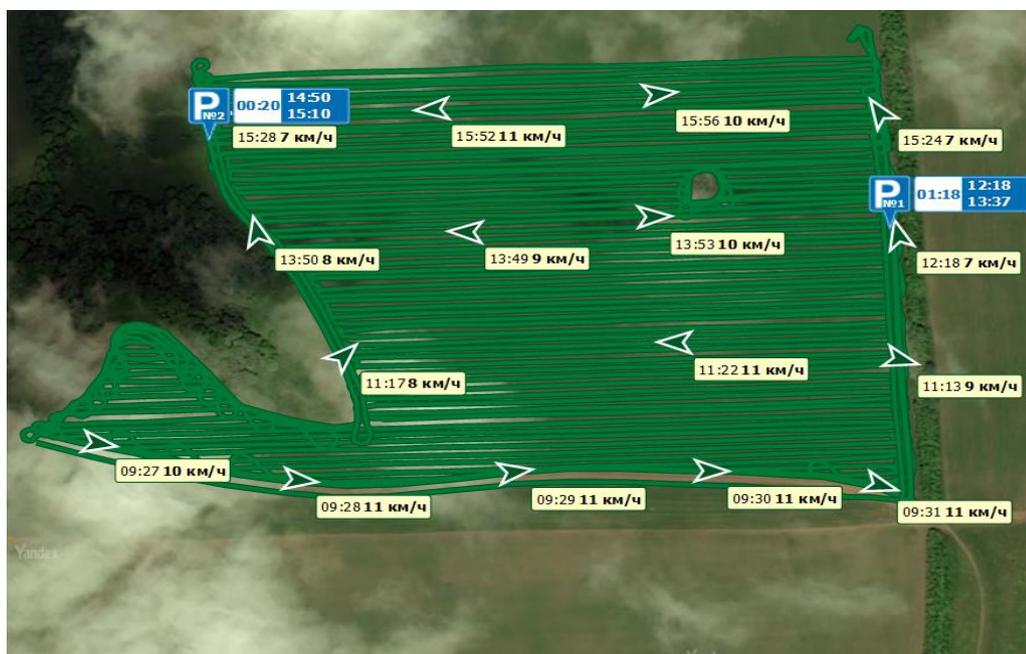


Рисунок 2 - Отчет о перемещениях трактора навигационной системы «Скаут»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Как было сказано выше, кроме этого, системы цифрового мониторинга позволяют получать очень точные, бесперебойные информационные данные о заправках и сливах топлива, доливках моторного масла и специальных жидкостей (Automatic transmission fluid, мочевины и т.д.). При этом, современные цифровые оболочки позволяют получать подробные и доступные отчеты, как для отдельных видов техники, так и для определенной выборки машин. Алгоритм составления таких отчетов также является достаточно полезным цифровым инструментом, как для руководителя, так и для механика, бухгалтера, ведущего учет топлива (Рисунок 3, 4).

| Итоговые данные за период | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|--------|----------|---------------|----------|------------------------------------|--------|-----------|------------|-------|-----------|-------|--------|------|-------|-------|--------|
| Объект | Описание | Заправки | | Сливы | | Объем топлива | | Пробег / Моточасы / Расход топлива | | | | | | | | | | | |
| | | Кол-во | Объем, л | Кол-во | Объем, л | Начало, л | Конец, л | Всего | | | В движении | | На ХХ | | | | | | |
| | | | | | | | | км | ч | л / 100км | л / ч | ч | л / 100км | ч | л / ч | | | | |
| Камаз 4 | автокран | 3 | 236,7 | 1 | 21,3 | 73,5 | 91,6 | факт | 265,0 | 25,1 | 197,6 | 74,5 | 7,9 | 6,3 | 96,4 | 36,4 | 18,9 | 96,7 | 5,1 |
| | | | | | | | | норма | | | 251,8 | 95,0 | | | 251,8 | 95,0 | | | 26,1 |
| Камаз 3 | автокран | 1 | 117,2 | 0 | 0,0 | 49,5 | 47,7 | факт | 46,8 | 19,9 | 119,1 | 254,4 | 6,0 | 1,9 | 44,5 | 95,0 | | 143,4 | 8,0 |
| | | | | | | | | норма | | | 187,9 | 95,0 | | | 1006,8 | 56,4 | | | 1036,0 |
| Камаз 5 | бортовой | 9 | 1383,7 | 0 | 0,0 | 146,5 | 347,2 | факт | 1786,3 | 70,6 | 1183,5 | 66,3 | 16,8 | 44,6 | 1090,3 | 35,7 | 21,9 | 87,8 | 4,0 |
| | | | | | | | | норма | | | 1036,0 | 58,0 | | | 1191,3 | 39,0 | | | 1191,3 |
| DAF | лесовоз | 5 | 1287,2 | 0 | 0,0 | 158,1 | 220,8 | факт | 3054,6 | 68,0 | 1224,5 | 40,1 | 18,0 | 46,1 | 360,8 | 35,9 | 29,2 | 306,6 | 10,5 |
| | | | | | | | | норма | | | 682,8 | 68,0 | | | 682,8 | 68,0 | | | 682,8 |
| Камаз 2 | тягач | 3 | 614,2 | 0 | 0,0 | 296,1 | 231,9 | факт | 1004,2 | 50,1 | 681,5 | 67,9 | 13,6 | 21,0 | 360,8 | 35,9 | 29,2 | 306,6 | 10,5 |
| | | | | | | | | норма | | | 682,8 | 68,0 | | | 682,8 | 68,0 | | 0,0 | 0,0 |
| ИТОГО | 6 ТС | 21 | 3639,0 | 1 | 21,3 | | | | 6157,0 | 236,1 | 3422,7 | | | 119,8 | 2580,8 | | 116,3 | 761,9 | |

Рисунок 3 – Расход топлива грузовых автомобилей КАМАЗ

| Заправки и сливы топлива | |
|--------------------------|---|
| Объект | 431229 (О864СК 55) |
| Датчик | Уровень топлива 1 (Основной бак) |
| Период отчета | с 24.05.2017 19:00:00 по 26.05.2017 04:59:59 |
| Пользователь | Алиев Артур Ильдарович, artur.aliev@trans-direct.ru |

| Заправки и сливы | | | | | |
|------------------|---------------|----------|---------|----------|-----------------------------------|
| Время | Заправка/Слив | Объем, л | Было, л | Стало, л | Место (название геозоны) |
| 24.05.2017 19:17 | Заправка | 228,4 | 159,3 | 387,7 | Коченево |
| 25.05.2017 16:10 | Слив | -30,7 | 209,1 | 178,4 | 6-я Комсомольская улица, 30, Омск |
| 26.05.2017 3:02 | Заправка | 472,5 | 166,6 | 639,1 | около Кормиловка |

| Итоговые данные | | | |
|--------------------------|---------------|--|-----------|
| Итоговый расход | 230 л | Расчётный расход | 0 л |
| Пробег | 896,2 км | Средняя скорость | 70,1 км/ч |
| Начальный объем | 159,5 л | Конечный объем | 599,7 л |
| Минимальный объем | 159,3 л | Максимальный объем | 639,1 л |
| Количество заправок | 2 | Количество сливов | 1 |
| Объем заправок | 700,9 л | Объем сливов | 30,7 л |
| Средний расход на 100 км | 25,7 л/100 км | Средний расход на 1 час работы двигателя | --- |
| Расход доп. потребителя | --- | | |



ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Рисунок 4 – Эксплуатационный отчет грузового зерновоза DAF

В период выполнения полевых работ наиболее интересным является получение подробной информации об обработке заданного поля, о видах проведенных работ, с указанием времени работ, процентах выполнения и реальном расходе топлива не только на километр стерни, но и расходе топлива на гектар – что для сельскохозяйственной техники является наиболее важным (Рисунок 5).

| Площадь обработанного участка | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|---|--|--|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Объект | JohnDeer | | | | | | | | | | | | | | |
| Период | с 10.07.2015 00:00:00 по 17.07.2015 23:59:59 | | | | | | | | | | | | | | |
| Датчики | Датчик1 (Внесение удобрений (в почву)), Датчик2 (Боронование) | | | | | | | | | | | | | | |
| Итоговые данные по участкам | | | | | | | | | | | | | | | |
| № | Участок | Площадь участка, Га | Число заездов/выездов | Вид работ | Общая площадь обработанного участка, Га | Полезная площадь обработанного участка, Га | Необработанная площадь участка, Га | Доля полезной площади | Время на участке | Время работы на участке | Общий пробег по участку, км | Рабочий пробег по участку, км | Расход топлива по норме, л (л/га) | Расход топлива по ДУТ, л (л/га) | Расход топлива по ДРТ, л (л/га) |
| 1 | Зона 0 | 109,2 | 8/8 | Боронование | 109,8 | 79,5 | 29,7 | 72,8% | 31:53:50 | 22:12:32 | 182,9 | 182,9 | 3975,3 (50,0) | 867,6 (10,9) | --- |
| | | | | Внесение удобрений (в почву) | 182,9 | 102,0 | 7,2 | 93,4% | | 22:12:32 | | 182,9 | 2040,3 (20,0) | | |
| Участок: Зона 0 (109,2 Га) | | | | | | | | | | | | | | | |
| № | Дата | Время первого заезда | Время последнего выезда | Общая площадь обработанного участка, Га | Полезная площадь обработанного участка, Га | Рабочий пробег по участку, км | Время работы на участке | Средняя скорость движения, км/ч | Расход топлива по норме, л (л/га) | Расход топлива по ДУТ, л (л/га) | Расход топлива по ДРТ, л (л/га) | | | | |
| Вид работ: Боронование Ширина орудия: 6,0 м | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 10.07.15 | 09:27:25 | 16:33:16 | 28,2 | 19,7 (18,0%) | 47,1 | 05:24:20 | 8,7 | 984,9 (50,0) | 189,1 (9,6) | --- | | | | |
| 2 | 11.07.15 | 15:56:16 | 19:00:36 | 15,4 | 12,6 (11,6%) | 25,7 | 03:04:20 | 8,4 | 631,3 (50,0) | 106,7 (8,4) | --- | | | | |
| 3 | 13.07.15 | 08:19:56 | 08:20:36 | 0,0 | 0,0 (0,0%) | 0,1 | 00:00:40 | 5,4 | 0,0 (50,0) | 1,8 (0,0) | --- | | | | |
| 4 | 15.07.15 | 08:31:50 | 16:12:50 | 22,1 | 17,7 (16,2%) | 36,9 | 04:37:59 | 8,0 | 884,3 (50,0) | 196,3 (11,1) | --- | | | | |
| 5 | 16.07.15 | 09:36:58 | 23:41:13 | 44,0 | 33,7 (30,9%) | 73,3 | 09:05:13 | 8,1 | 1685,5 (50,0) | 373,7 (11,1) | --- | | | | |
| Вид работ: Внесение удобрений (в почву) Ширина орудия: 10,0 м | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 10.07.15 | 09:27:25 | 16:33:16 | 47,1 | 25,5 (23,3%) | 47,1 | 05:24:20 | 8,7 | 509,1 (20,0) | 189,1 (7,4) | --- | | | | |
| 2 | 11.07.15 | 15:56:16 | 19:00:36 | 25,7 | 17,0 (15,6%) | 25,7 | 03:04:20 | 8,4 | 340,9 (20,0) | 106,7 (6,3) | --- | | | | |
| 3 | 13.07.15 | 08:19:56 | 08:20:36 | 0,1 | 0,0 (0,0%) | 0,1 | 00:00:40 | 5,4 | 0,0 (20,0) | 1,8 (0,0) | --- | | | | |
| 4 | 15.07.15 | 08:31:50 | 16:12:50 | 36,9 | 23,2 (21,2%) | 36,9 | 04:37:59 | 8,0 | 463,3 (20,0) | 196,3 (8,5) | --- | | | | |
| 5 | 16.07.15 | 09:36:58 | 23:41:13 | 73,3 | 43,5 (39,8%) | 73,3 | 09:05:13 | 8,1 | 869,3 (20,0) | 373,7 (8,6) | --- | | | | |

Рисунок 4 – Данные при обработке полей предприятия

Таким образом, внедрение систем спутникового мониторинга помимо повышения эффективности эксплуатации техники, сокращения количества и времени простоев техники, полностью исключается возможность хищения горюче-смазочных материалов и нецелевое использование техники.

Выводы. Системы цифровой поддержки сельского хозяйства необходимо внедрять повсеместно на предприятиях агропромышленного комплекса, в соответствии с той скоростью, которую развивает общий технический процесс конструирования новых современных машин. При этом, экономические затраты на разработку программных оболочек, отладку работы аналогово-цифровых узлов технических средств однозначно окупаются по следующим причинам:

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

- становится возможным точное отслеживание фактического расхода топлива в разных режимах работы двигателя;
- строго соблюдаются сроки выполнения работ;
- значительно снижаются затраты на технические обслуживания, диагностику и осуществление ремонтов;
- повышается дисциплина сотрудников.

Список литературы

1. *Березкина К.Ф.* Управление развитием машинно-тракторного парка / *К.Ф. Березкина* // Техника и оборудование для села. - №6. - 2010. - с. 37-41
2. *Дармаев Г.В.* Основы экономической эффективности сельскохозяйственного производства // Вестник КрасГАУ.–2011. № 4. С.12-17.
3. *Драйшице В.И.* Методические положения по экономической оценке технологий и машин в сельском хозяйстве/ *В.И. Драйшице* // Техника и оборудование для села. - №5.- 2010. - с. 41-47
4. *Дураев Б.О.* Эффективное использование сельскохозяйственной техники / *Б.О. Дураев* // АПК: Экономика, управление. 2016. № 12. С. 88-93.
5. *Иовлев Г.А.* Использование сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве / *Г.А. Иовлев* // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5 (147). С. 66-73.
6. *Иовлев Г.А.* Концепция формирования организационно-экономического механизма восстановления и развития технического потенциала сельского хозяйства / *Г.А. Иовлев* // АПК: регионы России. 2012. № 10. С. 54–59.
7. *Иовлев Г.А.* Особенности использования сельскохозяйственной техники в различных организационно-правовых формах хозяйствования: от фермерских хозяйств до крупных агрохолдингов / *Г.А. Иовлев* // Агропродовольственная политика России. 2016. № 5 (53). С. 61-64.
8. *Ковалев А.Ф.* Методологические подходы к оценке эффективности использования сельскохозяйственной техники / *А.Ф. Ковалев* // Агроконсультант. 2011. № 6 (2011). С. 27-31.
9. *Кокорева Е.Б.* Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники / *Е.Б. Кокорева* // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 2. С. 320-325.
10. *Костомахин М.Н.* Мониторинг состояния сельскохозяйственной техники с использованием систем спутниковой навигации / *М.Н. Костомахин* // Агротехника и энергообеспечение. 2014. № 1 (1). С. 261-265.
11. *Кундиус В.А.* Развитие кооперации в использовании сельскохозяйственной техники на основе аутсорсинга / *В.А. Кундиус* // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2018. № 2. С. 56-65.
12. *Ларионов В.И.* Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники на современном этапе / *В.И. Ларионов* // Актуальные вопросы аграрной науки. 2015. № 15. С. 49-57.

Сведения об авторах

Кулдошев Абдулла Илхомович – студент инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89294398212, e-mail: mech@irgsha.ru)

Шистеев Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины». Иркутский государственный

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

УДК 629.114.2

АНАЛИЗ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИХ СВОЙСТВ ДВИЖИТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

Логинов И.С., Шуханов С.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Урожайность коррелирует не только с почвенно-климатическими условиями, но и с применяемой инновационной высокотехнологичной сельскохозяйственной техникой и, в частности, тракторами. Поиск, разработка и внедрение новых конструкторских решений с использованием новых высококачественных материалов позволяет улучшить характеристики тракторов. Они обладают большим значением производительности посредством увеличения силы тяги, а также возможности агрегатирования нескольких орудий одновременно с осуществлением нескольких операций за один проход. При эксплуатации тракторов ключевым показателем является сцепление движителя с опорной поверхностью. Оно влияет на перемещение трактора по грунтам разного качества и их тяговые характеристики, в том числе уплотнение почвы. Основным показателем, отражающим сцепление с опорной поверхностью, считают коэффициент сцепления. Один из действенных способов повышения производительности представляет собой увеличение тяговых свойств мобильного средства. Изучение тягово-сцепных и почвосберегающих свойств движителей тракторов, а также их анализ позволил установить, что тяговые свойства обеспечивают в движении большое количество функций и возможностей. Тяговые свойства варьируют в зависимости от почвы, поэтому при работе на различных грунтах необходимо принимать во внимание показатель текучести, коэффициент пористости, а также влажность почвы. Повышение тяговых свойств ведет за собой улучшение сцепных свойств машин, а также повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов, что в свою очередь способствует осуществлению технологических операций в благоприятные агротехнические сроки.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, тягово-сцепные и почвосберегающие свойства, движители тракторов.

Введение. Научное обоснование процессов сельскохозяйственного производства способствует повышению уровня его всестороннего развития [1, 2, 3, 4]. При этом существенная роль отводится современным разработкам технического обеспечения агропромышленного комплекса [5, 6, 7, 8]. Урожайность коррелирует не только с почвенно-климатическими условиями, но и с применяемой инновационной высокотехнологичной сельскохозяйственной техникой и, в частности, тракторами [9, 10]. Поиск, разработка и внедрение новых конструкторских решений с использованием новых высококачественных материалов позволяет улучшить характеристики тракторов. Они обладают большим значением производительности посредством увеличения силы тяги, а также возможности агрегатирования нескольких орудий одновременно с осуществлением нескольких операций за один проход.

При эксплуатации тракторов ключевым показателем является сцепление движителя с опорной поверхностью. Оно влияет на перемещение

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Отношение максимального значения по сцеплению касательной силы в пятне контакта к нормальной нагрузке на колесе отражает максимальное значение коэффициента сцепления при прямолинейном движении.

$$\varphi_k = \frac{P_{k.max}}{G_H}, \quad (1)$$

Иногда применяют взамен нормальной нагрузки на ведущее колесо коэффициент продольного сцепления используемого колеса с опорной поверхностью.

$$\varphi_k = \frac{P_{k.max}}{R_z}, \quad (2)$$

Также для осуществления расчета, в том числе оценки применения сцепных свойств, используются коэффициенты: коэффициент использования сцепления, а также удельная сила тяги.

Таблица 1 – Удельное сцепление в кПа от вида грунтов

| Наименование грунтов | Показатель текучести | Удельное сцепление при коэффициенте пористости | | | |
|----------------------|------------------------|--|------|------|------|
| | | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,75 |
| Супеси | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | 21 | 17 | 15 | 13 |
| | $0,25 < I_L \leq 0,75$ | 19 | 15 | 13 | 11 |
| Суглинки | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | 47 | 37 | 31 | 25 |
| | $0,25 < I_L \leq 0,5$ | 39 | 34 | 28 | 23 |
| | $0,5 < I_L \leq 0,75$ | - | - | 25 | 20 |
| Глины | $0 \leq I_L \leq 0,25$ | - | 81 | 68 | 54 |
| | $0,25 < I_L \leq 0,5$ | - | - | 57 | 50 |
| | $0,5 < I_L \leq 0,75$ | - | - | 45 | 41 |

Для увеличения, а также обеспечения необходимых значений сцепных свойств трактора желательно выполнить ряд операций:

1) На тракторе можно смонтировать гидроувеличитель сцепного веса (ГСВ), с помощью этого конструктивного дополнения с навесных агрегатов дополнительно снимается некоторая часть веса машины и перегружается

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

через механизм навески на задние ведущие колеса трактора. При этом увеличение нагрузки на задние ведущие колеса трактора может быть достигнуто до 12 – 38 % и дает возможность увеличить тяговое усилие на крюке трактора на 9 – 29 %.

2) Применение специальных устройств. В частности, противобуксовочные цепи, а также браслеты.

3) Заполнение свободного пространства колес водой или другими специальными веществами.

4) Снижение значения давления воздуха в применяемых шинах ведущих колес.

5) Осуществлять осушительные операции на почвах с высокой влажностью с помощью специальных осушителей. Например, таких как фильтр-осушитель ПМК-02Б.

6) Выполнять работы по возможности при оптимальных погодных условиях или умеренной влажности почвы.

Известно, что на почву оказывает воздействие вес мобильного средства, при этом повышение массы трактора происходит в почве эффект накопления напряжений. Таким образом, каждый год ниже пахотного слоя, неуклонно возрастает уплотнение почвы.

Тяговые свойства мобильного средства коррелируют со многими факторами. Например, как свойства почвы, их механический состав, типа, применяемых ходовых движителей. Один из ключевых факторов представляет собой влажность. При повышении значения влажности почвы заметно понижается тяговая мощность мобильного средства. У колесных тракторов процент понижения тяговой мощности существенно больше, по сравнению гусеничной техникой.

Вывод. Тяговые свойства мобильного средства обеспечивают в движении большое количество функций и возможностей. Тяговые свойства варьируют в зависимости от почвы, поэтому при работе на различных грунтах необходимо принимать во внимание показатель текучести, коэффициент пористости, а также влажность почвы. Повышение тяговых свойств ведет за собой улучшение сцепных свойств машин, а также повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов, что в свою очередь способствует осуществлению технологических операций в благоприятные агротехнические сроки.

Список литературы

1. Ведущий момент и сила тяги движителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ozlib.com/816431/tehnika/veduschiy_moment_sila_tyagi_dvizhitelya – 15.01.22

2. Дондокова Г.Ж. Обоснование основных параметров каскадного решетчатого сепаратора для очистки зерна со ступенчатым зазором. Дисс. ... канд. техн. наук / Г.Ж. Дондокова. Улан-Удэ, 2007. – 164 с.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

3. Система машин в лесном хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=97235> – 15.01.22

4. Тягово-сцепные показатели тракторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/2380932/tehnika/komplektovanie_mashinno_traktornyh_agregatov - 15.01.22

5. *Шуханов С.Н.* Обзор и анализ исследований по износу в процессе пуска и прогрева двигателя / *С.Н. Шуханов, А.В. Кузьмин, О.Н. Хороших* // Известия Международной академии аграрного образования. 2021. № 57. С. 77-79.

6. *Шуханов С.Н.* Обзор и анализ стендов для диагностирования тормозных систем автотракторной техники / *С.Н. Шуханов* // Известия Международной академии аграрного образования. 2021. № 54. С. 54-58.

7. *Chubareva N.V.* Resource-saving by choosing methods of tractors maintenance / *N.V. Chubareva, V.N. Khabardin, M.V. Chubareva* // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019 International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019. 2019. С. 012045.

8. *Kokieva G.E.* Animal waste utilization technology / В сборнике: E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021. Rostov-on-Don, 2021. С. 05005.

9. *Kokieva G.E.* The study of reducing soil mechanical deformation in tilling / В сборнике: E3S Web of Conferences. 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021. Rostov-on-Don, 2021. С. 05006.

10. *Medyakov A.A.* Study of the biogas plant with catalytic heating / В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 52060.

Сведения об авторах

Логинов Илья Сергеевич – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: mech@igsha.ru).

Шуханов Станислав Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: shuhanov56@mail.ru).

УДК 630. 3. 23

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА БИННЕТА-ВЕРХОВСКОГО КАК ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМЫ ТРАКТОРОВ

Логинов И.С., Шуханов С.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Современные научные разработки способствуют успешному функционированию аграрного производства страны. К приоритетным направлениям создания новых агроинженерных систем и машин относится автотракторная техника сельскохозяйственного назначения. Всё большее распространение получают энергонасыщенные сельскохозяйственные трактора для выполнения большого объема работ с высокой производительностью. Такая техника оснащена шарнирно-сочлененной рамой (ШСР). Для местностей, имеющих равнинный рельеф с различными складками, а также перепад высот необходимы машины и механизмы, способные функционировать в таких условиях. Взаимное перемещение деталей по заданным траекториям характерно для многих технических устройств. Нередко, это сложные механизмы. Применение «классических» механизмов могут обеспечить заданные параметры движения. При всей своей не сложности они имеют исключительные возможности. Выполнено рассмотрение по механическим свойствам с помощью математического аппарата механизма Биннета-Верховского. Определены подвижности связи Биннета-Верховского. В итоге сделано заключение, что тракторы, оснащенные шарнирно-сочлененной рамой наиболее эффективны в сельскохозяйственных предприятиях, располагающими большими производственными площадями. Это не исключает применение шарнирно-сочлененной рамы на автотракторной технике, используемой на ограниченных площадях, например, таких как теплицы и тепличные комплексы, где первостепенное значение имеет высокая маневренность.

Ключевые слова: энергонасыщенные тракторы, механизм Биннета-Верховского, шарнирно-сочлененная рама.

Введение. Современные научные разработки способствуют успешному функционированию аграрного производства страны [1, 2, 3, 4]. Приоритетные направления создания новых агроинженерных систем и машин включают и автотракторную технику сельскохозяйственного назначения [5, 6, 7, 8]. К ним можно отнести инновационные разработки различных систем технических средств [9, 10]. Машины этого спектра позволяют механизировать большое количество производственных процессов агропромышленного комплекса, а также значительно повысить производительность труда, улучшить качество выполняемых работ. А это в свою очередь позволяет снизить себестоимость выпускаемой конечной продукции.

Всё большее распространение получают энергонасыщенные сельскохозяйственные трактора для выполнения большого объема работ с высокой производительностью. Такая техника оснащена шарнирно-сочлененной рамой (ШСР).

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Для местностей, имеющих равнинный рельеф с различными складками, а также перепад высот необходимы машины и механизмы, способные функционировать в таких условиях.

Взаимное перемещение деталей по заданным траекториям характерно для многих технических устройств. Нередко, это сложные механизмы. Применение «классических» механизмов могут обеспечить заданные параметры движения. При всей своей не сложности они имеют исключительные возможности.

Цель работы. Рассмотрение по механическим свойствам с помощью математического аппарата механизма Биннета-Верховского. Определение подвижности связи Биннета-Верховского.

Материалы и методы. Обзор источников литературы. Изучение свойств различных конструктивных элементов рам автотракторной техники. Анализ кинематических цепей.

Результаты исследования. Энергонасыщенные трактора, в том числе отечественного производства (семейства «Кировец») обладают значительной длиной, а также весом, поэтому они могут быть тихоходными и недостаточно маневренными. Быстроходность придают за счёт использования двигателей с большой мощностью. Маневренность обеспечивается путем изменения элементов конструкции. С особой остротой требования к маневренности возникают при выполнении поворотов и разворотов, а также при проезде между различными препятствиями.

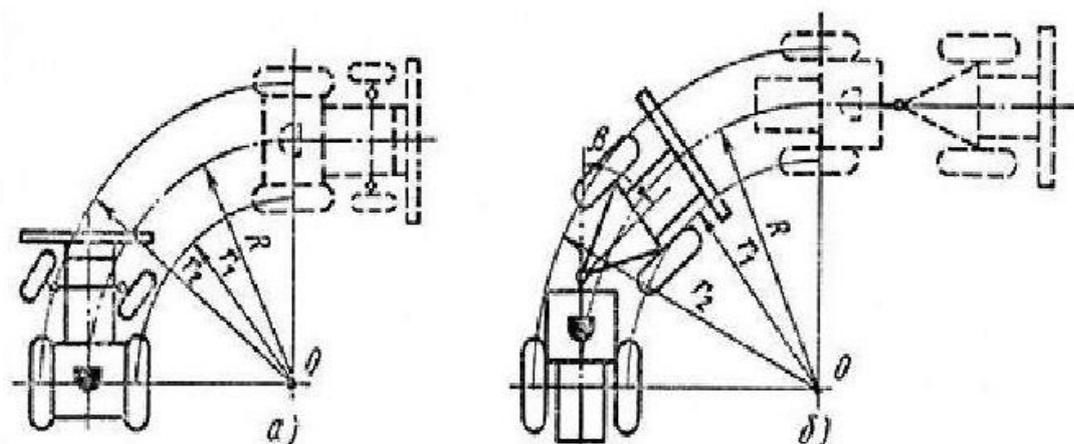


Рисунок 1 – Схема поворотов с передними поворотными колесами и с ШСР

Место расположения радиуса поворота транспортного средства (ТС) определяется точкой пересечения осей его колес. Из-за того, что при выполнении поворота колес одной из осей (передней, а может быть задней) не редко ограничивается особенностями конструкции, а также условиями сцепления (активного контакта) колес с почвой во время поворота. С целью уменьшения величины радиуса действительного поворота используется

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

поворот колес всех осей одновременно (передней, а также задней – в противоположные стороны) или излом шарнирно-сочлененной рамы. Это ведёт к заметному усложнению конструкции устройства, а также к удорожанию и уменьшению её надежности.

Весь спектр современных конструкций рам современных тракторов структурирован в ниже приведенной таблице. Они классифицируются на две большие группы – это шарнирно-сочлененные и рамы классической компоновки. Первые главным образом применяются на тракторах повышенной мощности, а вторые на остальной технике.

Таблица 1 - Классификация конструкций рам современных тракторов

| Шарнирно-сочлененная рама | | Классические компоновки рам | |
|---|---|---|--|
| Повышает проходимость в особенно в условиях высокой влажности и сложного рельефа | Большие габариты | Универсальность | Менее маневренны |
| Повышает маневренности | Ограниченная агрегируемость (комлектация) | Более эффективны на полях с малой площадью | |
| Высокие тяговые возможности | Не эффективны на малых площадях | Более качественно производит, междурядную обработку и сев культур | Менее проходимы в зонах сложного рельефа |
| Особенно актуальны с орудиями для глубокой вспашки и с широкозахватными комплексами | Обсуживание узла соединения полурам | Меньше стоимость до 400 лс | |

В 1903 в Английском журнале «Engineering» Джон Годолфин Беннетт написал в статье о реальной возможности создания подвижного пространственного шарнирного «четырёхзвенника». Впоследствии в 1923 г А.В. Верховский опубликовал статью, в которой он теоретически обосновал работоспособность отличающихся друг от друга двух пространственных четырёхзвенников – прямого и перекрёстного. Таким образом, сформировался механизм Биннета-Верховского или связь, получившего название Биннета-Верховского.

Длины звеньев применяемого механизма соответствуют условиям: $AB=DC$ и $BC=AD$. Вращение кривошипов 1 и 3 осуществляется в

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

противоположных направлениях, со значениями неравных угловых скоростей. Передаточное отношение $i_{13}=DE / AE$. Точка E расположена на пересечении оси шатуна 2 с прямой AD.

Длины звеньев применяемого механизма соответствуют условиям: $AB=CD$ и $BD=AC$. Звенья 1, 2, 3 и 4 составляют шарнир-антипараллелограмм ABCD. При повороте звена 1 вокруг точки O звено 4 перемещаются в противоположном направлении вокруг точки O1. Поворот всей колесной платформы выполняется вокруг точки P, являющейся мгновенным центром вращения.

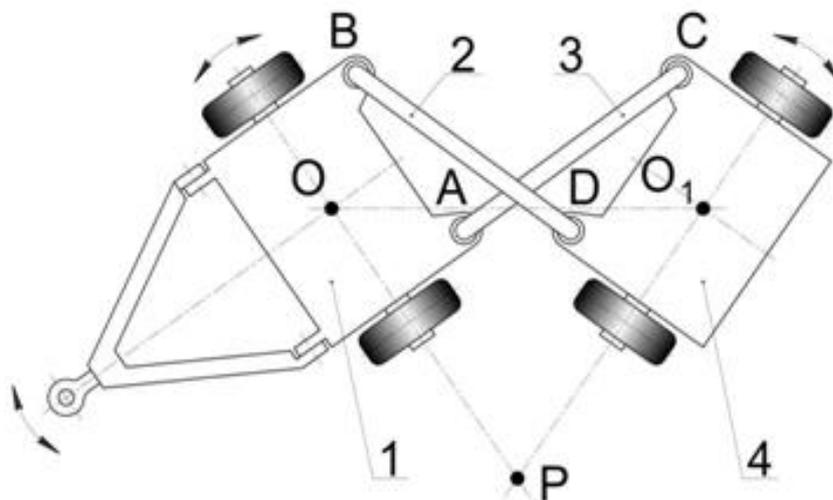


Рисунок 2 – Схема действия ШСР на основе механизма Биннета-Верховского (антипараллелограмм)

Двухосевое управление существенно повышает маневренность. Это достигается за счет возможности совпадения колес задней оси с образуемой колеёй колес передней оси.

По формуле, характеризующей подвижность используемых кинематических цепей с дополнениями академика И.И. Артоболевского.

$$W = (6 - m)n - \sum_{k=5}^{m+1} (k - m)p_k, \quad (1)$$

где W – подвижность (число степеней свободы) исследуемой кинематической цепи;

m – количество общих связей, накладываемых на всю рассматриваемую цепь ($m = 0, 1, 2, 3, 4$);

n – количество звеньев кинематической цепи;

k – класс используемых кинематических пар, определяющий количество независимых относительных движений между соединяемыми звеньями ($k = 5, 4, 3, 2, 1$);

p_k – количество кинематических пар каждого класса.

Если возьмем механизм, предложенный Биннетом-Верховским и по зависимости, сформулированной И.И. Артоболевским внесем его значения, а

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

именно вращательные кинематические пары в виде простых шарниров, относящиеся к пятому классу ($k = 5$), то выражение примет вид:

$$W = (6 - m)n - (5 - m)p_5, \quad (2)$$

Раскрытие скобок придаёт этому выражению следующий вид

$$W = 6n - 5p_5 + m(p_5 - n), \quad (3)$$

Когда примем $W=1$, что и соответствует механизму Биннета-Верховского, выразим m и придем к зависимости:

$$m = \frac{1+5p_5-6n}{p_5-n}, \quad (4)$$

Когда $m=0$, то в этом случае никаких общих условий связи на рассматриваемый на механизм не накладывается. В свою очередь этот механизм по определению классически пространственный, функционирующий в полной декартовой системе координат без каких-либо стеснений и принуждений (Нулевой механизм). Такие механизмы имеют определение как адаптированных или самоустанавливающихся.

Рассмотрим $m=0$, получим выражение

$$1 = 6n - 5p_5$$

Соответствует условиям $n=1, p_5 = 1$ и $n=6, p_5=7$.

Вывод. Классический пространственный шарнирный механизм можно создать только как семизвенник с семью шарнирами, а также с шестью подвижными звеньями (седьмое звено должно быть неподвижным или стойкой, относительно которого и изучается движение). Тракторы, оснащенные шарнирно-сочлененной рамой наиболее эффективны в сельскохозяйственных предприятиях, располагающими большими производственными площадями. Это не исключает применение ШСР на автотракторной технике, используемой на ограниченных площадях, например, таких как теплицы и тепличные комплексы, где первостепенное значение имеет высокая маневренность.

Список литературы

1. *Аносова А.И.* Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / А.И. Аносова, О.Н. Хороших, С.Н. Шуханов. – Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 181-183.
2. *Асалханов П.Г.* Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева / П.Г. Асалханов, Я.М.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Иванько, М.Н. Полковская. – Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 3.- С. 5– 10.

3. *Бураев М.К.* Модель износа деталей шарнирного сочленения полурам трактора к-701 / *М.К. Бураев, А.В. Шистеев, П.И. Ильин, А.И. Аносова, А.Ю. Жабин.* – В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Юбилейный сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Донского государственного технического университета (Ростовского-на-Дону института сельхозмашиностроения), в рамках XXIII Агропромышленного форума юга России и выставки "Интерагромаш". В 2-х томах. 2020. с. 454-456.

4. *Клибанова Ю.Ю.* Проекты и разработки в области цифрового сельского хозяйства, реализуемые на энергетическом факультете Иркутского ГАУ / *Ю.Ю. Клибанова, Б.Ф. Кузнецов.* – Актуальные вопросы аграрной науки. - 2019. - № 31. - С. 56 – 63.

5. *Кокиева Г.Е.* Исследование долговечности двигателей / *Г.Е. Кокиева, В.П. Друзьянова.* – В сборнике: Ларионовские чтения – 2021. Сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-практической конференции. 2021. С. 199-205.

6. *Очиров В.Д.* Анализ взаимодействия электротехнической системы «ИЗЛУЧАТЕЛЬ-МАТЕРИАЛ» в процессе нагрева и сушки пищевого растительного сырья/ *В.Д. Очиров, И.В. Алтухов, С.М. Быкова, М.А. Блохин.* – В сборнике: Серия конференций ИОР: Наука о Земле и окружающей среде. III Международная научная конференция: AGRITECH-III-2020: агробизнес, экологическая инженерия и биотехнологии. Красноярский научно-технический городской Зал Российского союза научных и инженерных объединений, 2020. - С. 62006.

7. *Хабардин В.Н.* Совершенствование средств контроля тормозных систем мобильных машин. Актуальные вопросы аграрной науки. 2021. № 40. С. 18-26.

8. *Шабанов Н.И.* Безопасная эксплуатация автомобильных кранов и подъемников / *Н.И. Шабанов, А.В. Чепурин, А.Ф. Бутенко.* – Зерноград, 2017, 121 с.

9. *Шуханов С.Н.* Обзор и анализ стендов для диагностирования тормозных систем автотракторной техники. Известия Международной академии аграрного образования. 2021. № 54. С. 54-58.

10. *Medyakov A.A.* Study of the biogas plant with catalytic heating / *A.A. Medyakov, D.M. Lastochkin, A.D. Kamenskih, P.N. Anisimov, A.P. Ostashenkov* // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 52060.

Сведения об авторах

Логинов Илья Сергеевич – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: mech@igsha.ru).

Шуханов Станислав Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК». Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: shuhanov56@mail.ru).

УДК 631.356.4:658.562

К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Луцкина А.А., Гуцалова А.Б., Кузьмин А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Картофель обладает рядом преимуществ в агроэкономическом отношении по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, что способствует его распространению. В статье проанализированы процессы повреждения клубней при уборке картофеля и рассмотрен анализ рабочих органов картофелеуборочных машин. Процент повреждения клубней картофеля остается необратимым. Механизованная уборка и транспортировка повышает этот процент. 20 % всего картофеля получает механические повреждения в ходе уборки и перевозки, а затем еще 10 % повреждений проявляются уже в хранилище в виде посинения или почернения клубней. Данные цифры могут изменяться из-за климатических условий. Почвенные условия также сильно воздействуют на процент повреждаемости убираемой культуры. На сухих почвах значительно увеличивается количество поверхностных повреждений и повреждений мякоти клубней, а на глинистых почвах в несколько раз меньше повреждений.

Комбайны, оснащенные механизмами сепарации камней, становятся причиной повреждений клубней, особенно поверхностных. Необходимо уделять особое внимание и непрерывный контроль повреждений поверхности и мякоти клубней особенно необходимы при работе в сухую погоду.

Ключевые слова: картофель, повреждения, механизированная уборка, комбайн, сепарация, мякоть клубней.

В Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы) одним из направлений является развитие селекции и семеноводства картофеля [1]. В России картофелеводство традиционно занимает определенное место в сельском хозяйстве. Картофель также выращивают в Иркутской области. В нашей области кроме того, занимаются агроэкономической эффективностью плодосменных севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией [2].

Картофель обладает рядом преимуществ в агроэкономическом отношении по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, что способствует его распространению. Культура картофеля легка в выращивании, что дает ей возможность сажать ее от тропиков до арктического пояса [3]. Картофель может хорошо расти, в тех местах где, условия климата неблагоприятны для других культур, (может расти на бедных песчаных почвах).

Огромное значение в картофелеводстве имеет селекция. Различные сорта картофеля, помимо урожайности, обладают такими наследуемыми признаками, как устойчивость к болезням, вредителям, и т.д. А также к новым сортам предъявляются дополнительные требования. Большое внимание в картофелеводстве уделяется механическим повреждениям клубней при посадке и уборке, многие ученые занимались и занимаются подобными вопросами [4, 5, 7, 8, 9,10].

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

В связи с этим, в последние разрабатываются методики и средства для определения пригодности сортов к механизированной уборке. Многие существующие методы оценки небольших партий клубней направлены на выявление отдельных факторов выносливости. Как отмечают многие исследователи реакция сорта меняется в зависимости от метода испытания их выносливости. Это значит, что испытания необходимо проводить методами наиболее близкими к воссозданию условий, имеющих место при обычном механизированном возделывании [7].

Цель работы заключалась в изучении вопроса повреждений клубней при уборке машинами.

Процент повреждения клубней картофеля остается необратимым. Механизированная уборка и транспортировка повышает этот процент. 20 % всего картофеля получает механические повреждения в ходе уборки и перевозки, а затем еще 10 % повреждений проявляются уже в хранилище в виде посинения или почернения клубней. Данные цифры могут изменяться из-за климатических условий.

Высокий процент потерь зачастую обуславливается организационно-управленческими факторами. Иногда определить причину повреждений не составляет труда, и тогда потери можно кардинально снизить с помощью простой регулировки комбайна.

Таблица 1 – Тип комбайна и уровень повреждаемости клубней

| Средний уровень | Внутренние повреждения, % | Сильные механические повреждения, % | Общие повреждения мякоти, % | Индекс Повреждений |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| По стране | 12,8 | 8,7 | 23,3 | 137 |
| Для комбайнов с ручной переработкой | 14,8 | 9,3 | 24,5 | 145 |
| Для автоматических комбайнов | 14,4 | 8,0 | 21,4 | 122 |

Почвенные условия. Почвенные условия также сильно воздействуют на процент повреждаемости убираемой культуры. На сухих почвах значительно увеличивается количество поверхностных повреждений и повреждений мякоти клубней.

Таблица 2 – Камни и их влияние на повреждаемость клубней, %

| Камни | Ушибы | Сильные механические повреждения | Общие повреждения мякоти |
|---------------------------|-------|----------------------------------|--------------------------|
| Много, правильной формы | 17,3 | 11,0 | 28,0 |
| Много, неправильной формы | 13,7 | 12,7 | 31,6 |
| Незначительное количество | 13,1 | 7,5 | 20,4 |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Уровень повреждаемости картофеля зависит от количества камней в почве (Таблица 2). Камни неправильной формы причиняют клубням значимые повреждения. В подобных случаях важную роль играют способы борьбы с камнями, повышающие эффективность уборки на 25 %.

Типы повреждений и причины, их вызывающие, обобщаются в таблице 3.

Таблица 3 – Типы повреждений и причины, их вызвавшие

| Типы повреждения | Повреждения из-за состояния | По вине комбайнов | Транспортировка от комбайна к хранилищу |
|-----------------------|--|---|---|
| Раскалывание | Давление на гребень | - | Падение в прицеп, в элеватор бункера. |
| Расплющивание | Давление на гребень | - | Разгрузка в элеватор бункера |
| Срез | - | Регулировка диска | - |
| Внутренне повреждение | Давление на гребень, каменистая комковатая почва | Превышение скорости элеваторов комбайна | - |
| Задиры | - | Превышение скорости элеваторов комбайна | - |
| Порезы | Каменистая, комковатая почва | Превышение скорости элеваторов комбайна | Острые выступы на оборудовании |
| Щербины | - | - | Острые выступы на оборудовании |

Подготовка комбайна. Комбайн должен быть в хорошем механическом состоянии, все резиновые покрытия и предохранительные материалы не должны иметь повреждений. Все узлы, перемещающиеся при движении комбайна, должны тщательно проверяться, так же как и ведущие звездочки элеваторов, зубья которых могут повредить клубни.

Гребни. Повреждения, возникающие с высокой вероятностью в этой точке – раскалывание или расплющивание клубней, вызываемые боковым давлением на гребень. Уровень повреждений здесь может достигать 10 %, и причины этого следующие:

– главной причиной часто оказывается малая ширина ряда. Следует помнить, что она должна быть около 90 см;

– несогласованность ширины шины с шириной борозды. Это относится не только к фазе уборки, но и к любой предшествовавшей операции, например, к обработке ботвы химическими препаратами. Комбайны с боковым размещением приемной части в этом смысле имеют преимущества. Там, где получение необходимого тягового усилия при работе с большими комбайнами составляет проблему, следует применять машины с четырьмя ведущими колесами с более узкими шинами или специальные двухколесные тандемы. Самоходные комбайны имеют большие ведущие колеса, движущиеся вне рядов картофеля;

– несоосность. Комбайны очень часто бывают несоосные с трактором, и колеса, движущиеся по борозде, оказывают давление на гребень;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

– недостаточные пространства в конце гонов, не позволяющие производить нормальные развороты. В этих случаях рационально использовать комбайны с управляемыми колесами и самоходные комбайны.

Причиной среза клубней на краях гребня часто является неправильная регулировка дисков (у дисковых копачей). Испытания показали, что этот тип лемеха не требует большого тягового усилия и что при правильной регулировке риск среза уменьшается.

Механизмы сепарации камней и комьев и другие транспортеры. Комбайны, оснащенные механизмами сепарации камней, становятся причиной повреждений клубней, особенно поверхностных. Необходимо уделять особое внимание и непрерывный контроль повреждений поверхности и мякоти клубней особенно необходимы при работе в сухую погоду.

Комбайны предназначаются для работы в разнообразных условиях, следовательно, рабочее пространство, отведенное под сепарацию, достаточно велико. При работе на легких почвах и в сухую погоду почва быстро просеивается сквозь зазоры основного элеватора. Последний в этих условиях должен работать на самой малой скорости для эффективной сепарации клубней, с одной стороны, и для сохранения почвенной «подушки» практически на всей длине полотна элеватора – с другой. Для выбора оптимального соотношения скоростей целесообразно пользоваться цифровым счетчиком, так как на легких почвах скорость элеватора может находиться в соотношении 1:1 с рабочей скоростью комбайна. Лучше всего, если скорость элеватора независима от рабочей скорости комбайна и регулируется комбайнером.

Для оптимального выбора скоростей других транспортеров комбайна необходимо обеспечить независимое регулирование скорости каждого из них, если они не определяются частотой вращения ВОМ. Предотвращение скатывания клубней важно в той же мере, что и поддержание целостности резиновых покрытий, так как и то и другое способствует снижению повреждаемости. Увеличения амортизации можно добиться с помощью покрытий разного типа, например двойных покрытий и покрытий с воздушной полостью.

Падения и смена направления. Переход с одного транспортера на другой – всегда источник повреждений. Некоторые фирмы разработали методы ослабления этого эффекта.

В так называемых гнездовых транспортерах полотна проходят одно сквозь другое под прямым углом, а перевод клубней с одного полотна на другое осуществляется с помощью дефлектора. Кроме того, можно использовать небольшую концевую звездочку, уменьшающую диаметр перегиба полотна транспортёра. При этом клубни при переходе на следующий транспортер падают с очень небольшой высоты. Все выступы и жесткие поверхности следует покрывать упругим пенопластом

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

(пластоазотом) толщиной 13 мм. Для уменьшения скорости движения клубней в местах смены направления можно использовать резиновые фартуки.

Выгрузка в прицеп. Падения должны быть сведены к минимуму. Наиболее частые виды повреждений при этой операции – растрескивание и повреждение мякоти клубней. К средствам их предупреждения относятся:

- опускание выгрузного элеватора в прицеп настолько низко, насколько это возможно;

- амортизация пола прицепа (как правило, в этом нуждается только часть пола):

- улучшение необходимого обзора для комбайнера путем изготовления переднего борта прицепа в виде решетки.

Чтобы сократить число повреждений при падении, прицеп следует наполнять, начиная с переднего его края (это экономит тяговое усилие) до половины глубины. При дальнейшем наполнении клубни должны падать на откос насыпи, обращенный к задней части прицепа. Такой способ сводит регулировки выгрузного транспортера к минимуму, обеспечивая небольшую высоту падения клубней.

Вообще высота падения клубней имеет очень важное значение. Последние исследования показывают, что максимальная высота падения с одного рабочего органа на другой должна не превышать 25 см. Данная высота падения клубня соответствует максимально возможной скорости соударения клубня с рабочим органом или с другим клубнем для того, чтоб не разрушалась мякоть клубня (чтоб не появились потемнения мякоти). С этой точки зрения современные картофелеуборочные машины имеют так называемые пальчиковые горки, где рабочие органы уборочных машин покрыты резиновыми поверхностями с выступами, имитирующими пальцы человека. Данное покрытие довольно бережно соприкасается с клубнями картофеля. Растительные примеси в мелкие почвенные комки задерживаются пальцами и выносятся вверх, а клубни скатываются по вершинам пальцев вниз.

Выводы. Изучение данного вопроса позволяет сделать нам вывод о том, что механические повреждения клубней картофеля имеют важнейшее значение для сохранения картофеля при хранении и для получения качественного урожая, а значит и для повышения эффективности картофелеводства.

Список литературы

1. Бишон К.Ф., Мендер У.Ф. Механизация производства и хранения картофеля/ пер. с англ. А.С. Каменского; Под ред. и с предисл. Г.Д. Петрова – М.: Колос, 1983. – 250 с., ил.

2. Вольников А.И. Исследования рабочего процесса посадочного аппарата картофелесажалки и показателей прочности клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук / А.И. Вольников. - Горький, 1972.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

3. Гагулина В.Г. Исследование причин повреждения клубней картофеля при посадке вычерпывающим аппаратом и изыскание способов их снижения: Дис. ... канд. техн. наук / В.Г. Гагулина. - Л., 1980.

4. Дмитриев Н.Н. Агроэкономическая эффективность плодосменных севооборотов с сидерацией и фитомелиорацией. "Научно-практический журнал "Вестник ИРГСХА". 2020; 101:14-22. DOI: 10.51215/1999 - 3765-2020-101-14-22.

5. Картофелеводство зарубежных стран/ Б.П. Литун, А.И. Замотаев, Н.А. Андрушина. - М.: Агропромиздат, 1988.-167 с.

6. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных машин: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 [Текст] / А.В. Кузьмин. - М., 2005. – 238 с.

7. Остроумов, С.С. Параметры и режимы работы роторного сепаратора для повышения эффективности растительных примесей от клубней картофеля: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 [Текст] / С.С. Остроумов. –Л.: НПО "Нечерноземагромаш", 1991. – 163 с.

8. Остроумов, С.С. Направления развития картофелеуборочных машин с целью снижения повреждаемости картофеля / С.С. Остроумов, А.В. Кузьмин, М.К. Бураев: Монография. – Иркутск: Изд-во ИРГСХА, 2014. – 227 с.: ил. – ISBN.

9. Порошин Д.Н. Повышение эффективности сепарирующих рабочих органов картофелекопателя путем оптимизации их параметров и режимов работы: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 [Текст] / Д.Н. Порошин. – СПб, 2002.- 137 с.

10. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы) // распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 3684-р. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373604/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/

Сведения об авторах

Луцкина Анита Александровна – студент инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500917079, e-mail: anita@gmail.com).

Гуцалова Александра Борисовна - студент инженерного факультета направления 44.03.04 Профессиональное обучение. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89501166595, e-mail: sasha.gu02@yandex.ru).

Кузьмин Александр Викторович - доктор технических наук, профессор кафедры «Технический сервис и инженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.:89503835361, e-mail: kuzmin_burgsha@mail.ru).

УДК 623.437.42, 629.4

ВИБРОЗАЩИТА ТРАКТОРА BELARUS-1221

Мищенко Е.В., Кошкин И.А.

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины возникновения вибрации при работе трактора BELARUS-1221 и методы их устранения. При использовании машин или механизмов для выполнения технических процессов инженеры стараются обеспечить, чтобы процесс был максимально эффективным и быстрым. Рассмотрим причины возникновения вибрации при работе трактора BELARUS-1221 и основные методы их устранения. Показано, что демпфирование колебаний, гашение вибрации и виброизоляция положительно сказываются на работе трактора и уменьшают возможность возникновения вибрационной болезни у тракториста.

Ключевые слова: виброзащита, виброизоляция, демпфирование, вибрационная болезнь, трактор.

Введение. Проблема снижения уровней вибрации и шума при работе на сельскохозяйственной технике в настоящее время приобретает все большую актуальность. Повышенная вибрация снижает ресурс силовых агрегатов сельскохозяйственных машин, вызывает дополнительное потребление энергии в переходных режимах работы агрегатов, приводит к возникновению и развитию профессиональных заболеваний обслуживающего персонала [1-2].

Основная часть. При использовании машин или механизмов для выполнения технических процессов инженеры стараются обеспечить, чтобы процесс был максимально эффективным и быстрым. Эффективность технологических процессов предопределяется многими факторами, среди которых выделяются три основных: высокая производительность процесса, его эффективность и его экономичность. Благодаря эффективности технологических процессов, осуществляемых современными машинами, инженеры пытаются использовать различные физические и химические явления. Одним из таких явлений является механическая вибрация, то есть периодические, достаточно малые перемещения системы. Ученые и инженеры пришли к выводу, что появление вибрации на машине или механизме может привести к поломке системы или неправильной работе.

Рассмотрим причины возникновения вибрации при работе трактора BELARUS-1221 и основные методы их устранения.

Причиной вибрации трактора BELARUS-1221 (рис. 1, а) в основном являются двигатель и коробка передач – они негативно влияют на здоровье оператора, что неизбежно приводит к снижению производительности, а также передаче вибрации на соседние механизмы, что приводит к снижению КПД и износу деталей [3]. Для устранения вибрации используются резиновые прокладки и амортизаторы.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**



а

б

Рисунок 1 – Трактор BELARUS-1221

Основным способом борьбы с неизбежной вибрацией является устранение вибрации сиденья (рис. 1, б). Сиденье имеет две основные части: сиденье (само сиденье и спинка) и подвеска (довольно сложное пружинное устройство – механическое или пневматическое – с амортизатором и специальным направляющим устройством). Сиденье спроектировано с учетом особенностей человеческого тела. Но из-за того, что каждый человек индивидуален, сиденье можно регулировать в соответствии с положением сиденья (вперед-назад) и углом наклона подушки и спинки. Защита тракториста достигается двумя способами: регулировкой сиденья и низкочастотной подвеской. Однако с помощью подвески (пружина + амортизатор) сложно защитить работника от колебания, ведь амплитуда и колебания сиденья и самого трактора будут практически близки [4-6].

Демпфирование вибрации, гашение вибрации и виброизоляция используются для уменьшения вибрации в среде их распространения [7-9].

Демпфирование вибрации – это уменьшение амплитуды вибрации механических деталей (в основном листового покрытия, прокладки) путем нанесения слоя эластичного, вязкого материала (резины, пластика), размер демпфирующего слоя обычно в 2-3 раза превосходит толщину элемента конструкции. Демпфирование вибрации может осуществляться с использованием 2-слойных материалов: сталь-алюминий, сталь-медь и другие.

Гашение вибрации является важной особенностью виброустановок, поскольку они устанавливаются на больших жестких фундаментах (ширина вибрации не превышает 0,1-0,2 мм, 0,005 мм для особо крупных конструкций) или на огромных плитах.

Виброизоляция заключается в ослаблении передачи вибрации от источника к основанию, рабочую площадку, сиденье, устранением жестких

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

соединений между ними и установкой упругих элементов (виброизоляторов). В качестве виброизоляторов используются стальные пружины или рессоры, резиновые прокладки, а также резинометаллические, пружинно-пластиковые и пневматические резиновые конструкции.

Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека, при хроническом воздействии вибрации в производственных условиях могут развиваться профессиональные заболевания – вибрационная болезнь. Вибрация может вызвать сотрясения головного мозга, язву желудка, деформацию позвоночника, а также изменения в сердечно-сосудистой, нервной и опорно-двигательной системах. В Российской Федерации вибрационная болезнь занимает одно из первых мест среди хронических профессиональных заболеваний.

С увеличением скорости работы современных тракторов возрастает уровень низкочастотной вибрации на рабочем месте, что ухудшает условия труда работника. Уровень вибрации является одним из основных показателей эргономики, поскольку он влияет на усталость тракториста и, следовательно, на производительность тракторного агрегата.

Выводы. Проведение конструкторских мероприятий для виброзащиты тракторов, а также математическое моделирование работы тракторов [10-11] оказывает существенное положительное воздействие на динамику элементов тракторного агрегата (устраняются опасные колебания, снижаются динамические нагрузки), что положительно сказывается не только на самом оборудовании, но и на человеке, управляющем тракторным агрегатом.

Список литературы

1. *Комоликов А.С., Березина Н.А., Мищенко, Е.В.* Основные причины вибраций в автомобилях отечественного производства. Методы их устранения // Научный журнал молодых ученых. № 3 (24). 2021. – С. 43-51.
2. *Новиков, В.В., Рябов, К.В., Чернышов, И.М.* Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств. Издательство: Инфра-Инженерия, 2021. – 384 с.
3. *Яцун, С.Ф., Серебровский, В.В., Серебровский, В.И., Мищенко, В.Я., Мищенко, Е.В.* Вибрационная техника в пищевой и перерабатывающей промышленности [Текст]: учеб. пособие / Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак. 2010. – 144 с.
4. Курсовое проектирование деталей машин на базе графических систем: учебное пособие / *П.Н. Учаев, С.Г. Емельянов, Е.В. Мищенко* [и др.]; под общ. ред. проф. П.Н.Учаева. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 428 с.
5. *Мищенко, Е.В. Мищенко, В.Я.* Новые подходы к проектированию вибрационного технологического оборудования в пищевой и перерабатывающей промышленности // Вестник Брянского государственного технического университета. № 4 (52), 2016. – С. 116-121.
6. *Тимофеев, Г.А.* Теория механизмов и машин: учебник и практикум для вузов / *Г.А.Тимофеев*. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 432 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12245-9. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/468349> (дата обращения: 20.06.2021).
7. *Артоболевский, И.И.* Теория механизмов и машин: учебник для студентов высших технических учебных заведений / *И.И. Артоболевский*. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспортная компания, 2016. – 639 с.: ил.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

8. Динамика, вибродиагностика и виброзащита машин: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 230104 "Системы автоматизированного проектирования"] Сибирский федеральный университет, Красноярск, 2012.

9. *Shengping, Fu, Shengbo, Li, Ning, Luo, Mishchenko, Elena*. Dynamics optimization of tracked vehicle power train based on torsional vibration analysis // *Advances in Mechanical Engineering*. Т. 8, № 5, 2016. – С. 1-12.

10. *Мищенко, Е.В., Мищенко, В.Я., Печурин, А.С.* Моделирование механизма сеного прессы в среде Matlab/Simulink/Simmechanics // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. № 6 (344). 2020. – С. 70-76.

Сведения об авторах

Мищенко Елена Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» факультета агротехники и энергообеспечения (302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69, тел. 8-953-623-22-45, e-mail: art_lena@inbox.ru).

Кошкин Илья Андреевич – студент направления подготовки «Агроинженерия» факультета агротехники и энергообеспечения (302019, Россия, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69, e-mail: koskin.ilya30@gmail.com).

УДК 664.123.6:034.6(571.150)

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
КОРМОВ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В УСЛОВИЯХ ОАО
«ЧЕРЕМНОВСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД»**

Прокопенко В.Р., Медведева Ж.В.

Алтайский государственный аграрный университет,
Барнаул, Алтайский край, Россия

Одним из ценных и питательных кормов является сухой свекловичный жом, содержащий множество полезных веществ. Для улучшения экологической безопасности свеклосахарного производства и интенсификации основных процессов переработки свеклы целесообразно использовать электротехнологии. В статье рассматриваются различные способы и схемы, возможные для внедрения в эксплуатацию на базе ОАО «Черемновский сахарный завод».

Ключевые слова: электротехнологии, свекловичный жом, переработка, сахарная свекла, производство кормов.

Залог успешного развития животноводства – качественная кормовая база. Весьма ценным и полезным кормом является сухой свекловичный жом, содержащий пектиновые вещества, целлюлозу, гемицеллюлозу, золу, азотистые вещества, сахар, некоторые витамины и микроэлементы, а также лейцин, лизин и треонин [3].

По содержанию белка и аминокислот корм из свекловичного жома аналогичен корму из соевого шрота. Поэтому целесообразное применение жома в кормопроизводстве является весьма актуальным. В настоящее время полученный жом используется далеко не полностью: около 20–30% его скармливают в свежем виде, 12–15% высушивают, а остальное направляют в жомовые ямы и в дальнейшем применяют в кислом виде (рис. 1).

Длительное хранение жома ухудшает экологическую обстановку на



Рисунок 1 - Жомовая яма

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

территории завода и приводит к потере до 40% его питательных веществ. С целью сохранения питательных веществ, снижения расхода топлива на сушку и транспортирование, а также увеличения длительности хранения жом обезвоживают. Современные схемы переработки жома предусматривают его отжим на вертикальных шнековых прессах до содержания сухих веществ (СВ) 14–16% с последующей сушкой. Однако традиционная высокотемпературная сушка жома топочными газами сопровождается выбросом в атмосферу токсичных веществ и, кроме того, является чрезвычайно энергоемким процессом. Так, на получение 1 т сушеного жома расходуется до 0,6 т условного топлива [4].

При условии высушивания всего произведенного жома следует затратить около трети топлива, расходуемого на нужды сахарного завода. В кормопроизводстве используют сухой жом в смеси с различными добавками:

1. мелассой (мелассированный);
2. бардой спиртового производства (бардяной);
3. карбамидом (амидный);
4. карбамидом и минеральными ингредиентами (амидоминеральный).

Для улучшения экологической безопасности свеклосахарного производства и интенсификации основных процессов переработки свеклы целесообразно использовать электротехнологии. Одна из предлагаемых схем включает применение метода электрохимической активации (ЭХА), получающего все большее распространение в настоящее время [1].

Аппаратурно-технологическая схема переработки сахарной свеклы с получением гранулированного жома состоит в следующем.

Перед экстрагированием следует проводить ошпаривание стружки смесью электроактивированного водного раствора (ЭВР) сульфата или хлорида соли поливалентных металлов (например, алюминия, кальция и некоторых других) и острого насыщенного пара. Для этого 0,01–0,03%-й солевой раствор направляют в катодную камеру диафрагменного электролизера, в котором в результате ЭХА достигают параметров католита рН 5,0–5,5 и редокс-потенциала $E_h \pm (0,1 - 0,8) \text{ В}$ [2].

Полученный католит в количестве 20–30% к массе свеклы смешивают с тем же количеством острого насыщенного пара с температурой 102–104°C. Парожидкостной смесью ошпаривают свекловичную стружку в течение 30–40 с. Такой способ ошпаривания свекловичной стружки позволяет проводить экстрагирование в условиях стерильности без дополнительного применения химических реагентов. По окончании процесса экстрагирования получают диффузионный сок, из которого по типовой схеме производят сахар, и жом, направляемый на выработку гранулированного корма [5].

Для этого сырой жом, содержащий 5–6% СВ, при помощи грабельного транспортера направляют в много секционные водоотделительные секции, где удаляется часть свободной влаги. Далее жом с содержанием 8–9% СВ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

поступает на пресс 1-й ступени и отжимается в тонком слое до 15–17% СВ [7].

Известно, что при возврате жомопрессовой воды на диффузионную установку расход свежей воды на сокодобывание сокращается более чем в 3 раза и почти вдвое сокращается количество вредных сточных вод на диффузии.

Очистка жомопрессовой воды в производственных условиях вызывает затруднения. Особенно это касается переработки свеклы, содержащей значительное количество трудноудаляемых азотистых веществ. В предлагаемой схеме жомопрессовая вода обрабатывается в анодной камере электролизера до достижения рН 5,0–6,0 и Eh –0,35 ... –0,44 В для стерилизации и коагуляции белковых и пектиновых веществ и возвращается на экстрагирование.

Под действием электрического тока входящие в состав жомопрессовой воды белки диффузионного сока и мякоть свеклы (клетчатка, гемицеллюлоза и пектиновые вещества) ассоциируют в более крупные соединения. Отжатый жом смешивается с обезвоживающими добавками и подается на повторное прессование в пресс 2-й ступени до содержания 24–26% СВ. Затем жом шнеком транспортируется в сушильный барабан, в котором осуществляется низкотемпературный процесс сушки воздухом, нагретым в калорифере до 70–90°C. Сухой жом содержанием 12–14% СВ поступает через бункер-дозатор в пресс-гранулятор [8].

Структурная схема получения гранулированного жома с применением метода ЭХА приведена на рисунке ниже (рис. 2).

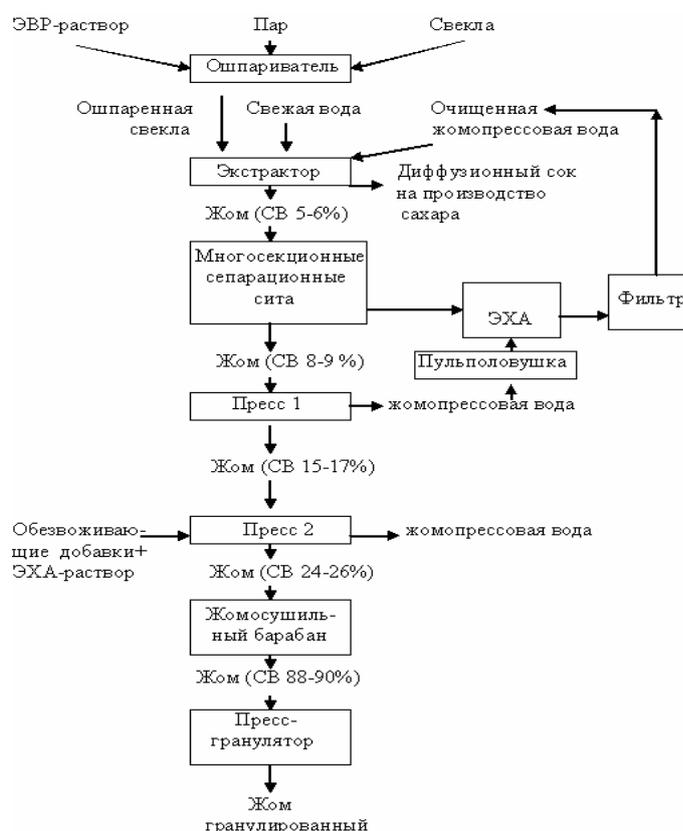


Рисунок 2 – Схема получения гранулированного жома

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Комплексный подход к проблеме утилизации жома на отечественных сахарных заводах до сих пор не решен. Одним из перспективных направлений его переработки является получение пектина и пищевых волокон [9].

Жом для производства пектина должен заготавливаться в период переработки сахарными заводами зрелой и здоровой свеклы. К концу созревания корнеплодов студнеобразующая способность пектина возрастает. При переработке свеклы засушливых лет, а также подгнивших корнеплодов, количество и качество пектиновых веществ снижается.

Определяющим в технологическом процессе подготовки высококачественного пектиносодержащего сырья является способ его сушки, предусматривающий мягкий температурный режим с использованием теплоносителя, очищенного от продуктов сгорания топлива. Принимая во внимание физико-химические свойства пектина и особенности его производства сушку жома необходимо проводить в режимах, исключающих подгорание поверхности стружки и повышение температуры выше 80 °С [6].

Интенсификация животноводства в современных условиях требует расширения традиционной кормовой базы на основе внедрения современных технологий по переработке малоценного растительного сырья, обеспечивающих получение высококачественных белковых кормов.

Таким образом, использование метода ЭХА на отдельных этапах свеклосахарного производства дает возможность получить с минимальными потерями обогащенный питательными добавками гранулированный свекловичный жом и сократить потери сахара в производстве [10].

Кроме того, применение предложенного способа может существенно улучшить экологическую обстановку за счет снижения количества сточных вод и сокращения общего числа химических реагентов. Разработанная схема положена в основу проектирования комплекса оборудования для получения гранулированного корма из свекловичного жома.

Список литературы:

1. Аккорси, С.А. Полупромышленная установка для высушивания жома паром низкого давления / С.А. Аккорси, Ф. Зама // Сахар. пром-сть. 1996. – № 3. – С. 25;
2. Батынин И.И. Очистка жомопрессовой воды для непрерывнодействующих диффузионных аппаратов: Обзор. информ. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1977;
3. Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 276 с;
4. Донченко Л.В., Ковалёва С.Е., Демина Н.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки// Научный журнал КубГАУ Электронный ресурс.-Краснодар: КубГАУ, №21 (05), 2006. – с;
5. Дранников, А.В. Повышение эффективности процесса сушки свекловичного жома перегретым паром : монография / А.В. Дранников. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. технол. акад., 2010. – 172 с;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

6. Орлов, В.Д. Производство сушеного свекловичного жома / В.Д. Орлов, А.С. Заборсин, С.Л. Яровой. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 112 с;
7. Романов А.А., Степанова Е.Г., Люсьи Н.А. Совершенствование способов и процессов отжата свекловичного жома. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1988. – Вып. 6;
8. Садов В.В., Медведева Ж.В. Применение современных технологических линий для переработки свекловичного жома// Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Матер. XIII междунар. научно-технич. конф., посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ/Новосиб. гос. аграр. ун-т.-Инженер. ин-т.-Новосибирск, 2021 - с.302-304;
9. Салтак И.П., Горобец Ж.А., Болоховцев Ю.И. Внедрение ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и организация вторичной переработки отходов в свеклосахарном производстве//Региональная экономика: теория и практика, №31, 2008-с. 51-65;
10. Шевцов, А.А. Установка для реализации высокоинтенсивного процесса сушки высоковлажных дисперсных материалов / А.А. Шевцов, А.В. Дранников, Е.В. Костина // Материалы XLVIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГТА за 2009 год / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2010. – Ч. 2. – С. 25.

Сведения об авторах

Прокопенко Владимир Романович – магистрант, обучающийся по специальности электрооборудование и электротехнологии на кафедре электрификации и автоматизации сельского хозяйства инженерного факультета (656000, Россия, Алтайский край, Барнаул, тел. 89132430789, e-mail: rastaman.valerev@mail.ru);

Медведева Жанна Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции инженерного факультета (656000, Россия, Алтайский край, Барнаул, тел. 89132319050, e-mail: amedvedev_71@mail.ru);

УДК 631.362.322

К ВОПРОСУ ПОДБОРА РЕШЕТ ДЛЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Пасынкова А.Е., Бричагина А.А., Елтошкина Е.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Одним из важнейших стратегических продуктов, определяющим стабильное функционирование аграрного рынка и продовольственную безопасность страны, является зерно. Главнейшей задачей, стоящей при производстве зерна является получение посевного материала высокого качества, что напрямую зависит от послеуборочной обработки зерна на зерноочистительных машинах, в том числе, на решетках. На решетках зерновая смесь разделяется по ширине и толщине. Качество разделения зерновой смеси напрямую зависит от правильного подбора решет. В данной статье приводятся результаты исследований по определению геометрических размеров зерен пшеницы. На основании проведенных исследований даются рекомендации для установки на машине ОВС-25А решет с отверстиями прямоугольной формы в конкретном хозяйстве.

Ключевые слова: зерновая масса, зерноочистительная машина, решетка, решетный стан, машина ОВС-25.

Послеуборочная обработка зерна очень важна для получения высококачественного посевного материала. Для выделения из зерновой смеси примесей, разделения зерна на семенное, продовольственное и фуражное применяется обработка зерна на зерноочистительных машинах.

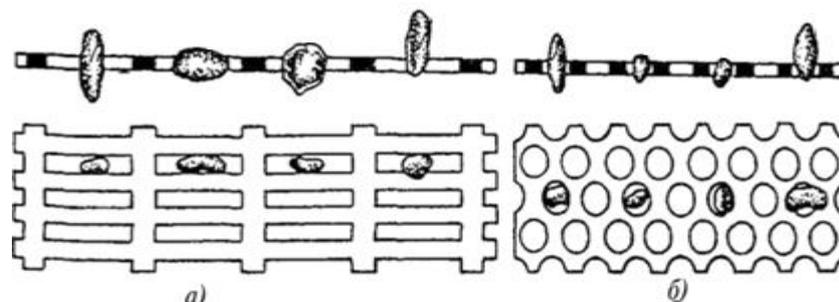
К операциям послеуборочной обработки на зерноочистительных машинах предъявляются нижеследующие агротехнические требования [6, 9]:

1. При первичной очистке потери полноценного зерна должны быть не более 1,5 % в фуражных отходах и 0,05 % в примесях, дробление - не более 1%, полнота выделения сорных примесей - не ниже 60 %.

2. При вторичной очистке потери семян основной культуры в отходах должны быть не более 7 %, дробление - не более 0,8 %. Вторичная очистка должна обеспечить подготовку семян II и I классов посевного стандарта, при которых чистота семян составляет соответственно 98 и 99 %, а всхожесть 90-95 %.

В зерноочистительных машинах разделение зерновой смеси осуществляется по аэродинамическим свойствам и геометрическим размерам (ширине, толщине, длине). Для разделения зерновой смеси по ширине и толщине частиц на машинах используются решета, для разделения по длине – триерные цилиндры [4, 5].

В машине для послеуборочной обработки зерна, как правило, используются штампованные решета с отверстиями прямоугольной и круглой формы. На решетках с прямоугольной формой отверстий происходит разделение зерновой смеси по толщине (*а*), на решетках с круглой формой - разделение по ширине (*б*) (рисунок 1).



а – разделение зерновой смеси по толщине, б – разделение зерновой смеси по ширине.

Рисунок 1 - Разделение семян на решетках

Решета на зерноочистительных машинах собраны в решетный стан. Принципиальная схема решетной части машины на примере машины ОВС-25А показана на рисунке 2 [8].

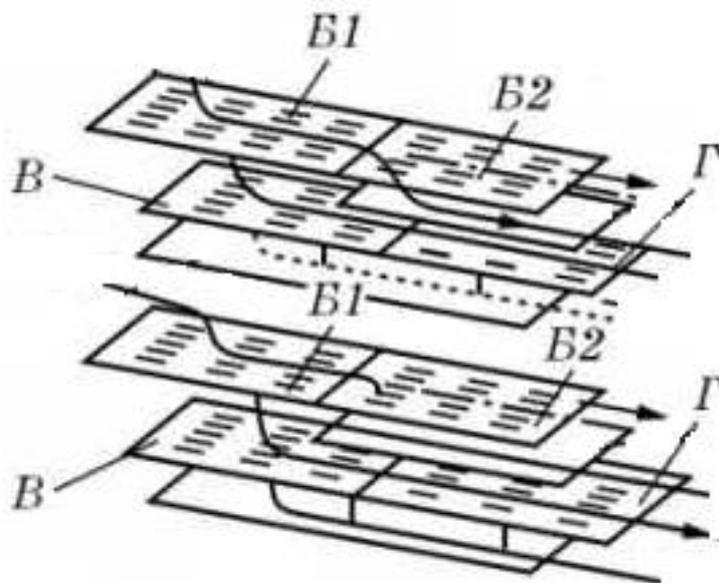


Рисунок 2 – Решетный стан ОВС-25А

B1- разделительное решето, B2 – основное зерновое решето, B – подсевное решето,
Gamma – сортировальное решето

Решетная часть представляет собой стан с четырьмя решетками, установленными в два ряда: B1 – разделительное, B2 – основное зерновое, B – подсевное, Gamma – сортировальное. Решето B1 служит для разделения зерновой смеси, поступающей на него примерно на две равные части. Сход с решета составляют крупное зерно и крупные примеси, проход – оставшаяся часть зерна и мелкие примеси. На решете B2 все зерно просыпается сквозь решето, крупные примеси идут сходом с решета. Решето B служит для выделения мелких примесей. Они просыпаются сквозь решето, зерно сходом поступает на сортировальное решето. На решете Gamma происходит разделение зерна на продовольственное (фракция схода) и фуражное (фракция прохода).

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

В настоящее время в Учебно-научно-производственном участке «Оёкское» Иркутского ГАУ возделывается пшеница сортов «Бурятская остистая» и «Ирень», в том числе, и с целью получения элитных семян.

С целью определения геометрических размеров зерен пшеницы нами были проведены исследования в соответствии с ГОСТ 13586.3-2015 и ГОСТ 28301-2015 [1,2].

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические размеры зерен пшеницы

| сорт | толщина, мм | | | ширина, мм | | | длина, мм | | |
|--------------------|-------------|-----|---------|------------|-----|---------|-----------|-----|---------|
| | min | max | среднее | min | max | среднее | min | max | среднее |
| Ирень | 2,3 | 3,3 | 2,7 | 2,3 | 3,5 | 3,05 | 5,0 | 7,8 | 6,4 |
| Бурятская остистая | 2,5 | 3,5 | 3,0 | 2,6 | 4,7 | 3,5 | 5,8 | 7,4 | 6,5 |

Подбор решет производится с использованием вариационных кривых распределения геометрических размеров зерен пшеницы, характеристиками которых являются средний размер семян m и среднее квадратичное отклонение σ , геометрических параметров семян от среднего значения [3, 7]. Вероятность разделения зерен пшеницы нагляднее всего просматривается по вариационным кривым, построенных исходя из геометрических размеров семян в одних и тех же осях. Изменчивость этих размеров подчиняется закону нормального распределения (кривая Гаусса), который описывается уравнением:

$$f(l) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{U^2}{2}}, \quad (1)$$

где, σ – среднеквадратическое отклонение толщины и ширины зерен пшеницы l ; $U=(l-m)/\sigma$ – отклонение толщины и ширины зерен пшеницы l от математического ожидания.

Полученные результаты приведены на рисунках 3 и 4.

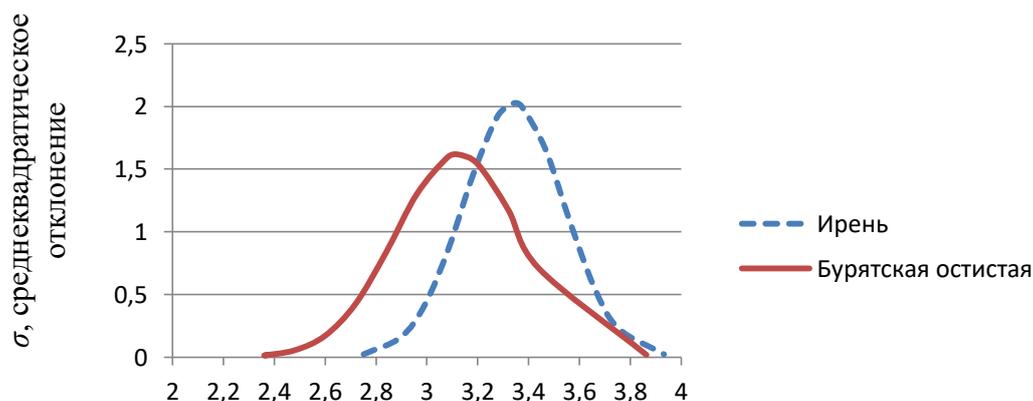


Рисунок 3 – Вариационная кривая ширины зерен двух видов пшеницы

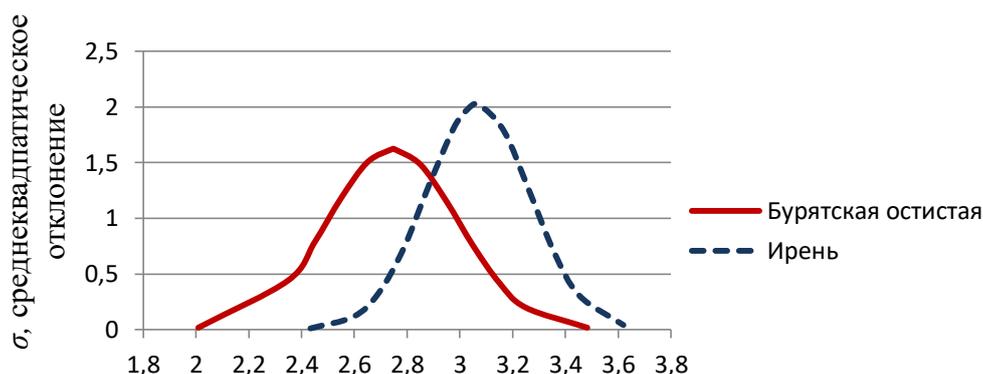


Рисунок 4 – Вариационная кривая толщины зерен двух видов пшеницы

Полученные данные теоретических расчётов позволяют проводить корректировку размеров отверстий решет при подготовке зерноочистительных машин к работе. Учитывая качество очистки зернового материала необходимо соблюдать следующие требования подбора решет. Размер сепарирующих отверстий решет для выделения крупных примесей определяется выражением $m+3\sigma$, для выделения мелких примесей (не фуражные отходы) $m-3\sigma$, для выделения мелких и щуплых семян (фуражные отходы) $m-\sigma$. [7].

Данные вариационные кривые позволили рассчитать размеры отверстий для решет на машине ОВС-25.

Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать для установки на машине ОВС-25 решета с отверстиями прямоугольной формы следующих геометрических размеров: $B_1 - 3,0...3,2$ мм; $B_2 - 3,5...4,0$ мм; $B - 2,0...2,2$ мм; $\Gamma - 2,4...2,5$ мм.

Применение решет с рекомендованными геометрическими размерами отверстий позволит минимизировать потери крупного зерна.

Список литературы

1. ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб». – Введ. 1.07.2016. – М.: Стандартинформ. – 2016. – 15 с.
2. ГОСТ 28301-2015 «Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний». – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ. – 2017. – 46 с.
3. Быкова, М.А. Математическая статистика / М. А. Быкова, Е. В. Елтошкина, Н. И. Овчинникова. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского. - 2020. – 114 с.
4. Галкин, В. Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян : монография / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин. — Пермь : ПГАТУ. - 2021. — 234 с.
5. Лачуга Ю.Ф., Высокоэффективные ресурсо-и энергосберегающие технологии и технические средства после-уборочной обработки зерна и подготовки семян/ Ю.Ф

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Лачуга., А.Ю. Измайлов, А.Н. Зюлин //Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2009. -№ 1. -С. 2-9.

6. Максимов, И. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам : учебное пособие / И. И. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань. - 2021. — 416 с.

7. Нехорошев Д.А. Методика выбора решёт для очистки подсолнечника на зерноочистительных машинах / Д. А. Нехорошев, Д. Д. Нехорошев, И. В. Кузнецов, Н. Д. Нехорошев. – Известия Нижегородского Агроуниверситетского комплекса. – 2021. - №3 (63). –С. 338-343

8. Очиститель вороха самопередвижной ОВС-25. Руководство по эксплуатации. – Воронеж: Изд-во ОАО «Воронежсельмаш». 2007. 87 с.

9. Тарасенко А.П. Современные машины для послеуборочной обработки зерна и семян / А.П. Тарасенко. -М.: КолосС. 2008. 232 с.

10. Технологии и средства механизации сушки и послеуборочной обработки зерна : учебное пособие / К. Р. Казаров, А. П. Тарасенко, А. М. Гиевский, А. В. Чернышов. — Воронеж: ВГАУ, 2016. 310 с.

Сведения об авторах

Пасынкова Александра Евгеньевна – студент второго курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025454441, e-mail: s.pasynkova10@yandex.ru).

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500624935, e-mail: anabri8t@gmail.com)

Елтошкина Евгения Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru.).

УДК 621.431.7-729.7

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЛИВА МАСЛА ИЗ КАРТЕРА ДВС

Поздняков Н.А., Ильин П.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Процесс слива масла из силовых агрегатов автомобиля встречается практически при каждом виде ремонтно - обслуживающих работах. Сюда входят, например, капитальный и текущий ремонты, все виды технического обслуживания [1]. То есть данная операция проводится очень часто, и поэтому её эффективность сильно влияет на эффективность всего процесса ремонта или технического обслуживания автомобильного парка любого предприятия. Улучшить производительность слива масла без потери качества и аварийных разливов, кроме того снижения трудоёмкости работ и повышения комфортабельности, можно добиться за счёт совершенствования конструкции устройств и приспособлений, участвующих в процессе замены масла [6].

Ключевые слова: масло, техническая характеристика, резервуар, воронка, агрегат, трубопровод.

Необходимым условием успешной разработки конструкции установки для слива масла является анализ работы установки, конструкций существующих аналогов [2].

При анализе внешнего рынка можно выделить следующие две установки:

- NORDBERG - 2379 (производство Германия);
- AE&T HC - 2185 (производство Китай).

Рассмотрим конструкцию установок.

Установка для замены масла NORDBERG - 2379 предназначена для удаления отработанного масла и других жидкостей из любого транспортного средства при помощи вакуумной вытяжной системы или свободным сливом.

Особенности конструкции установки:

- регулируемая по высоте воронка для сбора масла;
- кран в воронке для сбора масла, для контроля состояния сливаемого масла перед началом слива в резервуар;
- смотровая колба, позволяющая визуально оценить качество отработанного масла.

Таблица 1 – Технические характеристики NORDBERG – 2379

| Параметры | Габаритный размер (Д x Ш x В), мм | Стоимость, руб | Ёмкость бака, л | Высота подъёма воронки для слива масла, мм | Масса, кг |
|-----------|-----------------------------------|----------------|-----------------|--|-----------|
| Значение | 550 x 550 x 1900 | 14550 | 65 | 1900 | 39 |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Установка для сбора масла NORDBERG - 2379 (рисунок 1) состоит из: ёмкости (1), воронки (2), трубки (3), крана в воронке (4), ручки (5), зондов для откачки (6), колёс (7) [9].



Рисунок 1 – Установка для сбора масла NORDBERG - 2379

Установка для сбора и замены масла АЕ&Т НС - 2185 предназначена для сбора и замены масла. Особенности конструкции установки:

- кран в воронке для сбора масла, для контроля состояния сливаемого масла перед началом слива в резервуар;
- возможность пневматического удаления собранного масла из резервуара;
- два больших и два поворотных малых колес, для удобного перемещения по рабочей зоне;
- указатель наполнения резервуара маслом.

Технические характеристики установки АЕ&Т НС - 2185 представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики АЕ&Т НС - 2185

| Параметры | Габаритный размер (Д x Ш x В), мм | Стоимость, руб. | Ёмкость бака, л | Высота подъема воронки для слива масла, мм | Масса, кг |
|-----------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|--|-----------|
| Значение | 550 x 550 x 1900 | 14790 | 76 | 1000 | 22 |

Установка для сбора и замены масла АЕ&Т НС - 2185 (рисунок 2) состоит из: ёмкости (1), воронки (2), трубки (3), крана в воронке (4), ручки (5), зондов для откачки (6), уровнемера (7), колёс (8) [10].



Рисунок 2 – Установка для сбора и замены масла АЕ&Т НС-2185

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учёте всех групп показателей качества, что требует определённой формализации процесса оценки [5]. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесён со значением показателя, принятого за базу P_{io} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям) [6]. Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = \frac{P_i}{P_{io}} \quad (1)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = \frac{P_{io}}{P_i} \quad (2)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю [5].

Определяем показатели качества, характеризующие установку для слива масла:

- высота подъёма воронки для слива масла, мм;
- ёмкость бака, л
- занимаемая площадь в плане, м²;
- масса оборудования, кг;
- стоимость оборудования, руб.

На основании указанного выше, определяем Y_i для выбранных показателей качества и заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика аналогов

| № п/п | Показатель | Модель сравниваемого оборудования | |
|------------------------|---|-----------------------------------|----------------|
| | | NORDBERG - 2379 | AE&T HC - 2185 |
| 1 | Высота подъёма воронки для слива масла, мм $P_{io} = 1900$ мм | 1900 | 1000 |
| | $Y_i =$ | 1 | 0,52 |
| 2 | Ёмкость бака, л $P_{io} = 80$ л | 65 | 76 |
| | $Y_i =$ | 0,81 | 0,95 |
| 3 | Занимаемая площадь в плане, м ² $P_{io} = 0,2$ м ² | 0,3 | 0,21 |
| | $Y_i =$ | 0,67 | 0,95 |
| 4 | Масса оборудования, кг $P_{io} = 22$ кг | 39 | 22 |
| | $Y_i =$ | 0,56 | 1 |
| 5 | Стоимость, руб. $P_{io} = 13790$ | 14550 | 14970 |
| | $Y_i =$ | 0,95 | 0,92 |
| Итого (ΣY_i) | | 3,99 | 4,34 |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Из таблицы 3 видно, что наибольший положительный эффект имеет установка АЕ&Т НС - 2185, следовательно, она является наиболее эффективной в данной области техники.

Установка для слива масла должна обеспечивать слив и хранение отработанного масла, сливаемого с агрегатов в условиях технического обслуживания сельскохозяйственных предприятий, а также на универсальных постах, оборудованных канавами или подъемниками [3].

На основании анализа основных конструктивных особенностей ранее рассмотренных устройств разработанная маслосливная установка должна состоять из четырёх основных элементов:

- 1) воронки, позволяющая слить масло;
- 2) трубопроводные системы;
- 3) ёмкости для слива масла;
- 4) механизм для транспортировки устройства.

По конструктивным соображениям, с учётом характеристик существующих аналогов, ориентировочно принимаем следующие технические показатели установки для слива масла:

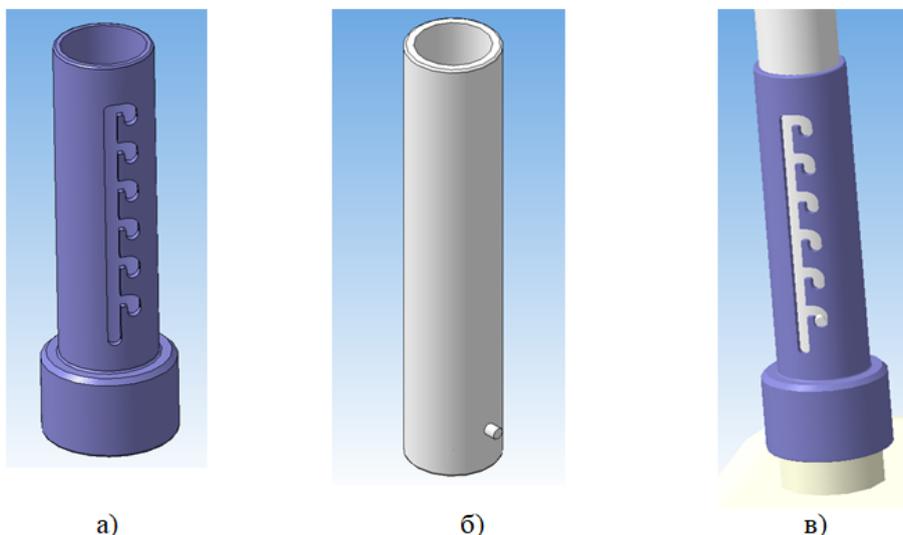
Габаритные размеры (Ш х Д х В):

В сложенном состоянии, не более мм250 х 450 х 1000

Масса установки, не более кг. 25

Первым этапом разработки установки для слива масла, будет служить разработка воронки, которую можно приобрести в любом магазине автозапчастей [7].

Следующим этапом разработки установки для слива масла будет служить разработка системы трубопровода (рисунок 3). Механизм подъёма и фиксации в крайнем верхнем положении обеспечивается прорезями на внешней телескопической трубе, а шпилька на внутренней телескопической трубе [4].



а) – внешняя телескопическая трубка с прорезями, б) – внутренняя телескопическая трубка с фиксатором, в) – телескопические трубки в сборе.

Рисунок 3 – Детали системы трубопроводов

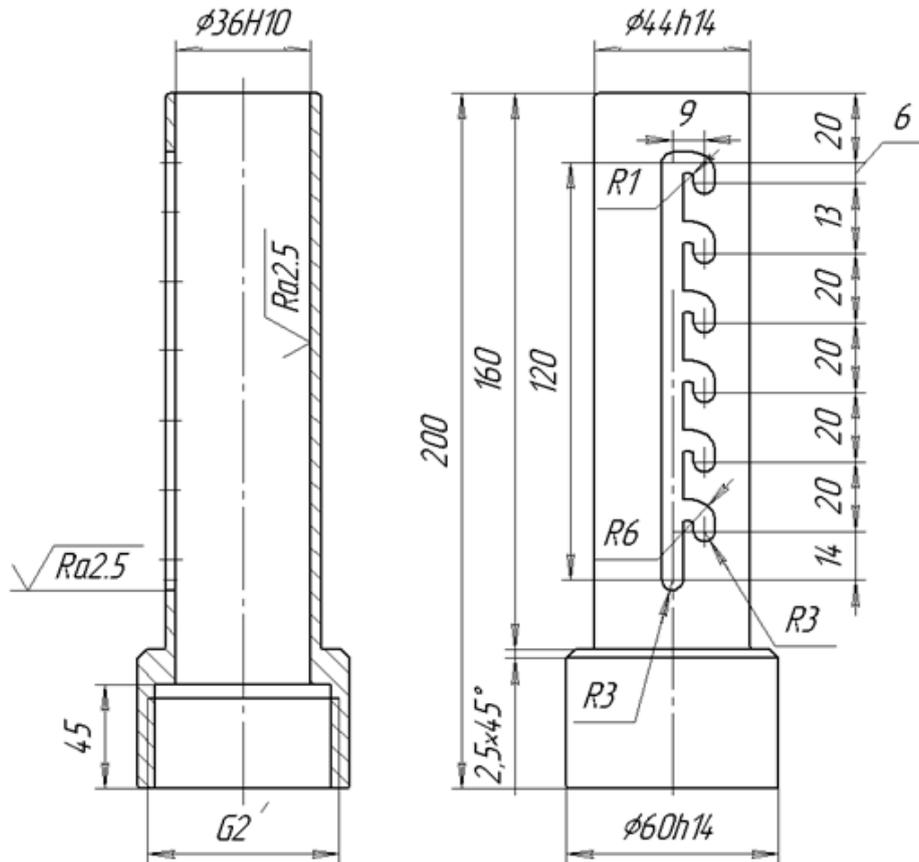


Рисунок 4 – Схема системы трубопровода установки для слива масла

Следующий этап – конструирование механизма транспортировки сливного устройства. Конструкция механизма транспортировки сливного устройства выполнена из листового материала (рисунок 5) [8].



Рисунок 5 – Конструкция механизма транспортировки устройства для слива масла из картера ДВС

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

После проведённых этапов модернизации собираем установку для слива масла (рисунок 6).

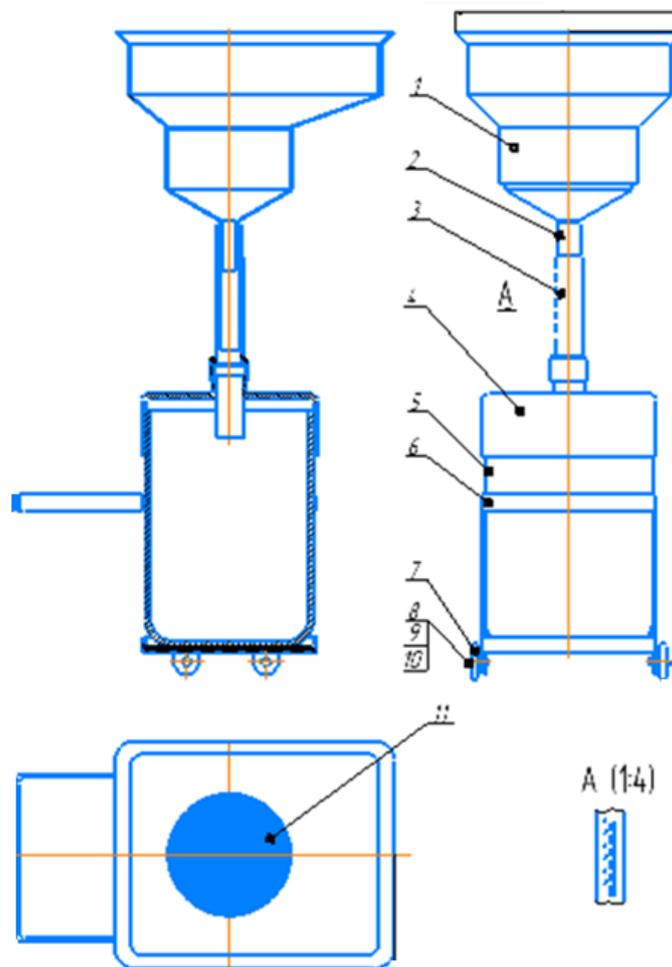


Рисунок 6 – Установка для слива масла в сборе

Использование предложенного агрегата для слива масла из картера двигателя внутреннего сгорания позволит сократить расходы на приобретение дорогостоящего оборудования, сэкономить на заработной плате.

Список литературы

1. Баранов Л.Ф. Техническое обслуживание и ремонт машин: Учебное пособие. - Мн. : Ураджай, 2011. - 371 с.
2. Герасимов Ф.А. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном обслуживании. Учебное пособие – Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (автомобильный транспорт) И. : ИрГТУ.2015 – 58 с.
3. Замена масел в агрегатах/ АЙБОЛИТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://abolid.ru/tekhnicheskoe-obslyuzhivanie/zamena-masel-v-agregatakh> – 10.01.2022
4. Кобозев А.К. Силовые агрегаты / А.К. Кобозев, В.И. Швецов ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, С.: СтГАУ, 2014. – 189 с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

5. Методы и показатели оценки уровня качества продукции/ Журнал главного инженера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gl-engineer.com/articles/metody-i-pokazateli-ocenki-urovnya-kachestva-produkcii> - 30.01.2022.

6. Обеспечение технологического качества на производстве/ ostec-group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ostec-group.ru/group-ostec/pressroom/articles/kachestvo/obespechenie-tekhnologicheskogo-kachestva-na-proizvodstve/> - 14.01.2022.

7. *Сергеев Н.В.* Силовые агрегаты. Конспект лекций: Учебное пособие – 3. : ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 186 с.

8. *Портаков А.Б.* Механика. Детали машин и основы конструирования. Часть 2. Подъемно-транспортные машины: учебное пособие / *А.Б. Портаков, И.В. Исупова.* – 3.: ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 145 с.

9. Установка для замены масла NORDBERG 2379 / NORBERG.SHOP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nordberg-shop.ru/shop/maslosmennoe-oborudovanie/nordberg-2379-ustanovka-dlya-zameny-masla> - 20.01.2022.

10. Установка для замены масла АЕ&Т НС-2185 / АЕ&Т [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aet-auto.ru/catalog/oborudovanie-dlya-zameny-masla/ustanovki-dlya-sbora-masla/ustanovka-dlya-sbora-i-zameny-masla-hc-2185.html> - 23.01.2022.

Сведения об авторах

Поздняков Никита Андреевич – студент 4 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный тел. 89994222742, e-mail: nick.pozdnyackov2017@mail.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89836938151 e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 001:63

**ПРИВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ БАКАЛАВРАМИ
ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**

Полей О.Ю., Аносова А.И., Косарева А.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

При изучении многих дисциплин студенты используют конструкторскую документацию, поясняющую устройство машин, механизмов, узлов, инженерных сооружений и других предметов. Из приведенных примеров видно, какую огромную роль играет дисциплина начертательная геометрия и инженерная графика в образовательном процессе студентов инженерных направлений. В результате выше сказанного будущий инженер должен знать основные геометрические принципы построения объектов на плоскости, уметь выполнять и читать чертежи, а так же пользоваться стандартами и ГОСТами.

В данной работе рассмотрим вопрос развития профессиональных навыков оформления рабочего чертежа детали типа вал, имеющей поверхности «среза».

Ключевые слова: компетенции, срез, вал, чертеж, тело вращения.

Постоянное совершенствование сельскохозяйственной техники диктует аграрным вузам готовить высококвалифицированных выпускников, способных к аналитической и практической деятельности, владеющих профессиональными компетенциями. Успешное освоение общепрофессиональных и специальных дисциплин в большой степени зависит от успешного освоения общеинженерных [3, 4, 5].

Дисциплина Начертательная геометрия и Инженерная графика (в дальнейшем НГ и ИГ) изучается бакалаврами инженерных направлений на первом курсе первого и второго семестра, что является базовым курсом для последующего изучения инженерных дисциплин, а также служит основой технической подготовки инженеров [1].

На основании ФГОС ВО (федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования) [2] – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия включает в себя следующие компетенции расположенных на рисунке 1[2].



Рисунок 1 – Компетенции НГ и ИГ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Структура и содержание профессиональной компетентности специалиста определяется видами выполняемой им деятельности. При этом компетенция рассматривается как определенная сфера приложения знаний, умений и качеств, которые в комплексе помогают специалисту действовать в различных, новых, для него ситуациях, при осуществлении конкретного вида профессиональной деятельности [1].

Подготовка высококомпетентного и грамотного инженера невозможна без успешного освоения курса Начертательная геометрия и инженерная графика, который является основой инженерного образования.

Будущий инженер должен знать основные геометрические принципы построения объектов на плоскости, уметь выполнять и читать чертежи, а так же пользоваться стандартами и ГОСТами. Начертательная геометрия и инженерная графика способствует развитию пространственного мышления.

Научить студентов самостоятельно решать задачи графического характера, определять ход выполнения заданий, грамотно выполнять чертежи деталей, машин и механизмов, читать конструкторскую документацию – основные задачи преподавателя. Решению этих задач способствует применение различных методов обучения.

Последовательно изучая дисциплину, студенты овладевают фундаментальными знаниями, которые могут быть применены к конкретным практическим задачам. Так, работая над курсовыми и дипломными работами, студенты выполняют сборочные и рабочие чертежи конструкций деталей машин и механизмов, многие из которых содержат поверхности, образуемые телами вращения и имеющие срез одной или несколькими плоскостями. В технической практике, наиболее широкое применение поверхности вращения нашли в деталях, полученных при обработке на станках (валы, оси, вентили, форсунки и т.д.).

На рабочих чертежах деталей поверхности вращения задаются очерками – проекциями образующих линий и осями. В зависимости от формы образующей получаем тот или иной вид поверхности: цилиндр, конус, сфера, тор, эллипсоид и т.д. При построении линии «среза» необходимо знать, что плоскость, проходящая параллельно оси, пересекает различные тела по различным линиям. Такие поверхности как цилиндр пересекаются по образующим, конус – по гиперболе, сфера – по окружности, тор – по кривой Персея.

Рассмотрим вопрос развития профессиональных навыков, построим чертеж детали типа вал, имеющей поверхности «среза». Задачи такого типа являются комплексными и позволяют судить об уровне освоения студентами изучаемого материала.

Решение задачи может быть выполнено традиционным способом на формате карандашом, а так же с помощью графической программы КОМПАС – 3D. Графическая программа упрощает работу над чертежом, дает более наглядное представление и понимание вычерчиваемого объекта.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Рассмотрим пример решения задачи такого типа с помощью программы КОМПАС – 3D.

Прежде всего, необходимо вычертить условие задания, определить элементарные геометрические тела, составляющие деталь, установить их границы. В рассматриваемом примере тело вращения ограничено усеченным конусом, цилиндром, сопрягаемым с тором, образуемым вращением дуги радиусом 30 мм, сопрягаемым со сферой. Деталь срезана двумя фронтальными плоскостями уровня, рисунок 1.

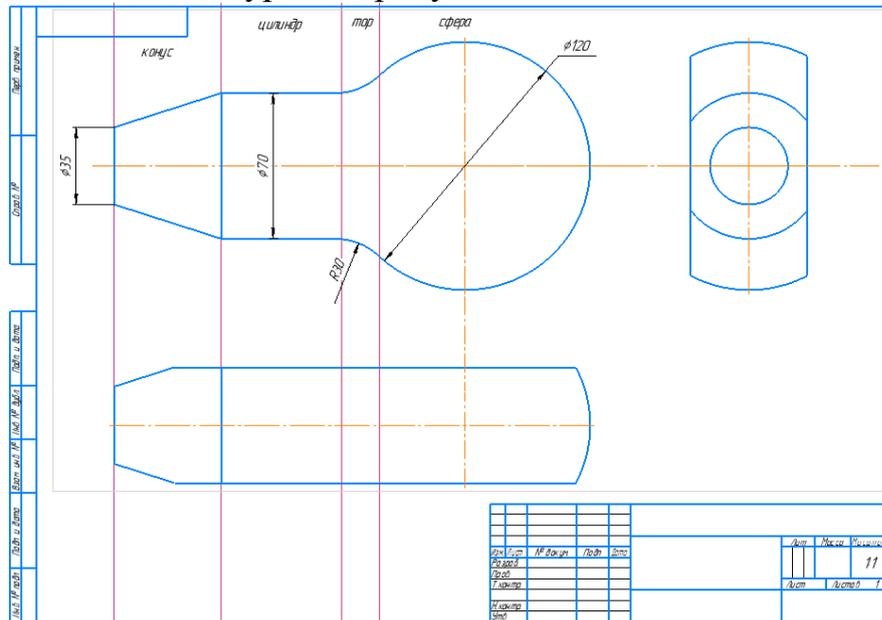


Рисунок 1 – Задание в трех проекциях

Определяем вершины и характерные точки линий «среза», лежащие на границах поверхностей вращения.

Коническая поверхность пересекается фронтальными плоскостями уровня по гиперболам, рисунок 2.

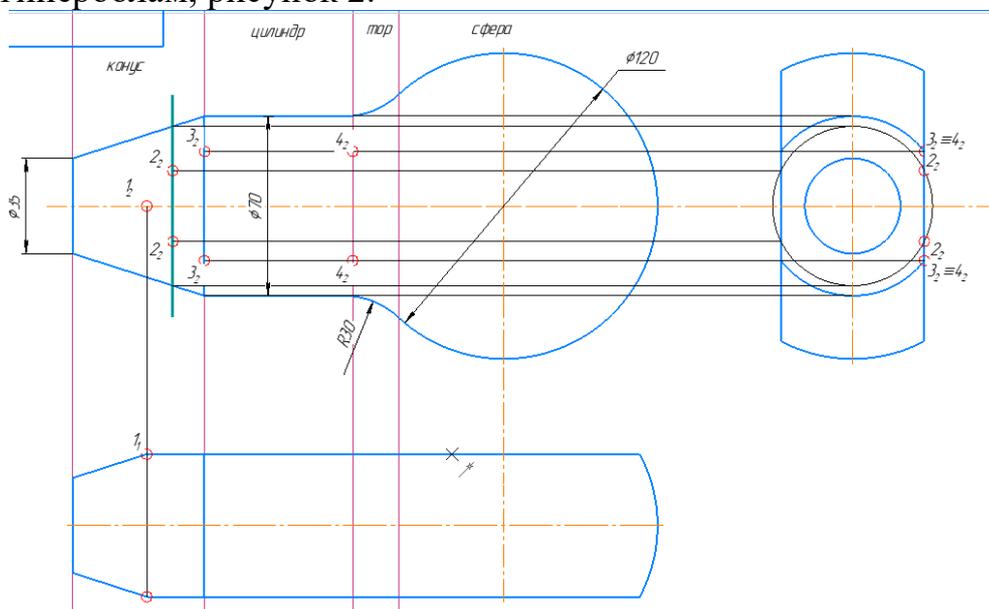


Рисунок 2 – Построение линии «среза» на конической и цилиндрической поверхностях.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Вершину гиперболы, точка 1, можно определить по горизонтальной проекции детали. Промежуточные точки 2,3 и 4, строят при помощи вспомогательных плоскостей профильного уровня, перпендикулярных к оси вращения. Такие плоскости отсекают у конуса окружности, которые проецируются на профильной проекции в виде окружностей, а на горизонтальной и фронтальной – в виде отрезков прямых. Профильные проекции точек 2,3 и 4 лежат на пересечении профильных следов срезающих плоскостей с профильными проекциями окружностей.

Поверхность цилиндра пересекается фронтальными плоскостями уровня по образующим, горизонтальные проекции которых совпадают со следами секущих плоскостей.

Для нахождения характерных точек перехода линии «среза» от цилиндра к кривой линии «среза» тора, образуемого вращением дуги $R30$, а затем к кривой линии «среза» сферы используем профильные плоскости, рисунок 3. Такие плоскости пересекают поверхности тора и сферы по окружностям, которые на профильной плоскости (вид слева) проецируются без искажения.

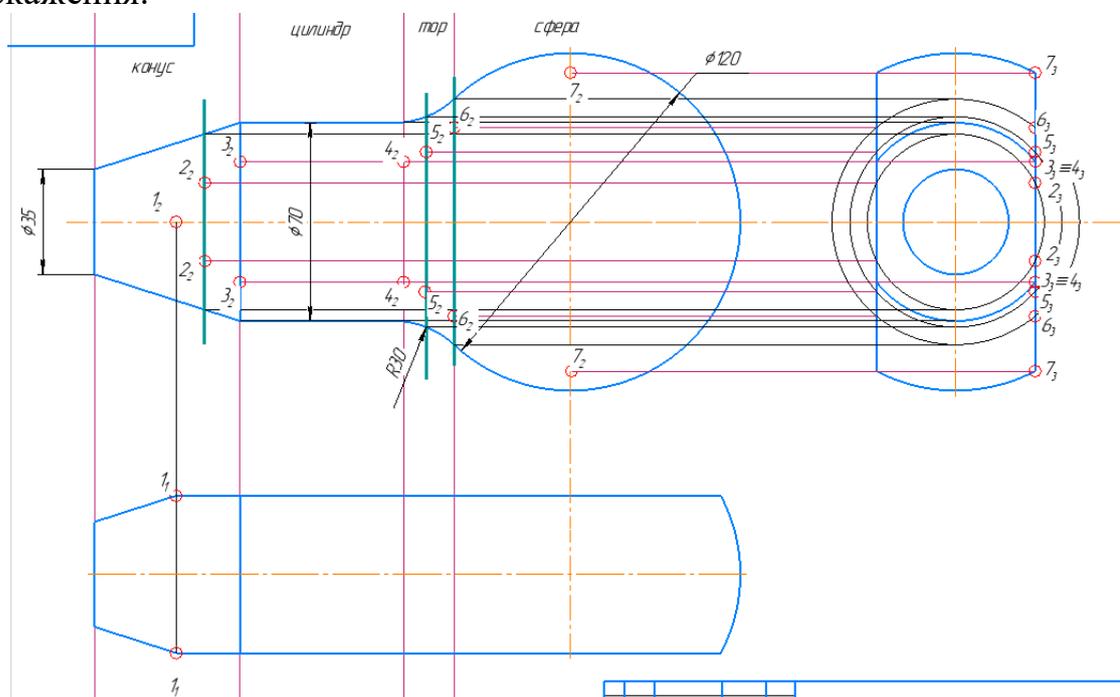


Рисунок 3 – Построение линии «среза» на поверхности тора и сферы

Профильные проекции искомых точек 6, 7 и 8 лежат на пересечении окружностей с профильными следами параллельных секущих плоскостей. По профильным проекциям точек, принадлежащим линиям «среза» тора и сферы строят фронтальные проекции этих точек, которые лежат на пересечении линий связи с фронтальными следами соответствующих плоскостей.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Поверхность сферы пересекается по окружностям, проекциями которых на горизонтальной (вид сверху) и профильной (вид слева) плоскостях будут отрезки прямых, а на фронтальной проекции (главный вид) - окружности.

Соединяем полученные точки и получаем на фронтальной проекции линию среза тела, плоскостями фронтального уровня, рисунок 4.

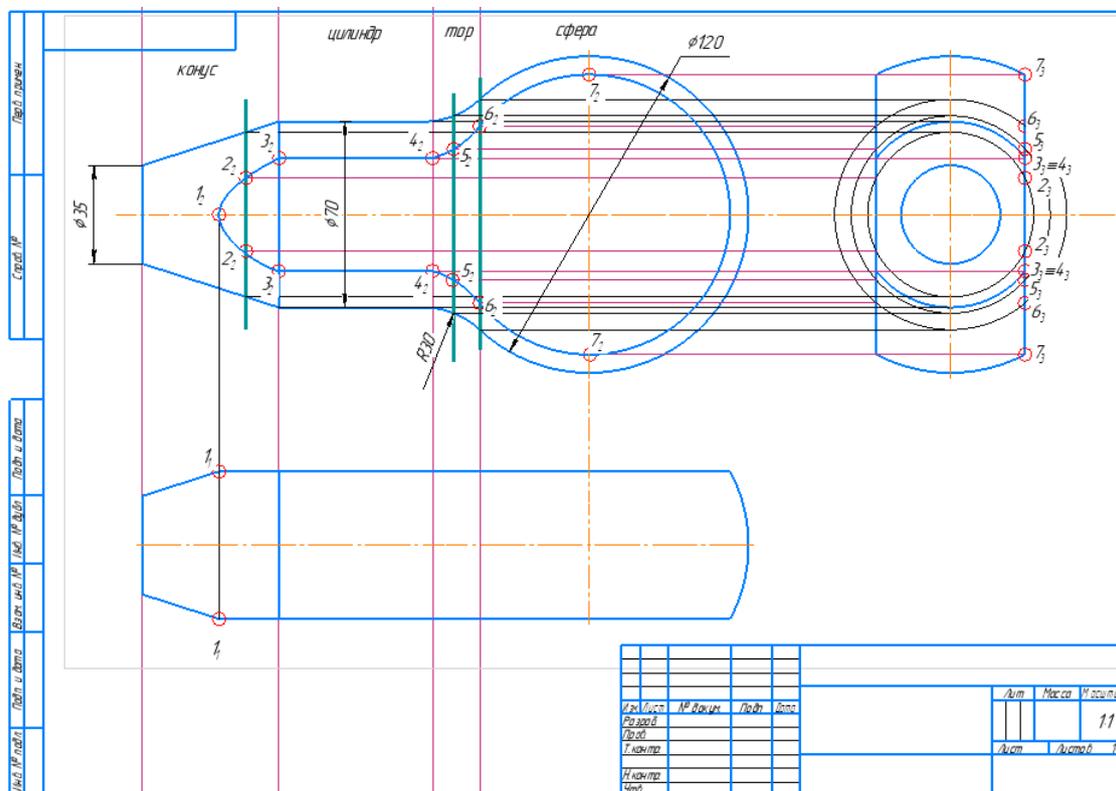


Рисунок 4 –Линия «среза» плоскостями фронтального уровня.

Использование современных средств и методов обучения позволяет студентам самостоятельно овладевать необходимыми навыками, приемами, способами и технологиями профессии. Решение задач геометрического характера, связанных с будущей профессиональной деятельностью способствует повышению заинтересованности студентов в освоении дисциплины, овладение ими необходимыми знаниями, умениями и навыками и формированию профессиональных компетенций.

Список литературы

1. Захаров Ю.А. Москинов В. А. «Основы пути повышения качества высшего образования». Университетское управление: практика и анализ 2005г. №1.
2. Селиванова М.А. Дисциплина начертательная геометрия и инженерная графика в подготовке агроинженеров // М.А. Селиванова, А.И. Аносова, А.В. Косарева / Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы всероссийской научно-практической конференции: в IV томах. - Молодежный: Изд-во ФГБОУ ВО Иркутской ГАУ, 2021. С. 105-109

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

3. Моисеева М.Н. Развитие профессиональной компетенции будущего агроинженера при изучении дисциплины//М.Н. Моисеева, Л.В. Фисунова/Современное педагогическое образование.-№4, 2018.-с.149-151

4. ФГОС ВО направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавр) (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г., регистрационный № 813).

5. Шамсутдинова Т.М. Формирование профессиональных компетенций студентов в контексте информатизации высшего образования/ Т.М. Шамсутдинова. Открытое образование, №6, 2013.- с.36-44

Сведения об авторах

Полей Оксана Юрьевна – студент 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89834043069, e-mail:)

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технический сервис и общеинженерных дисциплин инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры технический сервис и общеинженерных дисциплин инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89086699788 e-mail: ankosar@mail.ru).

УДК 631.361.025

ОБОСНОВАНИЕ ПОЛЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СО СБОРОМ НЕВЕЯННОГО ВОРОХА

Полей О.Ю., Поляков Г.Н., Косарева А.В.

ФГБОУ ВО иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Уборочный процесс является завершающим при производстве сельскохозяйственных культур от своевременности и качества выполнения которого во многом зависит количество и качество убираемого продукта. Анализируя данные [1, 2, 3] нагрузка на один комбайн составляет 320 га, что в два раза выше рекомендуемой. Возрастной состав комбайнового парка 10-12 лет делает низкой готовность к проведению уборочных работ. Высокие затраты при производстве сельскохозяйственной продукции вызваны непропорциональным ростом цен на топливо, удобрения, запасные части, услуги сельхозпроизводителю, а так же массовым применением традиционных ресурсозатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Например, технология, реализуемая зерноуборочными комбайнами, несмотря на их высокий технический уровень, остается практически неизменной в течение последнего столетия.

Таким образом, для производства, в том числе и уборки сельскохозяйственных культур на лицо необходимость разработки и внедрения новых ресурсосберегающих технологий, универсальных и унифицированных технических средств.

Ключевые слова: мелкий зерновой ворох (невеяный ворох), ресурсосберегающая технология, эжектор, воронка, воздушный поток, вентилятор, полевая машина.

Одним из направлений является разработка технологии уборки зерновых культур со сбором мелкого зернового вороха. Полевой машиной в технологии является переоборудованный зерноуборочный комбайн. С зернового комбайна демонтируется зерновой бункер, копнитель, зерновой и колосовой шнеки, жалюзийные решета и сопутствующие им узлы и детали. Масса комбайна, при этом снижается до 7000 кг. На полевую машину устанавливается пневмоконвейер для транспортировки мелкого зернового вороха (невеяного вороха) в тракторный прицеп. Пневмоконвейер включает вентилятор, эжекторное устройство и материалопровод.

Мелкий зерновой ворох обрабатывается на стационаре воздушно-решетной очисткой, снятой с комбайна.

Цель исследования: обосновать конструкцию полевой машины для обмолота хлебной массы и сбора мелкого зернового вороха (невеяного вороха) в транспортный прицеп большой вместимости. Полевая машина должна быть универсальной и унифицированной на 75%.

Задачи исследования:

1. Провести анализ технологий и технических средств для уборки зерновых колосовых культур, рапса и других культур;
2. Обосновать эффективную технологию уборки сельскохозяйственных культур;
3. Обосновать конструкцию полевой машины;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

4. Определить состав, плотность и аэродинамические свойства мелкого зернового вороха.

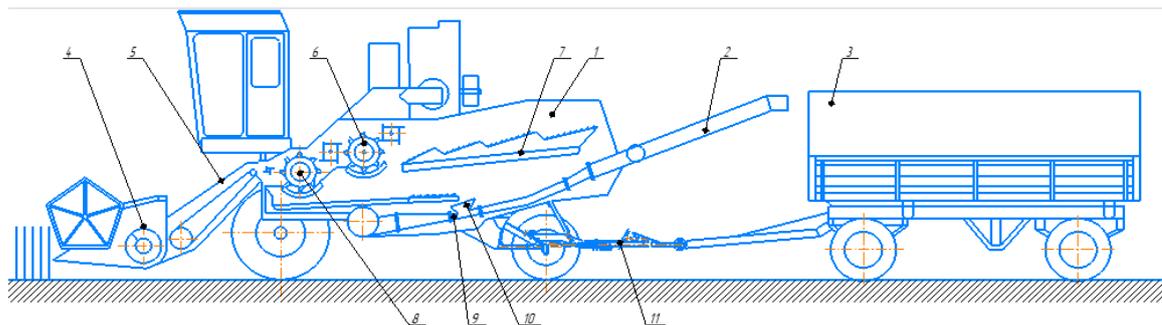
Результаты исследования.

Известны различные способы уборки зерновых культур: прямое и раздельное комбайнирование, а по сбору незерновой части урожая они делятся на валкование, копнение и измельчение соломы; прямое комбайнирование с очесом на корню; индустриально-поточные технологии уборки зерновых культур с полным сбором биологического урожая и обработкой на стационаре; обмолот стогов на краю поля; обмолот хлебной массы после полного высыхания и созревания зерна в колосе [1, 3, 4, 5].

Одной из наиболее универсальной и экономичной технологией уборки является технология со сбором мелкого зернового вороха и обработкой его на прифермерских площадках.

Опыт применения уборки со сбором мелкого зернового вороха, по канадской технологии Меклеод Харвест, имеет ряд конкурентных преимуществ: снижение потерь зерна в поле; дополнительный сбор мякины (соцветия, листочки, обломки колосков, мелкое и дробленое зерно, семена сорных растений), имеющей кормовую ценность 0,30-0,42 к.ед.; вывоз с поля семян сорняков, снижает гербицидную нагрузку на почву; уменьшение затрат труда на 20% и себестоимости уборки.

Обзор научно-технической литературы, анализ работы технических средств и аппаратов, воздействующих на зерно, позволил предложить конструкцию полевой машины для сбора мелкого зернового вороха, рисунок 1.



1- Полевая машина для сбора невеянного вороха, 2-материалопровод, 3- тракторная тележка, 4-жатка, 5-наклонная камера, 6-молотильный аппарат, 7 – соломотряс, 8- центробежный вентилятор, 9-эжектор, 10- эжекторная воронка, 11 – прицепное устройство.

Рисунок 1 – Схема полевой машины с тракторным прицепом

Рабочий процесс рабочей машины протекает следующим образом. Молотильный аппарат обмолачивает хлебную массу. Грубый ворох поступает на клавишный соломотряс, который выводит солому из полевой машины и выделяет мелкий зерновой ворох на транспортную доску. Мелкий зерновой ворох, прошедший через решетку деки молотильного

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

барабана, также поступает на транспортную доску. Транспортная доска встряхивает мелкий зерновой ворох и подает его в воронку эжекторного устройства, в которой воздушный поток подхватывает мелкий зерновой ворох и транспортирует его по материалопроводу в тракторный прицеп большой вместимости.

Мелкий зерновой ворох обрабатывается на стационаре воздушно-решетной очисткой снятой с комбайна.

В ходе исследования была определена доля мелкого зернового вороха, попадающего на транспортную доску полевой машины от подачи хлебной массы в молотильный аппарат полевой машины. Она составила 55-60% от подачи хлебной массы.

Состав мелкого зернового вороха представлен на рисунке 2.

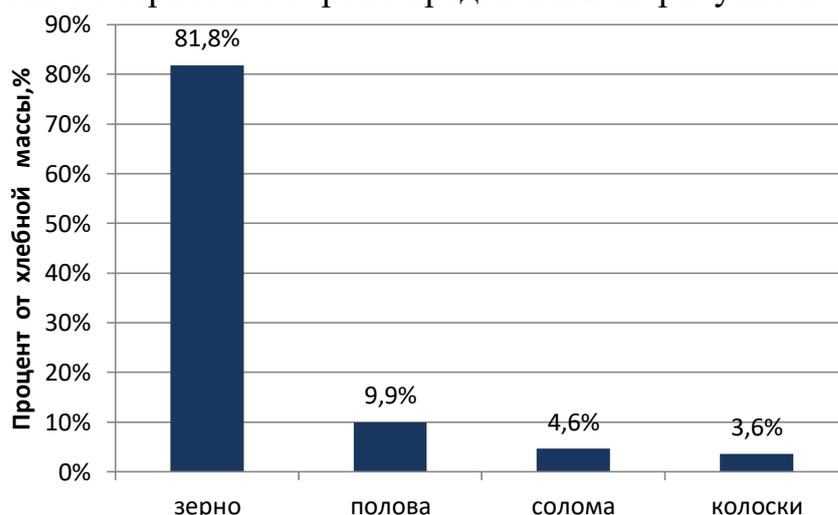


Рисунок 2 – Состав мелкого зернового вороха

Мелкий зерновой ворох включает около 82 % зерна и 18% мякины, короткой соломы до 10см и колоски.

Выводы:

1. Анализ технологии уборки зерновых культур выявил технологию уборки со сбором мелкого зернового вороха, как наиболее эффективную и универсальную для условий Иркутской области, так как она обеспечивает более полный сбор зерна и мякины, которая имеет кормовую ценность 0,30 – 0,42 к.ед.

2. Технология со сбором мелкого зернового вороха имеет ряд конкурентных преимуществ.

3. Полевую машину можно изготовить на базе зерноуборочного комбайна, что делает ее унифицированной.

4. Подача зернового вороха в эжекторное устройство составляет 55-60% от подачи хлебной массы. Определен его состав.

5. Полученные показатели можно использовать при проектировании пневмоконвейера и выбора транспортных средств для доставки мелкого зернового вороха к местам обработки.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Список литературы

1. *Бурьянов А.И.* Направления совершенствования технологий уборки зерновых культур и технических средств для их реализации/ *А.И.Бурьянов* //Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники, Кубанский ГАУ: сб. статей международной науч.- пр. конференции.-Краснодар.-2013.-с.5-11.
2. *Гейдебрект И.П.* Канадская технология уборки сельскохозяйственных культур/ *И.П.Гейдебрект* //Техника и оборудование для села, 2006.-№4.- с.
3. *Павлов И.М.* Повышение эффективности дисковых сошников / *И.М. Павлов, А.В.Перетяцько, А.Е. Сарсенов.* – Аграрный научный журнал, Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2016.-№2.-с.58-60
4. *Поляков Г.Н.* Анализ факторов, влияющих на процесс сепарации хлебной массы / *Поляков Г.Н., Шуханов С.Н., Яковлев Д.А.* – Известия, Оренбургский ГАУ, 2017.- №4(66).-с.127-129.
5. *Поляков Г.Н.* Состояние и тенденции технического обеспечения АПК Иркутской области/ *Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов.* – Известия международной академии аграрного образования. Санкт-Петербург, 2019.-вып.45.-с.52-57.

Сведения об авторах

Полей Оксана Юрьевна – студент 2 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89834043069, e-mail: ankosar@mail.ru)

Поляков Геннадий Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общеинженерных дисциплин. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

УДК 621.431.7

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ОСНАЩЕННЫХ СИСТЕМОЙ VTEC

Раковская Д.Э., Беломестных В.А.

ФГБОУ ВО иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье рассматривается система VTEC. Проанализированы двигатели с системой VTEC и без VTEC. Этот механизм представляет собой объединение системы SOHC VTEC и SOHC VTEC-E. В отличие от всех описанных выше систем эта имеет не два режима работы, а три. В зоне низких оборотов система обеспечивает экономичный режим работы двигателя на обедненной топливовоздушной смеси (как VTEC-E). В этом случае используется только один из впускных клапанов. На средних оборотах в работу включается второй клапан, но фазы газораспределения и высота подъема клапанов не изменяются. Двигатель в этом случае реализует высокий крутящий момент. На режиме высоких оборотов оба клапана управляются одним центральным кулачком, отвечающим за снятие с двигателя максимальной мощности. Эта система достаточно универсальна. Двигатель объемом 1,5 литра с таким газораспределительным механизмом проявляет неплохую удельную мощность: 86 л.с. на 1 л. рабочего объема. Одновременно с этим, если двигатель работает в первом, экономичном 12-клапанном режиме, расход при движении с постоянной скоростью 60 км/ч на автомобиле Honda Civic составляет около 3,5 л на 100 км.

Ключевые слова: двигатели, система VTEC, SOHC VTEC, i-VTEC, сравнение двигателей.

VTEC полностью расшифровывается следующим образом - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control. В переводе на русский язык означает «электронная система управления временем открытия и высотой подъема клапанов» или, если говорить языком специалистов, электронная система регулировки фаз газораспределения. Этот механизм предназначен для того, чтобы оптимизировать прохождение воздушно-топливной смеси в камеры сгорания.[2]

Двигатель внутреннего сгорания преобразует химическую энергию, накопленную в топливе, в тепловую. Такое преобразование происходит во время сгорания горючей смеси. При этом возрастает температура и давление в цилиндре. Под давлением поршни двигателя опускаются вниз и, толкая коленчатый вал, приводят его в движение. Так химическая энергия преобразуется в механическое движение. Механическая сила определяется величиной крутящего момента. Способность двигателя поддерживать некоторую величину крутящего момента при некотором числе оборотов в минуту определяется как мощность. Мощность определяет, какую работу может производить двигатель. Весь процесс, осуществляемый двигателем внутреннего сгорания, не эффективен на 100%. На самом деле всего около 30% энергии, содержащейся в топливе, преобразуются в механическую энергию.[6]

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Теоретическая физика говорит о том, что при данном КПД для достижения высокой отдачи от мотора необходимо использовать больше топлива: в результате существенно возрастет мощность. Очевидно, что в этом случае нужно использовать двигатель с огромным рабочим объемом и поступиться принципами экономичности. Другой метод диктует необходимость предварительно сжимать топливную смесь посредством турбины и затем сжигать ее в цилиндрах небольшого размера. Однако и в этом случае расход топлива будет пугающим. В свое время концерн Honda пошел по иному пути, начав исследования с целью оптимизации работы двигателя внутреннего сгорания. В результате появилась технология VTEC, наделяющая мотор отменной экономичностью на низких оборотах и высокой мощностью при его «раскручивании». [8]

Если сравнить скоростные характеристики различных двигателей, то можно заметить, что у одних максимум крутящего момента достигается на низких оборотах (в диапазоне 1800-3000 об/мин), у других — на более высоких (в диапазоне 3000-4500 об/мин). Следовательно, есть зависимость между тем, каким образом на распределительном валу установлены кулачки, открывающие клапаны, и тем, какую мощность развивает мотор на различных оборотах коленчатого вала. [3]

Если число оборотов коленвала достигает 4000 в минуту, клапаны открываются и закрываются 2000 раз ежеминутно, или 30-40 раз каждую секунду. На такой скорости поршню чрезвычайно сложно всосать в цилиндр необходимый объем горючей смеси. То есть в результате впускного сопротивления возникают насосные потери, и это главная причина, по которой уменьшается эффективность работы двигателя. Для облегчения работы мотора при работе на больших оборотах приходится, например, шире открывать впускной клапан. Разумеется, это упрощенное описание работы, но оно дает общее представление. Однако на малых оборотах такой алгоритм не годится: настройка распредвала «на скорость» лишь увеличит расход топлива. Следовательно, для лучшей эффективности нужно сочетать оба алгоритма работы, которые воплощены в механизме VTEC.

Появившись в 1989 году, система VTEC дважды модернизировалась и использует возможности электроники, механики, что позволяет двигателю эффективно распоряжаться возможностями сразу двух распредвалов, или, в упрощенных версиях, одного. Контролируя число оборотов и диапазоны работы силового агрегата, его компьютер может активизировать дополнительные кулачки с тем, чтобы подобрать наилучший режим работы. [5]

Трехрежимный SOHC VTEC

Этот механизм представляет собой объединение системы SOHC VTEC и SOHC VTEC-E. В отличие от других систем эта имеет не два режима работы, а три. В зоне низких оборотов система обеспечивает экономичный режим работы двигателя на объединённой топливовоздушной смеси (как

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

VTEC-E). В этом случае используется только один из впускных клапанов. На средних оборотах в работу включается второй клапан, но фазы газораспределения и высота подъема клапанов не изменяются. Двигатель в этом случае реализует высокий крутящий момент. На режиме высоких оборотов оба клапана управляются одним центральным кулачком, отвечающим за снятие с двигателя максимальной мощности. Эта система достаточно универсальна. Так, например, двигатель объемом 1,5 литра с таким газораспределительным механизмом проявляет неплохую удельную мощность: 86 л.с. на 1 л. рабочего объема. Одновременно с этим, если двигатель работает в первом, экономичном 12-клапанном режиме, расход при движении с постоянной скоростью 60 км/ч на автомобиле Honda Civic составляет около 3,5 л на 100 км.[1]

i-VTEC

Буква «i» в названии означает *intelligent*, то есть «умный». Прежние версии VTEC способны регулировать степень открытия клапанов лишь в 2-3 режимах. Конструкция нового газораспределительного механизма i-VTEC предполагает использование помимо основной системы VTEC дополнительную систему VTC (Variable Timing Control), непрерывно регулируемую момент начала открытия впускных клапанов. Открытие впускных клапанов задается в зависимости от нагрузки двигателя и регулируется посредством изменения угла установки впускного распределительного вала относительно выпускного. В двигателях с i-VTEC распредвал крепится к приводному шкиву через специальную гайку-шестерню, которая способна «доворачивать» его на угол до 60°.[4]

Применение системы VTC на ряду с VTEC позволяет эффективнее наполнять цилиндры двигателя топливно-воздушной смесью, а также улучшить полноту ее сгорания. Использование механизма i-VTEC позволяет достичь приемистости эквивалентной двигателям с рабочим объемом 2 литра, при этом топливная экономичность даже лучше чем у 1,6 литрового двигателя.

Система без VTEC

ДОВТЕК — это модели выпущенные с 1992-1998 годы. До технологии втек (VTEC). [3]

Project Big 1 92-94г, Version R 95г, Version S 96-98г

VTEC (англ. Variable valve Timing and lift Electronic Control)

VTEC I 99-2000г, VTEC II 2000-2001г, VTEC III 2002г.

Система изменения фаз газораспределения с электронным управлением. Используется в двигателях внутреннего сгорания фирмы Honda. Система позволяет управлять наполнением топливно-воздушной смесью камер сгорания. На низких оборотах двигателя система обеспечивает экономичный режим работы, на средних — максимальный крутящий момент, на максимальных оборотах — максимальную мощность.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

У довтолка все 16 клапанов работают всегда. У втек сначала 8, при достижении определенных оборотов 6750 подключаются еще 8.[9]

В обычном четырёхтактном двигателе внутреннего сгорания впускные и выпускные клапаны управляются кулачками распредвала. Форма этих кулачков определяет момент, ход и продолжительность открытия клапана. Момент открытия (и закрытия) определяет момент открытия (или закрытия) клапана относительно процесса работы двигателя. Ход определяет высоту открытия клапана, а продолжительность открытия отвечает на вопрос «Как долго клапан был открыт». Из-за различного поведения газов (топливо-воздушной смеси) в цилиндре до и после зажигания на разных оборотах двигателя, требуются различные настройки работы клапанов. Так, оптимальное соотношение момента, хода и продолжительности клапана на низких оборотах, выльются в недостаточное наполнение цилиндров на высоких оборотах, что сильно уменьшит выходную мощность. И наоборот, оптимальные настройки для высоких оборотов приведут к неустойчивой работе на холостом ходу. В идеале двигатель должен уметь изменять эти установки в широких пределах, подстраиваясь под ситуацию.[7]

Таблица 1 – Сравнение двигателей с системой VTEC и без VTEC

| Характеристики | Система для ДВС с объемом 2л | |
|------------------------|---|-------------------------------|
| | VTEC (K20A) | NO VTEC (B20B) |
| Мощность (л.с) | 160 л.с | 135 л.с |
| Крутящий момент (Н/М) | 186 Н/М при 4000 оборот/мин 186 Н/М при 4500 оборот/мин 188 Н/М при 4000 оборот/мин 188 Н/М при 4500 оборот/мин 190 Н/М при 4000 оборот/мин 191 Н/М при 4000 оборот/мин 192 Н/М при 4000 оборот/мин 193 Н/М при 5600 оборот/мин 202 Н/М при 7000 оборот/мин 206 Н/М при 6000 оборот/мин 206 Н/М при 7000 оборот/мин 215 Н/М при 6100 оборот/мин 218 Н/М при 7000 оборот/мин | 184 Н/М при 4200 оборотов/мин |
| Тип двигателя | Рядный, 4-цилиндровый | Рядный, 4-цилиндровый |
| Расход бензина л/100км | 6.9 - 9.3 л/100км | 10-11 л/100км |
| Степень сжатия (Бар) | 9.8 – 12 бар | 9.6 бар |
| Разгон до 100 км/ч | 11,3 сек | 15 сек |

На практике спроектировать и создать такой двигатель достаточно трудоёмко и нерентабельно. Предпринимались попытки использования соленоидов вместо обычных подпружиненных кулачков, но такие схемы не дошли до массового производства по причине дороговизны и сложности в исполнении.

VTEC — это попытка компромисса между производительностью двигателя на высоких оборотах и его стабильностью на низких.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Кроме того, в Японии существуют налоги на объём двигателя, заставляя производителей выпускать высокопроизводительные двигатели с относительно маленьким рабочим объёмом. В спортивных машинах, таких как Toyota Supra и Nissan 300ZX, мощность достигается турбонаддувом, Mazda RX-7 и RX-8 используют высокооборотистый роторный двигатель. VTEC — это ещё один подход к созданию мощного, малообъёмного двигателя.[10]

За основы эксперимента возьмём 2 похожих двигателя от Honda Stepwgn RF1 (B20B) и RF3 (K20A).

Анализируя таблицу, можно сказать, что прогресс не стоит на месте. Множество современных механических и электронных систем позволяют повысить производительность двигателя с малым объёмом двигателя. Снизить расход топлива, повысить характеристики ДВС, повышение крутящего момента на протяжении с 4000 тыс/мин до 7000 тыс/мин. В плане эксплуатации и ремонта, никаких проблем нету т.к. при нынешних технологиях все делается качественно и надёжно. А в ремонте легко найти проблему и решить ее.

Список литературы

1. Автотопопроф [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://avtomotoprof.ru> - 04.02.2022
2. Википедия [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/VTEC> - 04.02.2022
3. ВСЕ О ДВИГАТЕЛЕ. Сборник информации о двигателях различных модификаций [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://avtika.ru/chto-daet-vysokiy-krutyaschiy-moment-dvigatelya/> - 04.02.2022
4. Всё об автомобильных двигателях Avtodvigateli [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://avtodvigateli.com> 04.02.2022
5. «За рулем» [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://remont-torpedo.ru> 04.02.2022
6. Лекция 5. Методы энергосбережения при производстве тепловой энергии [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://lms.kgeu.ru> - 04.02.2022
7. Монолит [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://monolith.in.ua/structure-avto/grm/> - 04.02.2022
8. Прокопенко Н.И., Богданов А.И., Кукис В.С. //Основы теории тепловых процессов и машин. Часть II, 2012.-571 с.
9. Технология VTEC [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://remmoto.ru/tehnologiya-vtec-honda-cb-400-vtec-i> 04.02.2022
10. Энциклопедия [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://wiki-org.ru/wiki/VTEC> - 04.02.2022

Сведения об авторах

Раковская Дарья Эдуардовна – студент 4 курса, Инженерного факультета, Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского, (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89996846140, e-mail: drakovskaya@gmail.com)

Беломестных Владимир Афанасьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин инженерного факультета

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел.:89086413239, e-mail: belomestnyhv@mail.ru).

УДК 621.91.01

АНАЛИЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ИЗ МЕТАЛЛА

Раковская Д.Э., Аносова А.И., Агафонов С. В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Металлические изделия востребованы повсеместно, в различных отраслях промышленности и в строительстве. Поэтому такая услуга, как механическая обработка деталей и заготовок из металла пользуется большим спросом. Основная задача данной обработки, является передать изделию заданные размеры с помощью механического воздействия с применением различных инструментов [6].

В статье представлены виды слесарных работ и рассматриваются самые популярные виды механической обработки (фрезерование, резание стали, шлифовка, сварка, точение, сверление, строгание, долбление). А также представлен анализ времени каждой операции.

Ключевые слова: механическая обработка, фрезерование, резание, шлифовка, сварка, точение, сверление, протягивание, строгание, долбление.

В настоящее время, в результате открытия новых технологий, современное общество нуждается в металлических изделиях высококачественной обработки, полученные в максимально сжатые сроки. Поэтому такая услуга, как механическая обработка деталей и заготовок из металла, пользуется большим спросом.

Механическая обработка – это разновидность слесарных работ (рисунок 1), которая необходима для изменения размера или формы металлического изделия с помощью механического воздействия с применением различных инструментов [2].

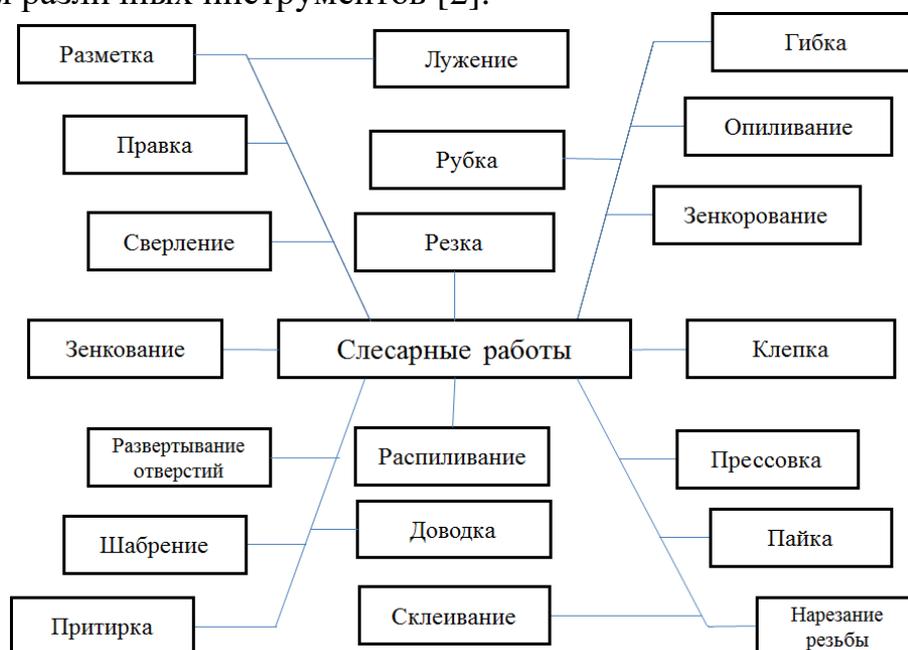


Рисунок 1 – Виды слесарных работ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Основная задача данной обработки предать изделию заданные размеры [6]. Из рисунка 1 опишем самые популярные виды операций, которые в последовательности будем проверять на практике.

Фрезерование – придание детали или заготовке требуемой формы путем снятия фрезой слоя металла до достижения заданного параметра. Фрезерные работы выполняются на специальных станках, обеспечивающих в одной плоскости возвратно-поступательные движения обрабатываемой детали или резанку. Механическая обработка деталей из металла методом фрезерования позволяет добиться высокой производительности и максимальной точности изготовления.[1]

Процесс резания металлов заключается в срезании с заготовки лишнего слоя в виде стружки с целью получения детали требуемой формы, размеров и классов шероховатости обработанных поверхностей.[3]

При шлифовании припуск на обработку снимается абразивными инструментами – шлифовальными кругами. Шлифовальный круг представляет собой пористое тело, состоящее из большого количества мелких зерен. Эти зерна соединены между собой особым веществом, которое называется связкой. Твердые материалы, из которых образованы зерна шлифовального круга, называются абразивными материалами. Процесс шлифования состоит в том, что шлифовальный круг снимает с детали тонкий слой металла острыми гранями своих абразивных зерен.[5]

Сварка – процесс, в котором две или несколько деталей соединяются в одну неразъемную конструкцию. Принцип соединения сварным швом – расплавление стыковочных кромок под воздействием открытой либо газовой горелки или электрической дуги и соединения их в этом состоянии. Если при соединении поверхностей применяется дополнительный материал – припой, то такой тип сварки называется пайкой.[6]

Точение. При точении воздействие резцов различной конфигурации и назначения на заготовку осуществляется в процессе вращения последней вокруг своей оси. Резцы убирают излишки стали, обеспечивая заданные параметры детали. По частоте применения точение наряду с фрезерованием – наиболее широко распространенная и популярная механическая обработка деталей из стали.[10]

Сверление – активно востребованная технология обработки стали, цель которой – получение сквозных либо глухих отверстий в теле детали или заготовки. Выполняется на разных типах сверлильных станков. В качестве режущего инструмента выступает быстро вращающееся высокопрочное сверло.[4]

Строгание – обработка стальных деталей или заготовок однолезвийным инструментом, обеспечивающим возвратно-поступательные движения. Выполняется механическая обработка металлов строганием на универсальных либо специальных станках.[9]

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Долбление. Этот вид обработки выполняется с использованием долбежных станков. Особенность технологии заключается в том, что излишки стали с детали снимаются резцом, расположенным перпендикулярно заготовке и выполняющим отрывистые поступательные движения.[8]

Все выше перечисленные способы испытаем на практике, а результаты представим в таблице испытаний ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение способов обработки

| Название способа обработки | Среднее время способа | | | Время способа в процессе проведения опыта | | |
|----------------------------|--|----------------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|
| Фрезерование | 600 сек/штука | | | 780 сек/штука | | |
| Резание стали | 5мм, 1метр-5сек | | | 5мм, 1метр-15сек | | |
| Шлифовка | Виды шлифования | с радиальной подачей | с продольной подачей | Виды шлифования | с радиальной подачей | с продольной подачей |
| | Черновое | 250 - 500 | 200 - 400 | Черновое | 270 - 550 | 200 - 440 |
| | Получистовое | 100 - 200 | 80- 160 | Получистовое | 100 - 270 | 80- 170 |
| | Чистовое | 40 - 80 | 32 - 63 | Чистовое | 55 - 87 | 40 - 70 |
| | Тонкое | 16 - 32 | 12,5 - 25 | Тонкое | 20 - 40 | 14 - 27 |
| Сварка | Неполное штучное время на 1 м шва стыкового соединения для листа толщиной 6 мм 705,6 секунд. | | | Неполное штучное время на 1 м шва стыкового соединения для листа толщиной 6 мм 716,4 секунд. | | |
| Точение | Для черновой | Для чистовой | | Для черновой | Для чистовой | |
| | 1092 секунд | 1668 секунд | | 1146 секунд | 1710 секунд | |
| Сверление | 420 секунд/штука | | | 480 секунд/штука | | |
| Строгание | 300 секунд по 8 проходов | | | 360 секунд по 10 проходов | | |
| Долбление | 420 секунд | | | 570 секунд минут | | |

В результате анализа видно, что время на разные виды обработки затрачивается больше во время проведения операции, чем в представленных теоретических данных [7]. Так же можно сказать, что при сравнение данных, сколько должно быть потрачено время и сколько на самом деле затратили при выполнении операций, видно, что наиболее затратные методы являются

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

фрезерование – на него уходит на 180 секунд больше и долбление – на него уходит на 150 секунд больше.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что механическая обработка, является трудоёмким и сложным процессом.

Список литературы

1. Барбашов Ф. А. Фрезерное дело / Ф. А. Барбашов // Учебное пособие для сред. проф.-техн. училищ. Изд. 2-е. М., «Высш. школа», 1975. 216 с.
2. Википедия [электронный ресурс].-Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> 29.01.22
3. Грановский, Г. И. Резание металлов [Текст] : учеб. / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 1985. – 304 с.
4. Евстифеев В.В. Обработка материалов резанием: методы, станки, инструменты. Учебное пособие. / В.В. Евстифеев, М.С. Корытов в. – Омск: СибАДИ, 2012. – 77 с.
5. Лоскутов В.В. Шлифование металлов. 4-е изд. переработанное. / В.В. Лоскутов Москва – Свердловск, Машгиз, 1962. – 280 с.
6. Раздел 9. Основы механической обработки [электронный ресурс]. - Режим доступа: http://opd.uvauga.ru/materials/TKM_Razdel_9.pdf - 29.01.22
7. Расчет нормы времени при фрезеровании [электронный ресурс]. - Режим доступа: 29.01.22 <https://infopedia.su/8x219f.html> 29.01.22
8. «Это металл» [электронный ресурс].-Режим доступа: 02.02 <https://etm-cherepovets.ru/obrabotka-i-tehnologii/dolbeznyye-raboty.html> - 29.01.22
9. Масшсервис [электронный ресурс]. - Режим доступа: 02.02 <http://www.mashservice-izh.ru/metalloobrabotka.html> - 29.01.22
10. Токарная обработка-оборудование и технологии[электронный ресурс]. - Режим доступа: 02.02 <https://serp1.ru/tokarnaja-obrabotka-oborudovanie-i-te/> - 29.01.22

Сведения об авторах

Раковская Дарья Эдуардовна – студент 4 курса, Инженерного факультета, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89996846140, e-mail: drakovskaya@gmail.com)

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общетехнических дисциплин инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Агафонов Сергей Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса и общетехнических дисциплин. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149024358, e-mail: a.anosova@yandex.ru)

УДК 378.147

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРЕНАЖЕРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ

Раковская Д.Э., Белобородова В.Г., Бричагина А.А.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Для приобретения первоначальных умений и навыков профессиональной деятельности студентами, обучающимися по направлению «Агроинженерия» необходимо в учебном процессе использовать тренажерную подготовку. Применение тренажеров позволит сократить сроки освоения студентами техники и современного оборудования, повысит эффективность их использования, снизит затраты на обучение. Для теоретического обоснования применения тренажерной подготовки в учебном процессе сделана попытка классификации тренажеров, используемых в Иркутском ГАУ, в зависимости от формы организации обучения по характеру взаимодействия обучающегося с инструктором и по степени управления процессом обучения. Проведенная классификация тренажеров, позволит выполнить дидактическое обоснование их использования в учебном процессе образовательных учреждениях аграрного профиля.

Ключевые слова: профессиональное образование, тренажерная подготовка, тренажер, умения, навыки.

Учебный план подготовки бакалавров, обучающихся по направлению «Агроинженерия» включает изучение специальных дисциплин, обеспечивающих овладение не только знаниями, но также умениями и навыками профессиональной деятельности. Первоначальные навыки и умения можно приобрести в рамках тренажерной подготовки.

Тренажерная подготовка – форма профессионального обучения, в соответствии с требованиями действующих национальных нормативных актов, имеющая целью приобретение, поддержание и совершенствование умений и навыков с помощью различного вида тренирующих устройств (тренажеров) в соответствии с установленными требованиями [3].

Под тренажером будем понимать техническое средство, применяемое в профессиональной подготовке для формирования и совершенствования профессиональных навыков и умений управления материальными объектами путем многократного выполнения обучаемым действий, свойственных управлению реальным объектом [1, 3].

Применение тренажеров позволяет сократить сроки освоения студентами техники, повысить эффективность ее использования, снизить затраты на обучение [2, 4, 8, 10].

На инженерном факультете Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского в учебном процессе при проведении практических занятий успешно применяются следующие тренажеры [6, 7, 9]:

- тренажер грузового автомобиля;
- тренажер легкового автомобиля;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

- тренажер «Кабина зерноуборочного комбайна»;
 - тренажер «Система рулевого управления CLAAS GPS PILOT»
- На рисунке 1 показаны тренажеры легкового и грузового автомобилей



Рисунок 1 – Тренажеры легкового и грузового автомобилей

На рисунке 2 показан тренажер «Кабина зерноуборочного комбайна»



Рисунок 2 – Тренажер «Кабина зерноуборочного комбайна»

В настоящее время имеется необходимость изучения теоретических основ применения тренажерной подготовки в учебном процессе, и в том числе, выполнить классификацию тренажеров.

В основу классификации тренажеров, применяемых в учебном процессе, могут быть положены различные принципы (по назначению, по

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

конструктивному исполнению, по способу отображения окружающей среды и т.д). В данной статье рассматривается классификация по форме организации обучения, предложенная Курочкиным С.А.[5].

Классификации тренажеров в зависимости от способа организации обучения осуществляется по двум принципам:

- в зависимости от характера взаимодействия обучающегося с инструктором,
- в зависимости от степени управления процессом обучения.

В зависимости от характера взаимодействия обучающегося с инструктором при выполнении учебно-тренировочных заданий, тренажеры подразделяются:

- тренажеры, при работе на которых инструктор и обучающийся выполняют совместные действия по решению учебно-тренировочных задач;
- тренажеры для самостоятельного обучения, которые снабжаются подробной инструкцией по действиям обучаемого в рамках поставленного задания;
- тренажеры, при использовании которых инструктор ставит задачу перед обучающимся и контролирует ее выполнение.

В зависимости от степени управления процессом обучения тренажеры можно разделить на следующие группы:

- тренажеры, не имеющие обратной связи;
- тренажеры с документированием хода тренировки с помощью специальных регистрирующих устройств;
- тренажеры с автоматической оценкой деятельности обучаемого;
- адаптивные тренажеры, обеспечивающие автоматическое изменение начальных условий и программы обучения, в зависимости от успехов обучающихся.

Тренажеры без обратной связи – это тренажеры, при использовании которых оценка правильности действий обучаемых ложится на инструктора. Инструктор при этом должен обладать высоким уровнем квалификации и иметь значительный опыт эксплуатации, как тренажерной техники, так и реального объекта.

Тренажеры с системой документирования хода тренировок предусматривают регистрацию последовательности действий оператора по решению учебно-тренировочной задачи, выражающейся в нажатии клавиш, кнопок и т.п., вращении или перемещении рукояток, переключения рычагов и т.п. Это позволяет после выполнения упражнения осуществить полный разбор действий обучаемого.

Тренажеры с автоматической оценкой деятельности обучаемого включают интеллектуальную систему, которая оценивает правильность выполнения упражнения и фиксирует ошибки, допускаемые студентом.

Адаптивные тренажеры в настоящее время в образовательном процессе не используются.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Все вышеперечисленные тренажеры Иркутского ГАУ относятся к группе тренажеров с автоматической оценкой деятельности обучаемого, при использовании которых инструктор ставит задачу и контролирует ее выполнение.

Например, в процессе приобретения умений и навыков управлением зерноуборочным комбайном с использованием тренажера, инструктор ставит студенту конкретную задачу – осуществить уборку с поля зерновой культуры прямым комбайнированием. При этом задаются начальные условия: вид убираемой культуры, ее урожайность, ширина захвата жатки комбайна и т.д. Во время выполнения задания инструктор находится рядом со студентом в кабине тренажера, контролирует правильность выполнения упражнения, при необходимости корректирует действия обучаемого. Если студент при выполнении учебно-тренировочного задания допускает ошибки (выбирает неправильные режимы работы отдельных рабочих органов), то это автоматически фиксируется и тренажер выдает звуковой сигнал.

Проведенная классификация тренажеров, позволит выполнить дидактическое обоснование их использования в учебном процессе образовательных учреждениях аграрного профиля.

Список литературы

1. Дудырев Ф.Ф. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты / Ф. Ф. Дудырев, О. В. Максименкова // Вопросы образования. - 2020. - № 3. – С. 255-276.
2. Захарова Г. Б. Компьютерные тренажеры как средство эффективного обучения: классификация и пример разработки / Г. Б. Захарова, Д. Н. Первухин, Д. В. Байгозин // «Новые образовательные технологии в вузе» Материалы международной научно-методической конференции. Часть 2. — Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. - 2009. - С. 124-127.
3. Климов А.А. Об особенностях использования тренажеров при реализации образовательных программ (на примере подготовки специалистов для транспорта) / А.А. Климов, Е.Ю. Заречкин, В.П. Куприяновский // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019.- Т. 15. - №2. – С. 477-487.
4. Красноштанов А.Е. Повышение эффективности применения тренажерных средств в военно-специальной подготовке курсантов вузов сухопутных войск: дис. канд. пед. наук : 13.00.08 / А.Е. Красноштанов. – 2009. - 167 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// viewer. rusneb.ru / ru /000199 000009 004948663 ?page= 1&rotate= 0&theme=whit](https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_004948663?page=1&rotate=0&theme=whit). – 19.02.21.
5. Курочкин С.А. Методология проектирования информационно-измерительных систем тренажеров подвижных наземных объектов: дис. ...д-ра техн. наук : 05.11.16 / С.А. Курочкин. - 2007. - 328 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_004110080?page=1&rotate=0&theme=whit. – 19.02.21.
6. Тренажер легкового автомобиля FORWARD [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://autotrenajer.ru/car-universal-three-monitor/>. - 19.02.21.
7. Универсальный тренажер грузового автомобиля FORWARD [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://autotrenajer.ru/truck-universal-forward/>. - 19.02.21.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

8. Сухоруков Д.С. Применение тренажеров сельскохозяйственных машин в профессиональном обучении / Д.С. Сухоруков, В.С. Никульников // Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. – 2017. - № 6. – С. 69-73.

9. Ханхасыкова Л.П. Применение тренажеров в профессиональном образовании / Л.П. Ханхасыкова, А.А. Бричагина // «Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК» Материалы всероссийской научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ. - 2019. – С. 147-152.

10. Хатунцев В.В. Перспективы использования цифровизации при формировании профессиональных компетенций обучающихся технических направлений аграрного высшего образования / В.В. Хатунцев, К.А. Манаенков, И.П. Криволапов // [Электронное периодическое издание "Наука и Образование"](#). - Мичуринск: Изд-во Мичуринский ГАУ. - 2020. – Т.3. - №1. - С. 41-49.

Сведения об авторах

Раковская Дарья Эдуардовна – студент 4 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru.).

Белобородова Виктория Геннадьевна – студент 4 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: [mех@igsha.ru](mailto:mech@igsha.ru)).

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru.).

УДК 621-82

АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗАМЕНЫ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ И КОРОБКАХ ПЕРЕДАЧ

Рудых А.А., Аносова А.И., Ильин П.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

При эксплуатации автомобилей возникает необходимость замены масла в двигателе и коробках передач. Данная операция проводится с использованием специального оборудования. В настоящее время известно множество конструкций и установок, в статье рассмотрены три основных типа установок, а именно установка для сбора масел с подъемной ванной, установка для замены масла методом замещения и установка для сбора масел с вакуумным насосом. Рассмотрены основные конструкции всех трех типов, которые используются на станциях технического обслуживания, кроме перечисленных конструкций представлены простые приспособления (ванны) для сбора масел в смотровой яме. Так же в статье перечислены основные достоинства и недостатки всех типов установок для замены масла.

Ключевые слова: замена масла, слив масла, установки для замены масла.

Замена масла в двигателе и коробках передач – процедура, которую необходимо проводить регулярно при плановом ТО и ремонте транспортного средства [6]. Для того чтобы данная операция проходила правильно необходимо специальное оборудование [1,2].

В настоящее время известно множество конструкций и установок для замены масла в двигателе и коробках передач. Их можно представить в виде основных групп (рисунок 1) [4,5].



Рисунок 1 – Основные типы установок для замены масла

Следует отметить, что в настоящее время отечественные предприятия практически не выпускают оборудование для сбора масел. Поэтому в обзоре представлены только импортные образцы.

Установки I типа используются на станциях технического обслуживания достаточно широко. Это мобильные установки [5, 7] для сбора отработанного масла телескопического типа и забора пробы масла через специальный щуп. Собираемое масло попадает в специальную емкость

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

и утилизируется. Забор масла производится с использованием сжатого воздуха давлением 8 бар. Рекомендуемая температура при сборе масла – 60 - 80° С. Основные особенности: Быстрое и легкое удаление отработанного масла из двигателя или КПП. Для забора масла имеется 6 различных щупов плюс адаптеры для автомобилей MB и VW. Установки могут оснащаться стеклянными предкамерами для контроля качества и количества собираемого масла. Имеется контрольный манометр и возможность включения установок в стационарную маслосборную систему. Основные конструкции установок первого типа представлены на рисунках 2 а, б, в.



а – установка для слива масла с круглой подъемной ванной; б – установка для слива масла с прямоугольной подъемной ванной; в – установка для слива масла с предкамерой, подъемной ванной

Рисунок 2 – Установки первого типа

Недостатками установок I типа, являются необходимость наличия смотровой ямы для их установки. Кроме того проблематичной является операция по откручиванию сливной пробки из картера, особенно при горячем двигателе.

Кроме перечисленных конструкций существуют простые приспособления (ванны) для сбора масел в смотровой яме. Одна из конструкций представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Ванна для слива моторного масла

Ёмкость ванны 60 л. В комплект ванны входят защитная решётка от брызг, раздвижные оси с колёсами (мин. 800 – макс. 1200 мм) и сливной клапан.

Кроме ванн существуют передвижные установки для слива масла для бочек 50 - 60 л. В комплект входят: тележка на 4 - х колесах, воронка сливная емкостью 12 л с решеткой под замененные фильтры и зажимомное кольцо для фиксации бочке рисунок 4 [9].



Рисунок 4 – Передвижная установка для слива масла

Работа установок второго типа основана на полном замещении отработанного масла из картера двигателя. К достоинствам этих установок можно отнести полную замену. Особенно это актуально для автоматических коробок передач, полный слив масла из которых затруднен.



Рисунок 5 – Установка для вакуумного удаления масла

Недостатками II типа, являются большая трудоемкость подключения этих установок в масляную систему трактора; большой расход моторных масел при замене и как следствие удорожание процесса замены и большая стоимость оборудования;

К III типу установок относится оборудование для замены масел методом вакуумного отсоса [5, 7]. Для работы таких установок требуется вакуумная установка. Установка третьей группы представлена на рисунке 5.

Пневматические вакуумные (максимальная вакуумизация 0,5 bar) заборники отработанного масла предназначены для замены масла на всех типах автомобилей [9, 10]. Заборники снабжены набором из шести различных масляных щупов и могут работать при температуре масла от 60 до 80 °C. Объем сливного резервуара от 24 л до 90 л. Установки имеют прозрачную предкамеру, которая служит для замера количества масла и визуального контроля её состояния. Возможно заполнение предкамеры на 2 / 3 её объема.

При использовании данных устройств позволит производить замену масел, как в двигателе, так и в коробке переменных передач без использования смотровой ямы. При этом все масло собирается в специальный резервуар, из которого под давлением сливается в места хранения. Отсутствие непосредственного контакта оператора и масла позволяет производить смену масел при температуре 60 - 80° C (при рабочей температуре двигателя).

Использование в конструкции установки прозрачной предкамеры позволяет контролировать процесс сбора и цвет моторного масла.

К дополнительным преимуществам установок для замены масла методом вакуумного отсоса является возможность их использования для замены масел в коробках переменных передач.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

При всех достоинствах подобных конструкций они в настоящее время не выпускаются отечественными производителями, а импортные же аналоги стоят достаточно дорого, что является недостатком данных типов.

Из всего выше сказанного, можно сделать вывод, что современное оборудование для замены масла способствует снижению себестоимости работ и сокращению временного интервала сервисного обслуживания техники, также позволяет уменьшить расход смазочных материалов и продлить срок службы автомобиля.

Список литературы

1. Аллилуев В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин // Москва «Агропромиздат», 1991. – 368 с.
2. Бураева Г.М. К формированию структуры ремонтного цикла на предприятии технического сервиса / Г.М. Бураева, А.В. Шустеев. // Актуальные вопросы инженернотехнического и технологического обеспечения АПК: матер. IX Нац. научно-практ. конф. с междунар. участием “Чтения И.П. Терских”. – Иркутск. – Иркутский ГАУ, 2021. – С. 45-50.
3. ГОСТ-20793-2009 Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. - Введ.2011-05-01. - М.: Изд - во стандартиформ - 2011.- 17 с.
4. Зангиев А.А. Практикум по эксплуатации машинно - тракторного парка [Текст]: учеб. пособие для вузов по агроинж. спец. / А. А. Зангиев, А. Н. Скороходов. - М.: Колос, 2006. - 316 с.: ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 314-315.
5. Зангиев А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]: учеб. для сред. проф. учеб. заведений / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. - М.: Колос, 2007. – 319 с.: ил. ; 21 см. - (Учебники и учеб. пособия для студентов сред. проф. учеб. заведений).
6. Манухин К.А. Модернизация стенда по обкатке двигателя / К.А. Манухин, А.И. Аносова // В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. материалы всероссийской научно-практической конференции. Молодежный, 2021. С. 70-74.
7. Соломкин А.П. Формирование системы технического обслуживания машинно - тракторного парка в сельском хозяйстве в современных условиях / А.П. Соломкин, Н.И. Мошкин, О.В. Мяло, С.П. Прокопов // Научный журнал «Вестник Восточно - Сибирского государственного университета технологий и управления». – 2013. – №5(44). – С.54 – 60
8. <https://mosremtech.ru/catalog/promyivka-inzhektora-i-zamena-texnicheskix-zhidkостей/oborudovanie-dlya-zamenyi-masla-v-akpp/>
9. http://min.usaca.ru/uploads/article/attachment/4060/%D0%93%D0%BB%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%B2__.pdf
10. <http://www.launch-cis.ru/products/tekhobsluzhivanie/zamena-masla/toc-317/>

Сведения об авторах

Рудых Александр Анатольевич – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89247105881, e-mail: santos.rulit.ru@gmail.com).

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общепромышленных дисциплин инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия,

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151, e-mail: a.aposova@yandex.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89836938151, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 331.101.1.:159.9

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВ

Рык М.М., Чубарева М.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Контроль, или проверка результатов обучения, является неотъемлемой частью процесса обучения. Не так давно, большое распространение получили специальные программы для создания тестов, которые можно бесплатно скачать в интернете. Эти программы позволяют преподавателю создавать тесты для контроля знаний студентов без чьей-либо помощи. Отсюда целью исследования является анализ программ для создания образовательных тестов. Для анализа были выбраны 10 наиболее распространенных программ для создания учебных тестов: Айрен; easyQuizzy; INDIGO; SunRav TestOfficePro; ADTester; UniTest System; Конструктор тестов; TestMaker; ONLINE TEST PAD; MyTest. После чего получилось, что наибольшее количество положительных качеств у программы MyTest, которая набрала 12 баллов (92 %) из 13 возможных. Больше половины баллов набрали следующие программы: ONLINE TEST PAD, ADTester, SunRavTestOfficePro, INDIGO, easyQuizzy и Айрен. У программы UniTest System больше недостатков, чем достоинств (3 балла). Педагог может применять для создания электронных тестов те программы, которые наиболее подходят специфике предмета, а также учитывать некоторые индивидуальные особенности, такие как, возможность загрузить на компьютер с системой Windows, бесплатное скачивание из сети интернет, несколько форматов тестов, разные типы ответов и т.д.

Ключевые слова: программы, тесты, программы для создания учебных тестов, конструктор тестов.

Введение. Контроль, или проверка результатов обучения, является неотъемлемой частью процесса обучения. Обучение не будет полным без систематической и объективной информации о том, как же студенты усвоили новый учебный материал. Контроль результатов обучения необходим для обнаружения уровня усвоения знаний обучающимися, и им нужно соответствовать образовательному стандарту по данной программе дисциплины.

Рассмотрим методы контроля знаний. Их разделяют на устные и письменные. Тестирование - это письменный метод контроля знаний. Тест является испытанием, которое проводят в равных для всех испытуемых условиях, он имеет вид некоего задания, решение которого поддается качественному учету и служит показателем степени развития к данному моменту известной функции у данного испытуемого. При выполнении теста все испытуемые отвечают на одни и те же задания, в одинаковое время, в одинаковых условиях и с одинаковыми правилами оценивания ответов. Главная цель применения традиционных тестов - установить уровень знаний. Для достижения этой цели можно создать бесчисленное количество тестов, и все они могут соответствовать достижению поставленной задаче [1, 4].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

easyQuizzy - имеет легкий и незамысловатый интерфейс, и это очень облегчает процесс обучения и создания тестов. Программа может без особой сложности определить уровень знаний учащегося, применяя некоторые встроенные системы оценивания (рис. 2). Для ее передачи можно применять как внешние носители информации (диски, USB Flash), так и передачу файла через интернет и локальную сеть. Платформа имеет функцию создания отчета, который потом можно сохранить как отдельный файл (например, для отправки по электронной почте) или распечатать. Есть возможность приобретения 30-дневной пробной версии, после чего необходимо покупать ключ активации [3].

INDIGO — программа зарекомендовала себя как одна из наиболее качественных систем тестирования. Важным является то, что этот проект официально одобрил Минкомсвязи, поэтому INDIGO советуют приобретать в большинство государственных и частных учреждений, для прохождения оценочных тестирований и социальных опросов учащихся, сотрудников и участников конкурсов. Формат тестов допускается произвольный, а иерархия расположения вопросов может быть изменена педагогом. Также нет ограничений по размеру или количеству тестов. В INDIGO есть множество приспособлений, которые помогут качественно разрабатывать вопросы и подготовить ответы на них, включая импорт текстовых файлов и печать бланков с ответами (рис. 3). Статистика проведенных опросов может быть экспортирована в Excel [3].

В INDIGO для каждого проверяемого создается личный профиль с определенными правами. Он вводит логин и пароль для входа через браузер и может приступать к тестированию. Синхронизация происходит незамедлительно, следовательно, на других устройствах можно посмотреть прогресс прохождения опроса или конкурса. Цена INDIGO складывается из нужного количества сеансов, проводимых в одно время, а демо-версия для пробного использования располагается на официальном сайте в свободном доступе.

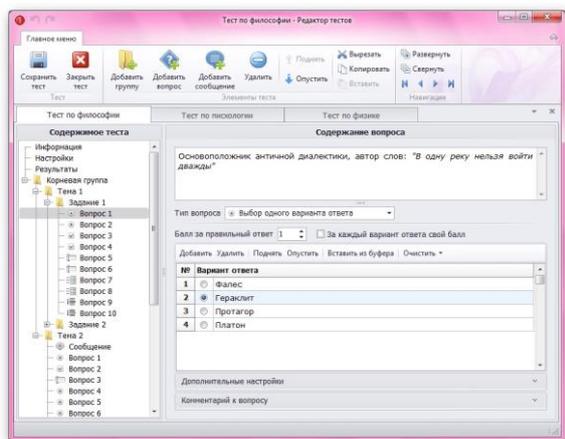


Рисунок 3 - Окно программы создания тестов «INDIGO»

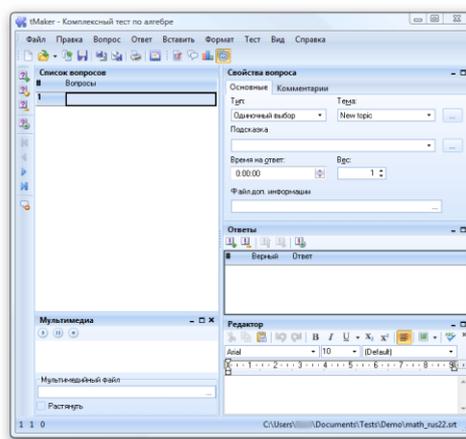


Рисунок 4 - Окно программы создания тестов «SunRay TestOfficePro»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Еще одна программа называется **SunRav TestOfficePro**. В нее входит три раздела, выполняющие свои функции соответственно (рис. 4). Первый - tMaker – выполняет свою прямую функцию: создание тестов с бесконечным количеством вопросов из любых сфер. Каждый изготовленный тест, произведенный в этой программе, можно беспрепятственно извлечь в поддерживаемые текстовые редакторы или инструменты по управлению электронными таблицами. Тестирование же выполняется во втором модуле - tTester. И заключительный, третий модуль tAdmin необходим для оценки результатов, подсчета статистики и передачу нужных данных в печать. Разработчики SunRav TestOfficePro сделали два типа лицензии со своими особенностями [3].

ADTester – одно из первых неоплачиваемых приложений для осуществления тестов разных сфер. Достаточно простой в использовании инструмент с очень доступной наружностью, также платформа поддерживает русский язык интерфейса. Можно создавать любое количество вопросов и ответов без ограничений, также ADTester не блокирует вопросы по определённым темам, следовательно, программа подходит для создания тестов в разнообразных областях. Однако, данное приложение не оснащено инструментом для экспорта документов, но имеет моментальный перенос нужной информации из открытых текстовых файлов. В модуле администратора разрабатываются учетные записи, можно посмотреть результаты и управлять всем процессом, включая резервное копирование баз данных в текущем состоянии. Конечно, ADTester немного проигрывает профессиональным решениям, но абсолютным плюсом является то, что этот инструмент один из немногих находится в свободном доступе [3].

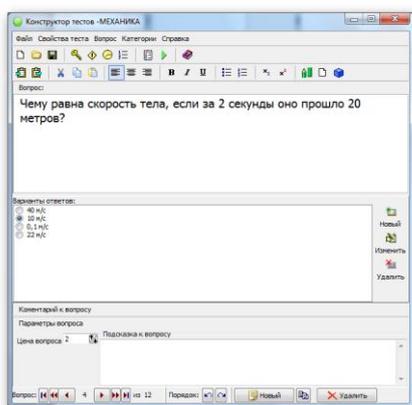


Рисунок 5 - Окно программы создания тестов «ADTester»

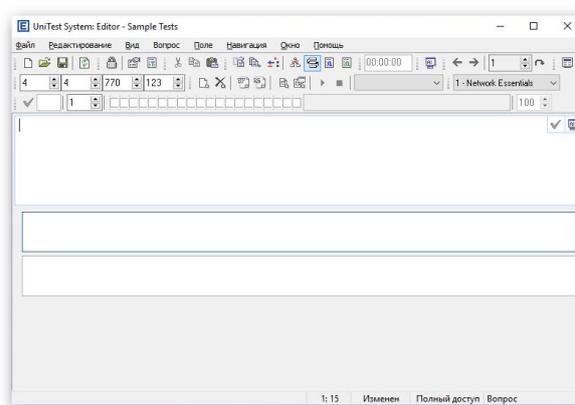


Рисунок 6 - Окно программы создания тестов «UniTest System»

UniTest System – программа не отличается современным интерфейсом, однако все еще неплохо работает на всех версиях операционных систем Windows. За ее использование взимается плата, но пробную версию можно скачать при необходимости. UniTest System делится на несколько модулей. В первом формируются вопросы, там рабочая область

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

представляет собой две панели. На следующем этапе, испытуемые входят в свой профиль и попадают непосредственно к форме, где осуществляется тестирование. Следить за ходом опроса можно через определенную панель. Доступно и администрирование в реальном времени с возможностью исключения или блокирования учетных записей [3].

Программа «**Конструктор тестов**». Уже название «Конструктор тестов» говорит само за себя. Как мы понимаем, данная платформа предназначена для разработки тестов. Мы не увидим особых отличий при создании тестов в этом приложении, но рассмотрим ступени создания опросника в редакторе. Для начала нужно выбрать звук, следующий после выбранного варианта. При желании может настраиваться вступительная речь для любого задания. Выбирается система оценивания. Возможно также приложение картинок или звука. Независимо от времени есть доступ к обновлению программы, оценке состояния или удалению результатов. В демо-версии «Конструктора тестов» уже есть заблаговременно подготовленные проекты, а вам останется лишь решить, стоит ли его покупать и какой тип лицензии выбрать [3].

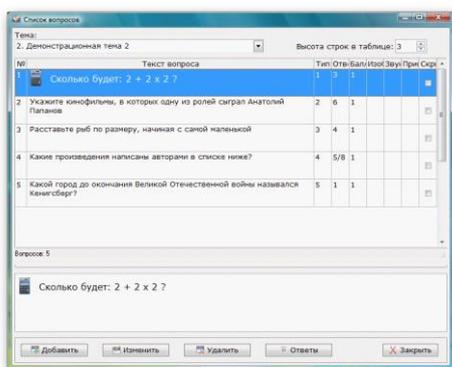


Рисунок 7 - Окно программы создания тестов «Конструктор тестов»

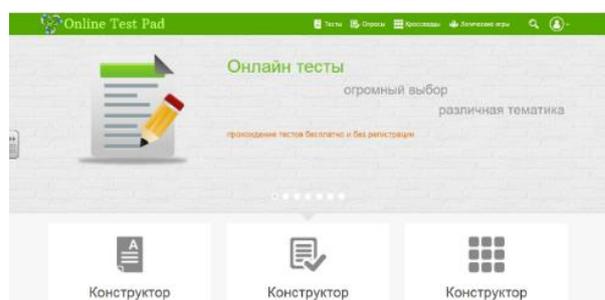


Рисунок 8 - Конструктор «Online Test Pad»

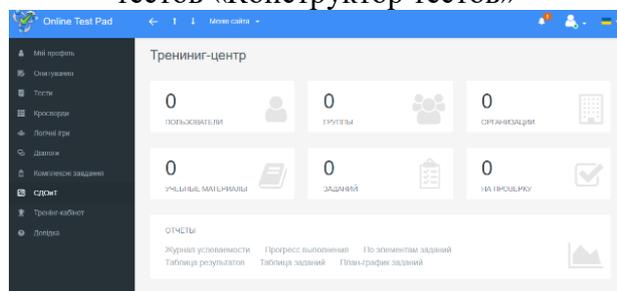


Рисунок 9 - Окно программы создания тестов «Online Test Pad»

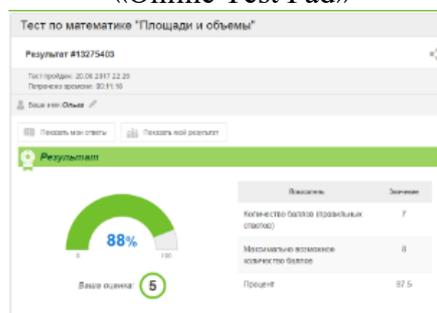


Рисунок 10 - Результат пройденного теста в программе «Online Test Pad»

ONLINE TEST PAD - конструктор онлайн-тестов, логических игр и кроссвордов, доступ к которому можно получить в свободном доступе. Это многогранный портал для проведения учебного процесса и тестирования через сеть Интернет. Чтобы разработать опросник, необходимо авторизоваться на сайте [2]. Интерфейс конструктора легкий и несложный,

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

при создании теста можно воспользоваться специальными подсказками, есть возможность разрабатывать различные учебные материалы и задания, располагая их по папкам. Интерфейс представлен несколькими языками. Содержит встроенный конструктор тестов со многими настройками типов вопросов и результатов, статистических отчетов и стилизации заданий. Формат тестовых вопросов включает 17 вариантов. Конструктор кроссвордов позволяет создать 5 типов заданий: классический кроссворд, сканворд, японский кроссворд, цветной японский кроссворд, филворд (рис. 8). Платформа содержит детальные указания, как сделать онлайн опрос с помощью «Конструктора опросов». В разделе «Диалоговые тренажеры» можно создавать разговорные ситуации с виртуальными собеседниками разной степени сложности, разветвленности и тематики. Раздел «Комплексные задания» включает комбинацию с неограниченного количества тестовых вопросов, кроссвордов и логических игр (рис 9). Такой формат подходит для домашних заданий, а также самостоятельных и контрольных работ. Задание любого типа можно опубликовать для общего доступа на сайте [2].

Конструктор «Online Test Pad» помогает разрабатывать тесты в любом количестве, сохраняя их в аккаунте на сайте. Преподаватель имеет доступ ко всем результатам, статистики ответов и набранных баллов по каждому тестированию (Рис. 10). Эти данные можно получать на электронную почту. В табличном виде зафиксированы все результаты, регистрационные параметры, ответы на все вопросы, которые можно сохранить в Excel. Еще есть возможность применять тесты, созданные другими пользователями [5]. **MyTest** – определено самая лучшая программа российского производства для создания тестов на бесплатной основе. MyTest - это совокупность программ, таких как: программа тестирования учащихся, редактор тестов и журнал результатов - для разработки и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа результатов, выставления оценки по указанной в тесте шкале (рис. 11). Данная платформа незамысловата и легка в использовании. Испытуемые сразу осваивают ее. Редактор тестов, который используется для разработки опросников, очень удобный. Если есть компьютерная сеть, то возможен централизованный сбор и обработка результатов тестирования, при помощи модуля журнала MyTest. Оценка работы ученика отображается на его экране и передается преподавателю. Программа MyTest работает с такими типами заданий, как: одиночный выбор, множественный выбор, установление порядка следования, установление соответствия, ручной ввод числа, ручной ввод текста, выбор места на изображении. Снабжен обучающим режимом, который передает учащемуся информацию об своих ошибках и верных ответах. Эта программа позволяет создавать как локальное, так и сетевое тестирование. [6, 7].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

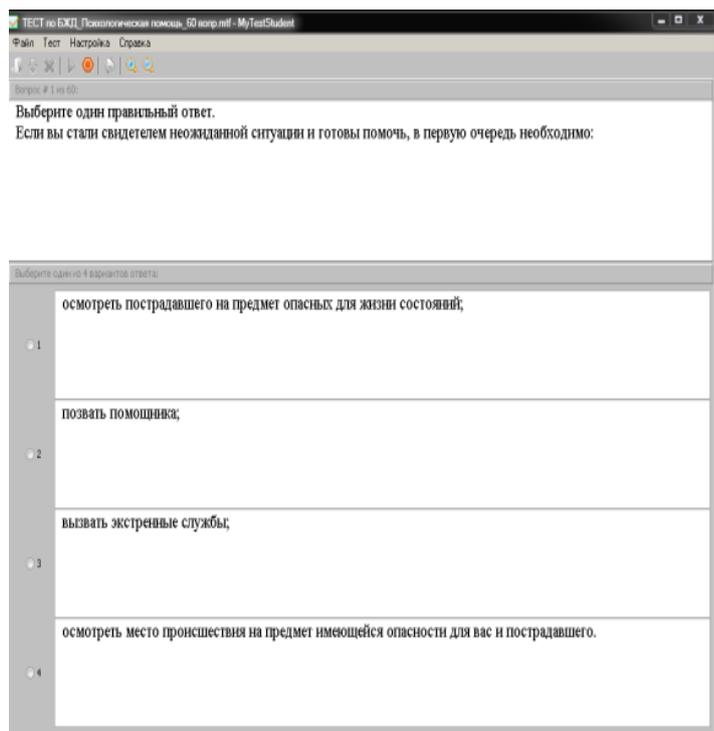


Рисунок 11 - Окно программы создания тестов «MyTest»

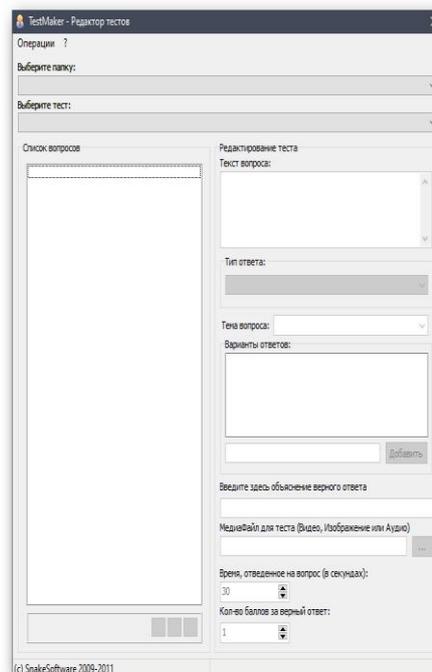


Рисунок 12 - Окно программы создания тестов «TestMaker»

Программа **TestMaker** находится в самом конце списка по отношению к остальным, потому что по своей функциональности она значительно уступает конкурентам (рис. 12). Эта программа имеет лишь базовые инструменты, с помощью которых можно разработать лишь простейшие опросы. Основными минусами является: отсутствие нужных функций, которые имеются даже в бесплатных аналогах, а также платное распространение. Обычная базовая версия стоит 5 долларов, а познакомиться с TestMaker можно лишь с помощью маленького демо-режима или самовыполняющегося теста [3].

Итак, давайте рассмотрим все вышеперечисленные программы для создания тестов на достоинства и недостатки и сведем в таблицу 1. Выявим следующие 13 возможностей программ для создания тестов, такие как: несколько форматов (тест-викторина, кроссворд); удобный и понятный редактор и интерфейс; персонализированные результаты; разные типы ответов; комментарии к ответам или обучающий режим; аналитика, отчеты, которую автоматически собирает сервис; созданные тесты можно проходить как по прямой ссылке, так и размещать на вашем сайте или блоге, по регистрации; бесплатная / платная с демоверсией; локальное и сетевое тестирование; работает на компьютере с системой Windows; русский интерфейс или на нескольких языках; отсутствие ограничений на количество и размер тестов; экспорт результатов в Excel или другие текстовые редакторы - и по ним сделаем анализ (рис. 13). После чего, посчитаем сумму положительных возможностей программ.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Таблица 1 – Возможности программ по созданию учебных тестов

| Название программы | Возможности программ | | | | | | | | | |
|---|----------------------|------------|--------|---------------------|----------|----------------|--------------------|-----------------|--------|-----------|
| | Айрен | easyQuizzy | INDIGO | SunRavTestOfficePro | ADTester | UniTest System | Конструктор тестов | ONLINE TEST PAD | MyTest | TestMaker |
| 1. Несколько форматов (тест-викторина, кроссворд) | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| 2. Удобный и понятный редактор и интерфейс | - | + | - | + | + | - | - | + | + | - |
| 3. Персонализированные результаты | - | - | + | + | + | + | + | + | + | - |
| 4. Разные типы ответов | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + |
| 5. Комментарии к ответам или обучающий режим | - | - | - | - | + | + | + | - | + | - |
| 6. Аналитика, отчеты, которую автоматически собирает сервис | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7. Созданные тесты можно проходить как по прямой ссылке, так и размещать на вашем сайте или блоге, по регистрации | - | - | - | + | - | + | + | - | - | - |
| 8. Бесплатная / платная с демоверсией | + | - | - | - | + | - | - | + | + | - |
| 9. Локальное и сетевое тестирование | + | + | - | - | - | - | - | + | + | + |
| 10. Работает на компьютере с системой Windows | + | + | + | + | + | - | - | + | + | - |
| 11.Русский интерфейс или на нескольких языках | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 12.Отсутствие ограничений на количество и размер тестов | - | - | + | - | + | - | - | - | + | - |
| 13.Экспорт результатов в Excel или другие текстовые редакторы | - | - | + | + | - | - | - | - | + | - |
| Всего: | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 3 | 5 | 9 | 12 | 4 |

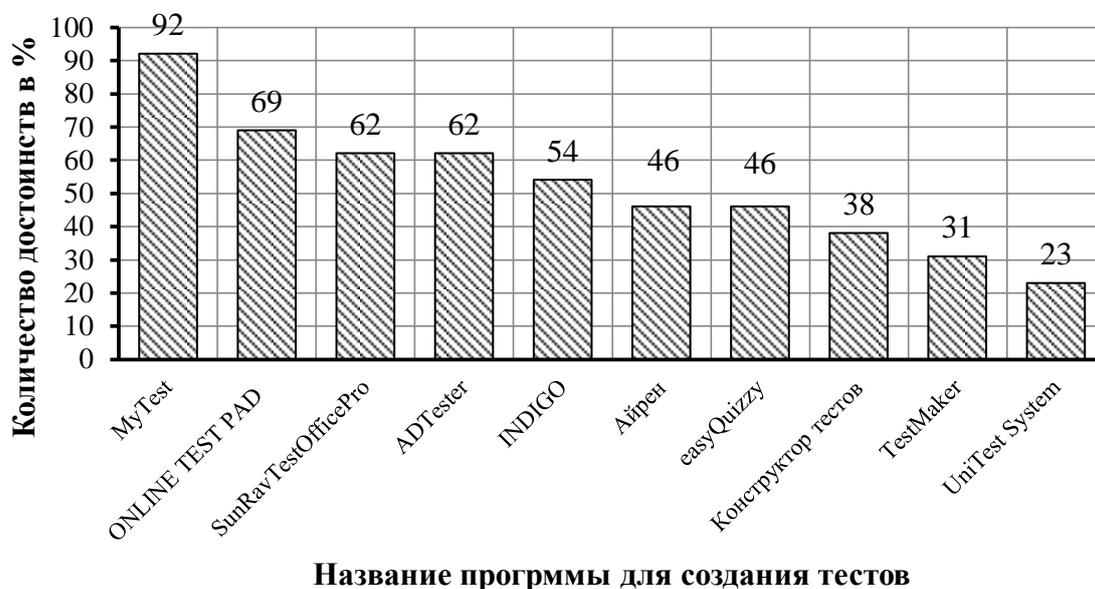


Рисунок 13 - Возможности программ по созданию учебных тестов в 5-ном соотношении от общего числа качеств

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Выводы. Таблица 1 говорит о том, что наибольшее количество положительных качеств у программы MyTest, которая набрала 12 баллов (92 %) из 13 возможных (рис. 13). Больше половины баллов набрали следующие программы: ONLINE TEST PAD, ADTester, SunRavTestOfficePro, INDIGO, easyQuizzу и Айрен. У программы UniTest System больше недостатков, чем достоинств (3 балла). Педагог может применять для создания электронных тестов те программы, которые наиболее подходят специфике предмета, а также учитывать некоторые индивидуальные особенности, такие как, возможность загрузить на компьютер с системой Windows, бесплатное скачивание из сети интернет, несколько форматов тестов, разные типы ответов и т.д.

Список литературы

1. Использование тестов в учебном процессе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://testobr.narod.ru/1.htm> – 14.01.2021
2. Онлайн Test Pad [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://onlinetestpad.com/ru> – 14.01.2021
3. Программы для создания тестов на компьютере [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lumpics.ru/software-for-creating-tests-on-pc/> – 14.01.2021
4. *Сухаева А.Р.* Технологии активного обучения в образовательном процессе студентов специальности профессиональное обучение / А.Р. Сухаева, С.А. Боннет // В сборнике: Инновационные технологии в профессиональном образовании. Статьи докладов международной научно-практической конференции. - 2010. - С. 198-201.
5. 7 сервисов для создания образовательных тестов и заданий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://buki.com.ua/ru/news/7-servisiv-dlya-stvorennaya-navchalnykh-testiv-ta-zavdan-onlayn/> – 14.01.2021
6. My Test – лучшая бесплатная российская программа создания тестов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pedsovet.su/load/9-1-0-1032> – 14.01.2021
7. My Test Pro. Справочное онлайн руководство по программе. [Электронный ресурс]. URL: http://mytest.klyaksa.net/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 – 14.01.2021

Сведения об авторах

Рык Мария Михайловна – студент второго курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. +79500575674, e-mail: m19ryk@mail.ru).

Чубарева Марина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. +79086567154, e-mail: chubarevamarina@rambler.ru).

УДК 629.331.1.02

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ООО «АМК» ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ
ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ LADA LARGUS**

Саитова Д.Р., Поспелов Я.С., Астапов Я.И., Цэдашиев Ц.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, Россия

Компания «АМК» осуществляет поставки современной сельскохозяйственной техники, оборудования, машин, оригинальных запасных частей, комплектующих для самоходной и прицепной техники производителям имеющим занятость в отрасли агропромышленного комплекса. Специалисты компании имеют возможность обучения работе с новой техникой, на базе высших учебных заведений для повышения потенциала кадров для села осуществляют работу специализированные классы и лаборатории.

Высококвалифицированные инженеры компании «АМК», обладающие большим опытом работы в сельскохозяйственной сфере, проводят полное гарантийное и постгарантийное обслуживание техники на всех этапах эксплуатационного цикла, успешно осваивая самые совершенные технологии, методики и способы современной науки.

В данной работе выявлены технические отказы и неисправности сервисных автомобилей организации ООО «АМК», приведены межсервисные интервалы, даны рекомендации для инженерных служб предприятия по подбору номенклатуры и количества запасных частей, деталей и механизмов автомобилей Lada Largus, которые необходимо содержать в складских комплексах компании – для своевременного, превентивного устранения поломок данной марки автомобилей в процессе эксплуатации, осуществлении дилерского контроля за поставляемой в хозяйства технику.

Ключевые слова: дилерское обслуживание, технический сервис, сервисные автомобили, обслуживание и ремонт.

Введение. В настоящее время рынок предложений заполнен производителями различных стран, заводов-производителей. В секторе отечественного производства, конечно, произошел некоторый спад, но предложений достаточно – при этом, очень важным моментом является оказание своевременной и качественной технической поддержки клиентам-собственникам.

Для осуществления информационной, технической, юридической и т.д. поддержки клиентов предприятие – дилер имеет автопарк сервисных автомобилей, укомплектованных необходимым диагностическим и ремонтным оборудованием, которое используется сервисными инженерами компании в процессе осуществления технических обслуживаний, диагностики, ремонта технических средств различного типа [1, 4].

При этом, сервисные инженеры регулярно повышают навыки. Обучение проводится, как на территории РФ, так и за рубежом, осуществляется в зимний период и имеет цель – повышение квалификации работников, получение первичных навыков студентами в ходе проведения практик.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Благодаря большому опыту в проведении ремонтных работ различной сложности и наличию запасных частей на складе, сервисные инженеры обеспечивают качественную и оперативную помощь в кратчайшие сроки [8].

Цель работы: Улучшение эксплуатационных качеств сервисных автомобилей предприятия путем использования номенклатурно-количественного расчета потребности в запасных частях, деталях и агрегатах парка автомобилей в процессе осуществления целевой деятельности.

Материалы и обсуждение. По данным сервисной службы организации ООО «АМК» под обслуживание попадает достаточно большое количество техники и оборудования (Таблица 1).

Таблица 1 – Марочный состав машинно-тракторного парка

| № п/п | Марка/Модель | Марка двигателя | Регион использования | Кол-во, ед | Межсервисный интервал, ч |
|-------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------|--------------------------|
| 1 | TD 5.110 | S8000 Tier 3 | Ирк. область / Красноярский край | 6 | 600 |
| 2 | ТТ4 | S8000 Tier 2 | Иркутская область | 2 | 600 |
| 3 | Т6000 | 6ТАА | Иркутская область | 2 | 500 |
| 4 | Т7000 | NEF 6T Tier 3 | Иркутская область | 1 | 500 |
| 5 | Т8.390 | FPT Cursor 9 | Иркутская область | 2 | 500 |
| 6 | Т9.505 | FPT Cursor 13 | Иркутская область | 2 | 600 |
| 7 | Steiger 447/608 | FPT Cursor 13 | Иркутская область | 4 | 600 |
| 8 | Steiger 500 | FPT Cursor 13 | Иркутская область | 4 | 600 |
| 9 | LADA Largus | ВАЗ 21129 | Ирк. область / Красноярский край | 20 | 600 |

В данном случае время простоя будет определяться после наступления технических отказов и неисправностей. Данные о межсервисных интервалах использованы при определении количества технических обслуживаний и, соответственно, материалов для осуществления таких процедур – чтобы иметь возможность совмещения логистики в процессе обеспечения технического ухода за автомобилями Lada Largus, оснащаемых механическими коробками передач – в сочетании с относительно недорогой стоимостью запасных частей модель данного автомобиля достаточно популярна для использования в отрасли агропромышленного комплекса [9].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

ООО «АМК» выступая в качестве дилерской организации, осуществляет послепродажное обслуживание по концепции профессионального технического сервиса, разработанной группой компаний ООО «СНН Industrial Russia» для своих дочерних дилерских сетей с двумя целями:

1. Предлагать фермерским хозяйствам высший уровень сервисного обслуживания посредством формирования и организации профессионального сервисного подразделения, оказывающего послепродажную поддержку продукции на рынке по единым для всей дилерской сети стандартам производителя [10].

2. Обеспечить правильное понимание и добиться единообразного выполнения по всей Дилерской сети стандартов производителя, направленных на продуктивное и эффективное функционирование Дилерских центров, способных охватить весь потенциал рынка обслуживания работающей в регионе техники (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Концепция дилерского обслуживания

Такая концепция служит полезным справочником для дилерского центра, в частности для руководителей отделов сервиса, организации его отделов в части кадрового персонала, производственных процессов. Делает возможным измерения показателей оперативной и финансовой эффективности с целью постоянного их улучшения на территории Красноярского края, Хакасии и Иркутской области.

Сокращение простоев оборудования является основной целью любой промышленной отрасли [5]. Максимальное увеличение времени безотказной работы определяет стратегию технических и технологических решений предприятия, влияет на закупку оборудования, цели продаж.

Анализ потерь рабочего времени на примере погрузочно-доставочных машин показал, что за 10 месяцев на внеплановое обслуживание и ремонты потратили 23419 часов, что составляет 66,4% [3, 6, 7]. Технологический внеплановый ремонт занял 4497 часов (12%), организационные простои –

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

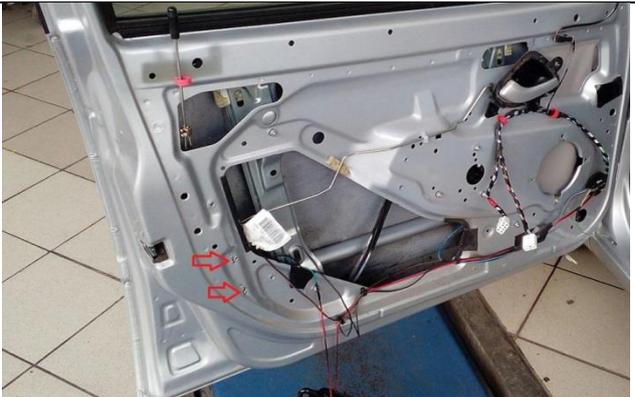
6868 часов (18,3%). Невысоки и сроки эксплуатации оборудования. Так, за последние четыре года списано 67 погрузо-доставочных машин. Из них 19,4 % – со сроком эксплуатации менее двух лет.

Проведенные наблюдения за выборкой машин дилерского предприятия показали, что наиболее уязвимыми при таких условиях работы сервисных автомобилей являются следующие детали и элементы (Таблица 2)

Таблица 2 – Технические отказы и неисправности автомобилей Lada Largus

| № п/п | Характеристика отказа | Фото |
|-------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Гул ступичного подшипника |  |
| 2 | При торможении появилось биение (повело тормозной диск) |  |
| 3 | Писк и скрип при нажатие педали тормоза (износ тормозных колодок) |  |
| 4 | Скрип и стук, путем диагностики было выявлено, что произошел износ шаровой опоры |  |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

| | | |
|---|--|--|
| 5 | Отчетливый звук тикающего мотора обозначает износ ролика ГРМ |  |
| 6 | Вылетают передачи и не всегда получается их включить, обозначает износ КПП |  |
| 7 | Появились подтеки на двигателе из под крышки клапанов |  |
| 8 | Двигатель себя ведет не в штатном режиме, дергается, диагностирование показало, что из строя вышла катушка зажигания |  |
| 9 | При открытии двери не срабатывает механизм водительской двери (центральный замок) |  |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

| | | |
|----|--|--|
| 10 | Обрыв ремня ГРМ |  |
| 11 | Отказы при запуске автомобиля, низкая или полное отсутствие тяги у двигателя (Бензонасос вышел из строя) |  |
| 12 | Пробуксовка при включении передач (износ сцепления) |  |

Формула расчета нормы текущего (складского) запаса

$$T = I_{\text{п}} / 2 \quad (1)$$

где T – норма текущего запаса;
 $I_{\text{п}}$ - средний интервал поставок товарно-материальных ценностей.

$$I_{\text{п}} = 360 / \Pi \quad (2)$$

где 360 - дней в году;
 Π – количество поставок в отчетном году (за вычетом внеплановых поставок).

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Сокращение простоя сервисных машин логически приводит к уменьшению количества времени затрачиваемого на перевозку запасных частей, общую организацию процесса и т.д. [2].

Таким образом, проведя расчет и применяя результаты на практике, при целенаправленной и согласованной работе служб всех уровней технический потенциал данной методики позволит использовать с наибольшей эффективностью автомобильный парк предприятия ООО «АМК».

Далее в таблице 3 приведены номенклатура деталей и агрегатов, а также их количество для хранения на складе в расчете на 20 автомобилей, имеющих на предприятии.

Таблица 3 – Количество деталей для ремонта

| № пп | Номенклатура детали по каталогу | Название детали | Кол-во, шт |
|---------|------------------------------------|---------------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | PWP3637 | Ступичный подшипник | 24 |
| 2 | GR20161 | Тормозной диск | 26 |
| 3 | 4154200220 | Тормозные колодки | 25 |
| 4 | DB35000 | Шаровая опора | 20 |
| 5 | PB1053 | Ролик ГРМ | 5 |
| 6 | JR5521 | КПП | 2 |
| 7 | 30344 | Прокладка крышки клапанов | 10 |
| 8 | 880058 | Катушка зажигания | 16 |
| 9 | 8200928481 | Центральный замок | 3 |
| 10 | PW1344 | Ремень ГРМ | 10 |
| 11 | 8200903680 | Бензонасос | 16 |
| 12 | 302050901R | Сцепление | 6 |

Выводы. Нарращивание парка сельскохозяйственной техники и оборудования в хозяйствах в условиях перехода к экономическим принципам взаимоотношений выдвигает требования к увеличению рынка услуг, оказываемых хозяйствам и перерабатывающим предприятием в части технического сервиса.

Собственники техники должны гарантированно получать полное обеспечение своих машин запасными частями, быть уверенными в комплексной организации фирменного ремонта и обслуживания сложных современных машин, оборудования их узлов и агрегатов.

Исследования работы сервисных автомобилей является, одним из ключевых решений, учитывая ограниченные в настоящее время возможности сельскохозяйственного производства, для целесообразности использования импортной техники на уровне районов областей – поскольку именно от скорости предоставления сервисных услуг зависит фактор строго соблюдения агротехнических сроков процессов сельскохозяйственного производства.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Список литературы

1. *Батищев А.Н.* Методика оптимизации способов восстановления деталей // Организация и технология ремонта машин. - М.: РГАЗУ, 2000. – С. 174 – 178.
2. *Бураев, М.К.* Вторичный рынок машин в системе агротехсервиса / М. К. Бураев // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2008.- № 3.- С.41-44.
3. *Кравченко И.Н.* Обоснование рационального способа восстановления деталей рабочих органов бетоносмесительных машин: Дисс... канд. техн. наук. – Балашиха: ВТУ, 2003
4. *Ли Р.И.* Технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования перерабатывающих предприятий: учеб. пособ. - Липецк, МичГАУ, 2008. - 322 с.
5. *Новиков В.С.* Проектирование технологических процессов восстановления изношенных деталей: Методические рекомендации к курсовому и дипломному проектированию / *В.С. Новиков, Н.А. Очковский, Н.Ф. Тельнов* // . – М.: МГАУ, 1998. – 52с.
6. *Переpletчиков Е.Ф.* Способы плазменной наплавки, применяемые в странах СНГ//Сварщик. 2004. 129 с.
7. *Вайнерман А.Е.* Плазменная наплавка металлов / *А.Е. Вайнерман, М.Х. Шоршоров, В.Д. Веселков, В.С. Новосадов* // Л.: Машиностроение, 1969. 192 с.
8. Плазменная технология: Опыт разработки и внедрения. Л.: Лениздат, 1980. 180с.
9. *Асалханов П.Г.* Модели оптимизации производства сельскохозяйственной продукции с экспертными оценками своевременности посева/ *П.Г. Асалханов, Я.М. Иванов, М.Н. Полковская* // Моделирование систем и процессов. 2019. Т. 12. № 3. С. 5
10. *Колчин А.В.* Технологическое руководство по диагностированию тракторов и самоходных сельскохозяйственных комбайнов / *А.В. Колчин; под научн. рук. В. И. Черноиванова.* - М. : Росинформагротех, 2006. – 363 с.

Сведения об авторах

Поспелов Яков Сергеевич – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89024551174)

Саитова Диана Римовна - студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел: 89501140168)

Астапов Ярослав Игоревич – магистрант, инженерный факультет, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500844269, e-mail: mudryi7@yandex.ru).

Цэдашиев Цырендаши Владимирович – Старший преподаватель кафедры «Эксплуатации МТП, БЖД и ПО». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел: 89500834583, e-mail: thedashiev@mail.ru).

УДК 631.361.025

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМОКОНВЕЙЕРА ПОЛЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА МЕЛКОГО ЗЕРНОВОГО ВОРОХА

Самусик Г.С., Поляков Г.Н., Косарева А.В.

ФГБОУ ВО иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Анализ литературных источников показывает, что резервы повышения производительности зерноуборочной техники на сегодняшний день уже исчерпаны. Пути связанные с увеличением размеров рабочих органов комбайнов, а также увеличение скорости их движения не дают соответствующих результатов. Тенденции к автоматической настройке рабочих органов на соответствующие режимы работы, в зависимости от убираемой культуры приводит к усложнению конструкции зерноуборочного комбайна, увеличению его массы, цены и себестоимости убранных зерна. Изыскание технологий и технических средств уборки, обеспечивающие полный сбор зерна с минимальными затратами является актуальным. Разработанная технология уборки со сбором мелкого зернового вороха и испытанная в хозяйственных условиях дала положительный результат – повышение производительности, снижение потерь зерна в поле, дополнительный сбор половы (ВИМ, канадская технология Меклеод Харвест). Перенос очистки мелкого зернового вороха на стационар повышает качество обработки, обеспечивает сбор мякины (половы) как корма для крупного рогатого скота.

В статье приведен расчет пневмоконвейера полевой машины для сбора мелкого зернового вороха.

Ключевые слова: технология уборки, полевая машина, мелкий зерновой ворох, производительность, полова, эжекторная воронка, вентилятор, материалопровод.

Цель исследования. На основании конструкции полевой машины, имеющей пневмоконвейер для транспортировки мелкого зернового вороха в тракторный прицеп большой вместимости провести расчеты по определению размеров эжекторного устройства, производительности вентилятора и потерь давления воздушного потока в материалопроводе.

Задачи исследования:

1. Определить исходные данные для расчета – состав мелкого зернового вороха, аэродинамические свойства компонентов вороха, плотность;
2. Обосновать размеры эжекторной воронки;
3. Определить потери давления в материалопроводе;
4. Осуществить выбор вентилятора по сумме потерь давления в материалопроводе и эжекторном устройстве.

Методы исследования. Достоинством пневмотранспорта является компактность, простота устройства, легкость обслуживания, возможность автоматизации процесса транспортирования и совмещение технологических процессов. Так при подаче мелкого зернового вороха в транспортный прицеп происходит подсушивание материала на 3% [1,9].

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Основные параметры пневмоконвейера определяются в зависимости от расстояния перемещения зернового вороха, конфигурации материалопровода, физико-механических свойств транспортируемого материала. Подбор вентилятора и сети осуществляется двумя способами: методом наложения характеристики воздушного канала на характеристику вентилятора и методом пересчета числа оборотов рабочего колеса вентилятора [2,3,4,7].

Результаты и обсуждения. Исследованиями установлены: состав мелкого зернового вороха, скорость витания компонентов вороха и плотность (табл.1).

Таблица 1 – Состав мелкого зернового вороха, скорость витания компонентов и плотность.

| Наименование исходного материала | Величина |
|---|----------|
| Состав мелкого зернового вороха, в %: | |
| зерно | 81,8 |
| мякина | 18,2 |
| Скорость витания компонентов вороха, м/с: | |
| зерно | 8,4-11,5 |
| мякина | 0,67-3,1 |
| солома измельченная | 1,8-10 |
| Плотность, кг/м ³ | |
| зерно | 430-820 |
| мякина | 30-50 |
| мелкий зерновой ворох | 280-350 |

Минимальный диаметр материалопровода для перемещения зерна составляет 0,10 м, для половы 0,25м и для измельченной соломы 0,30м. Рекомендуемая скорость воздуха для перемещения зерна составляет 18-25м/с, резаной соломы -12-25м/с, мякины -12-20м/с.

Подача мелкого зернового вороха на транспортную доску полевой машины с двухбарабанным молотильным аппаратом составляет 60% от подачи хлебной массы. Примем подачу равной пропускной способности зерноуборочного комбайна Енисей - 5кг/с. Тогда секундное поступление вороха на транспортную доску определится по формуле:

$$Q_e = 0,6 \cdot Q \quad (1)$$

где Q_e – подача мелкого зернового вороха, кг/с
 Q – подача хлебной массы в полевую машин, кг/с.

Схема полевой машины представлена на рисунке 1.

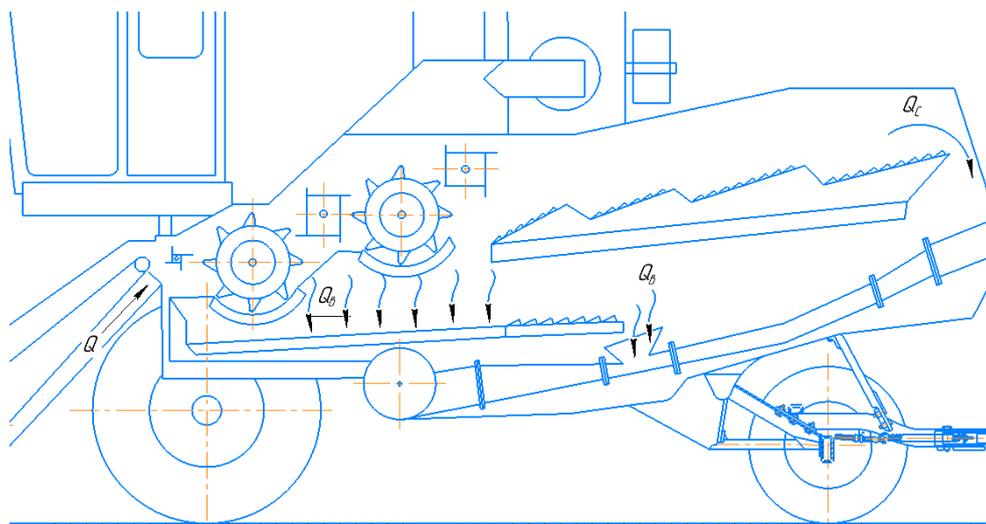


Рисунок 1 – Полевая машина для сбора мелкого зернового вороха

Определяем производительность вентилятора для транспортировки мелкого зернового вороха

$$Q_{\text{вент}} = \frac{Q_v}{\mu \cdot \rho_{\text{возд}}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{вент}}$ – производительность вентилятора, м³/с;

Q_v – подача мелкого зернового вороха, кг/с

μ – коэффициент концентрации смеси воздуха с мелким зерновым ворохом, $\mu=1$ кг/кг

$\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздуха, кг/м³, $\rho_{\text{возд}}=1,24$ кг/м³

Скорость воздушного потока принимается исходя из скорости витания компонентов мелкого зернового вороха и коэффициента превышения скорости воздушного потока в материалопроводе, принимаем $\beta =2$ [8]. Тогда скорость воздушного потока определится

$$c = c_{\text{взери}} \cdot \beta \quad (3)$$

Определенная скорость воздуха должна лежать в пределах рекомендуемых скоростей, до 25 м/с. Следует отметить, что при движении вороха в материалопроводе зерно будет встречаться со стенками, поэтому оптимальная скорость воздуха должна быть такой, чтобы зерно не повреждалось.

Диаметр материалопровода находим по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{вент}}}{\pi \cdot c}} \quad (4)$$

где d – диаметр материалопровода, м;

$Q_{\text{вент}}$ – производительность вентилятора, м³/с;

c – скорость воздушного потока, м/с;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Примем трубу по наружному диаметру 0,377м в соответствии с ГОСТ 8732-78.

Уточним фактическую производительность вентилятора и коэффициент концентрации смеси μ_{ϕ}

$$Q_{\text{вент.}\phi} = \frac{\pi \cdot d_{\phi}^2}{4} \cdot c \quad (5)$$

$$\mu_{\phi} = \frac{Q_M}{Q_{\text{вент.}\phi}} \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (6)$$

Потери давления на трение в материалопроводе определяется по формуле:

$$h_{\text{тр}} = (1 + \mu \cdot \text{tg} \alpha) \cdot \lambda \cdot \frac{l_{\text{сум}} \cdot c^2}{2d} \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (7)$$

где $l_{\text{сум}}$ – суммарная длина материалопровода, м;

μ – коэффициент концентрации смеси;

λ – коэффициент трения;

d – диаметр материалопровода.

$\text{tg} \alpha$ – коэффициент, учитывающий перемещаемый материал, скорость воздуха, концентрации смеси, $\text{tg} \alpha = 1,3$.

Коэффициент трения λ для стальных воздухопроводов определяется по формуле Блесса:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{d} \quad (8)$$

Для воздухопроводов несущие материальные частицы, коэффициент трения определяется из выражения:

$$\lambda_M = \lambda \cdot (1 + \mu \cdot \text{tg} \alpha) \quad (9)$$

Потери в местных сопротивлениях $h_{\text{МСМ}}$ определяется по формуле:

$$h_{\text{МСМ}} = \psi (1 + \mu \cdot \text{tg} \alpha) \cdot \frac{c^2}{2} \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (10)$$

где ψ – коэффициент местного сопротивления, выбирается по справочной литературе.

Если материалопровод имеет несколько местных сопротивлений определяется суммарный коэффициент местных сопротивлений

$$\psi_{\text{сум}} = \psi_1 + \psi_2 + \dots + \psi_n \quad (11)$$

Общие потери в местных сопротивлениях

$$h_{\text{сум}} = \psi_{\text{сум}} \cdot \frac{c^2}{2} \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (12)$$

Потери давления на разгон материала $h_{\text{раз}}$ находятся по формуле:

$$h_{\text{раз}} = \mu \cdot \frac{c_M^2}{2} \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (13)$$

Потери давления на подъем определяются по формуле:

$$h_{\text{под}} = H \cdot \mu \cdot g \cdot \rho_{\text{возд}} \quad (14)$$

где H – высота подъема, м;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

g - ускорение свободного падения, m/c^2 .

В итоге определяется сумма потерь давления

$$h_{\text{потери сум}} = h_{\text{тр}} + h_{\text{МСМ}} + h_{\text{раз}} + h_{\text{под}} \quad (15)$$

Мощность привода рабочего колеса вентилятора находится по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot h_{\text{потери сум}}}{1000 \cdot \eta_{\text{вент}} \cdot \eta_{\text{пер}}} \quad (16)$$

где $\eta_{\text{вент}}$ - КПД вентилятора, $\eta_{\text{вент}} = 0,85$;

$\eta_{\text{пер}}$ - КПД передачи, $\eta_{\text{пер}} = 0,92-0,94$.

В формуле (12) суммарные потери увеличиваются на 10%.

Для определения размеров эжекторного устройства на рисунке 2 приводится поясняющая схема эжектора.

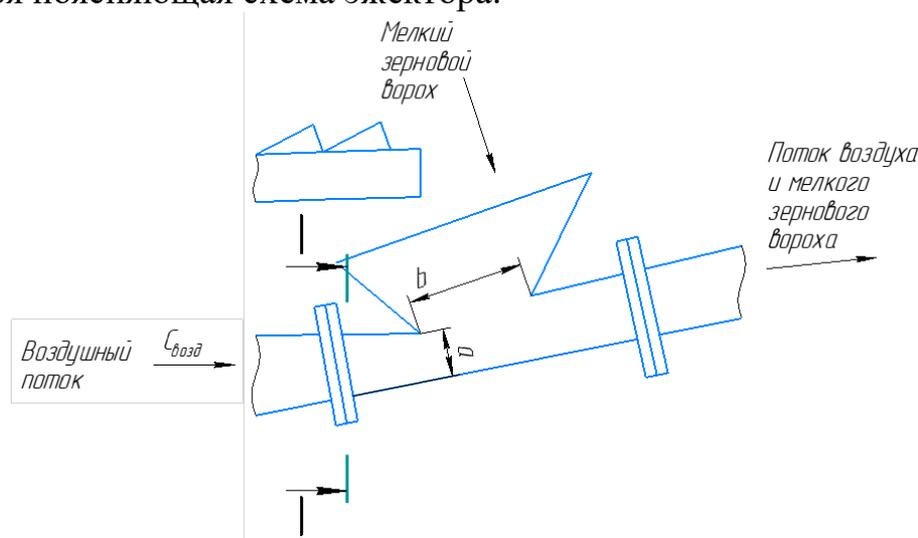


Рисунок 2 – Схема эжектора.

Необходимо выбрать высоту a и ширину b эжектора.

Для работы эжектора необходимо, чтобы в открытом пространстве воронки в пределах сечения I-I статическое давление было равно нулю или отрицательным [5,6]. Это возможно, если полное давление вентилятора будет равно динамическому давлению. Для получения такого соотношения, исходя из условия неразрывности воздушного потока, скорость воздушного потока в суженном сечении I-I должна быть больше скорости воздуха, выходящего из вентилятора.

$$H_{\text{ном I-I}} = H_{\text{дин I-I}} \quad (17)$$

Величина давления P_{I-I} в сечении I-I может быть определена по формуле:

$$P_{I-I} = P \frac{1+z}{\eta} \quad (18)$$

где P - полное давление в материалопроводе, Па;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

z - величина, характеризующая подсос воздуха через эжекторную воронку, $z=0.10-0,15$.

η - коэффициент полезного действия эжекторной воронки $\eta = 0.60-0.70$.

Полное давление P за эжекторной воронкой в материалопроводе должно равняться сумме потерь давлений:

$$P = h_{\text{потери сум}} = h_{\text{тр}} + h_{\text{МСМ}} + h_{\text{раз}} + h_{\text{под}} \quad (19)$$

Примем ширину эжектора $b=0,9\text{м}$, а высоту щели a определим из выражения:

$$Q_{\text{вент.ф}} = c \cdot a \cdot b \quad (20)$$

Решая выражение (20) относительно a найдем:

$$a = \frac{Q_{\text{вент.ф}}}{c \cdot b} \quad (21)$$

где a - высота щели эжектора;

b – ширина эжектора.

Скорость в щели эжектора определим через динамический напор равный полному давлению в материалопроводе

$$P = \frac{\rho_{\text{возд}} \cdot c^2}{2} \quad (22)$$

Тогда скорость воздушного потока в сечении I-I выразится

$$c = \sqrt{\frac{2P}{\rho_{\text{возд}}}} \quad (23)$$

Подставив найденную скорость c по выражению (23) в формулу (21), определим высоту эжектора a .

Данные расчетов по формулам 1-23 сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные расчетов пневмоконвейера

| № п/п | Наименование параметра | Величина параметра |
|-------|---|--------------------|
| 1 | Производительность вентилятора, м ³ /с | 2,4 |
| 2 | Скорость воздушного потока, м/с | 23 |
| 3 | Расчетный диаметр материалопровода, м | 0,364 |
| 4 | Диаметр материалопровода по ГОСТ 8732-78, м | 0,377 |
| 5 | Уточненная производительность вентилятора, м ³ | 2,57 |
| 6 | Уточненный коэффициент концентрации смеси | 1,45 |
| 7 | Потери давления на трение по длине материалопровода, Па (при $\lambda_M=0,0277$ и $l=8\text{м}$) | 628 |
| 8 | Потери давления в местных сопротивлениях, Па | 946 |
| 9 | Потери давления на разгон, Па | 475 |
| 10 | Потери давления на подъем материала на высоту 3 м, Па | 54 |
| 11 | Сумма потерь давления, Па | 2103 |
| 12 | Давление в сечении эжектора, Па (при $z=0,15$ и $\eta=0,7$) | 3455 |
| 13 | Ширина эжектора, м | 0,9 |
| 14 | Высота входной части эжектора, м | 0,04 |
| 15 | Мощность на привод вентилятора, Вт | 11,11 |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Рабочее давление пневмоконвейера полевой машины должно составлять 3455 Па. Данное давление развивает центробежный вентилятор высокого давления с многолопастным колесом ВЦП 6 – 45 – №5 имеющий коэффициент полезного действия 0,70 – 0,85. Мощность на привод вентилятора определится по формуле (12). При оборотах рабочего колеса 3000об/мин развивает полное давление 3400-3600 Па.

Выводы:

1. Технология уборки зерновых культур со сбором мелкого зернового вороха и обработкой его на стационаре является одним из вариантов улучшения процесса уборки – повышение производительности, исключает потери семян культурных растений при обмолоте, что равнозначно увеличению урожайности зерновых и мелкосеменных масличных культур на 3-4 ц/га, а по травам сборы семян удваиваются.

2. Полевая машина выполнена на базе зерноуборочного комбайна, у которого демонтированы зерновой бункер, решетка очистки, транспортирующие шнеки и транспортеры. Полевая машина имеет пневмоконвейер для подачи мелкого зернового вороха в тракторный прицеп большой вместимости.

3. Определены основные параметры пневмоконвейера - размеры эжекторного устройства и материалопровода, потери давления при транспортировке продуктов обмолота, обоснован выбор центробежного вентилятора и мощность на привод колеса.

Список литературы

1. Бурьянов А.И. Направления совершенствования технологии уборки зерновых культур и технических средств для их реализации/сб. статей межд. Научно-прак. конференции, Кубанский ГАУ.- Краснодар,, 2013.-5-11с.
2. Вейсман М.Р. Вентиляционные и пневмотранспортные установки.-М.:Колос.-1977
3. Калинушкин М.П. Вентиляционные установки.- М: Высшая школа, 1979.-294с.
4. Методические указания к выполнению лабораторно- практических занятий. Вентиляционные и пневмотранспортные установки в сельском хозяйстве. Сост. Поляков Г.Н., Иркутская ГСХА.-Иркутск, 1997.-24с.
5. Поляков Г.Н. Модернизация сепаратора измельченного вороха зерновых колосовых культур / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов. - Пермский аграрный вестник.-1(25),2019.-с4-8
6. Поляков Г.Н. Результаты исследования сепаратора измельченного вороха зерновых культур / Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов. - Тракторы и сельхозмашины, 2020.-№3.-с.62-67
7. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства.-2007
8. Турбин Б.Г. Вентиляторы сельскохозяйственных машин.-Л.:Машиностроение, 1968.-294с.
9. Шуханов С.Н. Совершенствование рабочего процесса зернометателей и зернопогрузчиков//Автореф. дисс. на соиск. уч.ст. д.т.н., Москва.-2012-39с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Сведения об авторах

Самусик Георгий Сергеевич – студент 4 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

Поляков Геннадий Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

Косарева Анна Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры «ТС и ОД». Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89149444228, e-mail: ankosar@mail.ru)

УДК 629.7.063.6

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ОСТАТКОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Сергеев А.Л., Аносова А.И., Ильин П.И.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Зачистка резервуаров от остатков нефтепродуктов является неотъемлемой частью технологического процесса нефтепродуктообеспечения [6, 7].

Для обеспечения эксплуатационной надёжности резервуаров с нефтепродуктами необходимо соблюдение правил их технической эксплуатации, контроля, выявления и устранения дефектов. Необходимым условием выполнения этих работ является своевременный ремонт резервуаров с предварительной зачисткой от остатков нефтепродуктов и их отложений. Зачистка в полном объёме [2] необходима при последующем выполнении работ в резервуаре с применением открытого огня, длительном пребывании работников внутри резервуара, градуировке, дефектоскопии, а также перед наливом отдельных сортов топлива.

Ключевые слова: ёмкость, бак, масло, топливо, резервуар, нефтепродукты.

Обеспечение сохранности качества нефтепродукта при смене сорта регламентируется требованиями [8, 9, 10] и, в зависимости от наливаемого в резервуар нефтепродукта, вида остатка в нём, предусматривает в максимальном объёме зачистки выполнение следующих операций:

- удаление остатка;
- дегазацию;
- ополаскивание под давлением горячей водой с моющим средством (или пропаривание);
- последующую ополаскивание горячей водой;
- вентиляцию (просушку) днища;
- протирку ветошью.

Металлические и железобетонные резервуары [5] для хранения тёмных и светлых нефтепродуктов (мазут, моторные и трансмиссионные масла, дизельное топливо) необходимо зачищать по мере необходимости.

Этапы технологического процесса зачистки:

- Подготовка к работе;
- Определение наличия невыбираемого остатка и его откачка;
- Удаление технологического остатка нефтепродукта;
- Предварительная дегазация резервуара;
- Мойка и зачистка внутренних поверхностей резервуара;
- Дегазация газового пространства резервуара до санитарных норм;
- Доочистка внутренних поверхностей резервуара и визуальный обзорный контроль за днищем и стенами.

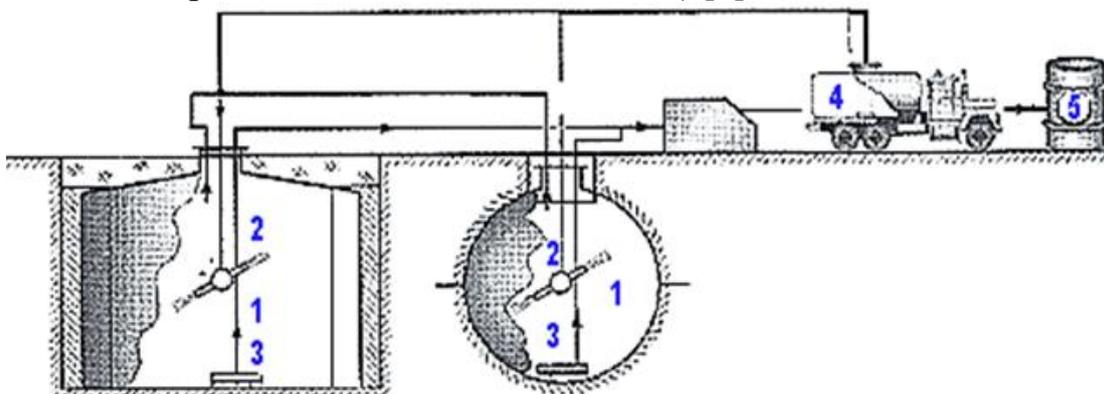
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Для подачи моющего раствора из установки УМПС на стенки, верхнее перекрытие (крышку) и днище резервуара используют моечную машинку, закреплённую на треноге, монитор или лафетный ствол. Машинка (рисунок 3.1) представляет собой двух или трехступенчатый бронепойт, привод которого состоит из водяной турбины, вращающейся под напором моющего раствора. При этом сопла машинки поворачиваются в горизонтальном и вертикальном направлениях, что позволяет обработать всю поверхность резервуара.



Рисунок 1 – Орбитальная моечная машинка

При необходимости зачистки стационарных резервуаров небольшого объёма (рисунок 2, например, резервуары 25 или 50 м³ на АЗС) целесообразно использование упрощённого варианта УМПС – дооснащённой соответствующим образом поливомоечной или ассенизационной машины, бензовоза (так называемой малогабаритной передвижной промывочной станции – МППС) [1].

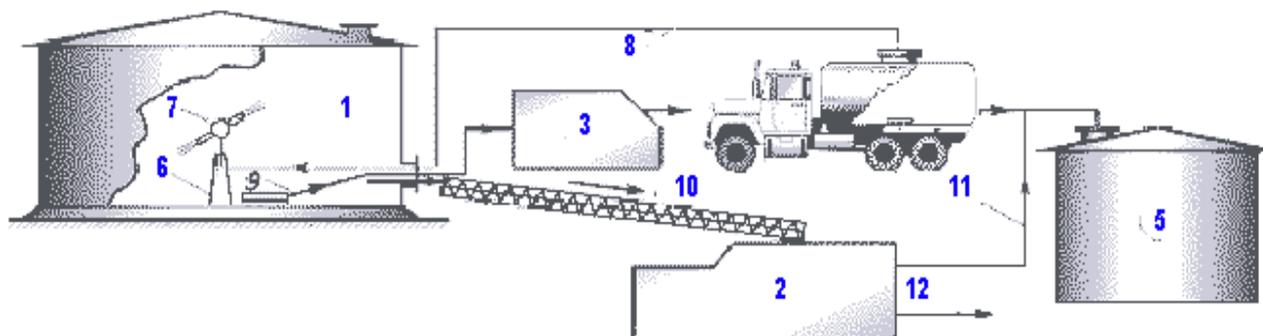


1 – отмываемый резервуар для хранения нефтепродуктов; 2 – моечная машинка; 3 – насадка; 4 – установка МППС для подачи чистого раствора в резервуар 1, а также для разделения отмытых нефтепродуктов и раствора; 5 – резервуар для слива декантированных нефтепродуктов.

Рисунок 2 – Технологическая схема зачистки резервуаров небольшого объёма

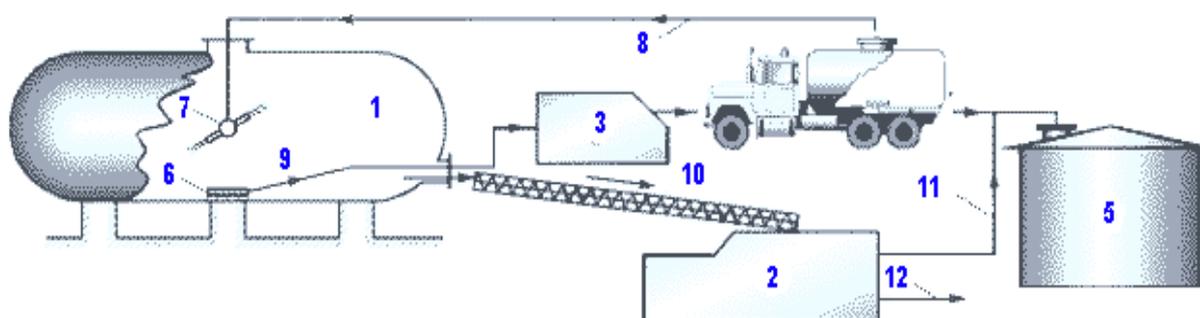
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Процесс зачистки предусматривает применение комплекта оборудования, состоящего из универсальной мобильной промывочной станции и установки для рекультивации тяжелых нефтеотходов, желательного смонтированных на автомобильных шасси. При отсутствии в резервуаре донных отложений достаточно одной УМПС (рисунок 3.3).



1 – резервуар для хранения нефтепродуктов; 2 – установка для рекультивации тяжёлых нефтеотходов (УРТН); 3 – насос для откачки остаточных нефтепродуктов в смеси с раствором; 4 – установка УМПС для подачи чистого моющего раствора в резервуар 1, а также для разделения загрязнённой смеси моющего раствора на фракции: нефтепродукт – чистый моющий раствор; 5 – резервуар для слива декантированных нефтепродуктов; 6 – тренога; 7 – моечная машинка; 8 – линия подачи чистого раствора; 9 – трубопровод для откачки смеси нефтепродуктов с раствором; 10 – линия подачи тяжёлых нефтеотходов и примесей в УРТН с помощью шнека; 11 – трубопровод для отведения отмытых нефтепродуктов; 12 – линия выведения отмытых шламов.

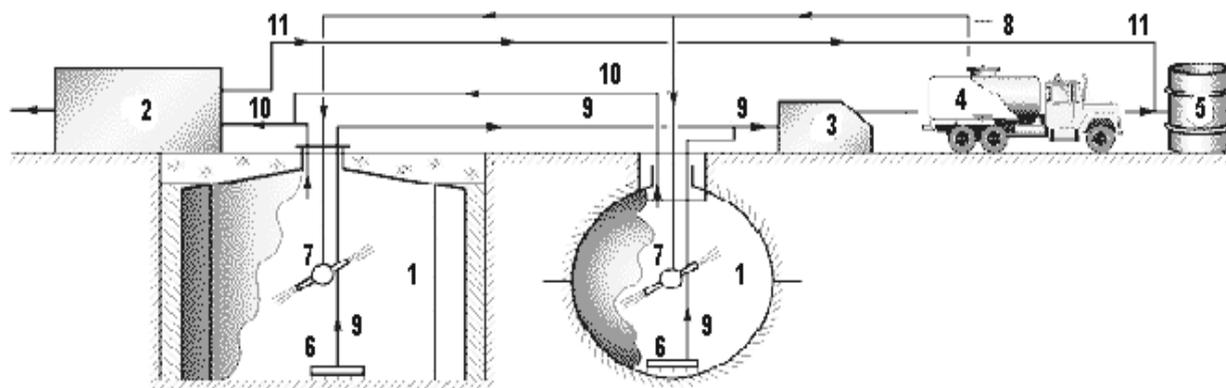
Рисунок 3 – Технологическая схема зачистки вертикальных цилиндрических резервуаров



1 – резервуар для хранения нефтепродуктов; 2 – установка для рекультивации тяжёлых нефтеотходов (УРТН); 3 – насос для откачки остаточных нефтепродуктов в смеси с раствором; 4 – установка УМПС для подачи чистого раствора в резервуар 1, а также для разделения отмытых нефтепродуктов и раствора; 5 – резервуар для слива декантированных нефтепродуктов; 6 – насадка; 7 – моечная машинка; 8 – линия подачи чистого раствора в резервуар 1; 9 – трубопровод для откачки смеси нефтепродуктов и раствора; 10 – линия подачи тяжёлых нефтяных остатков и примесей в установку 2; 11 – трубопровод для отведения отмытых нефтепродуктов; 12 – линия выделения отмытых шламов.

Рисунок 4 – Технологическая схема зачистки горизонтальных резервуаров

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК



1 – резервуар для хранения нефтепродуктов; 2 – установка для рекультивации тяжёлых нефтеотходов (УРТН); 3 – насос для откачки остаточных нефтепродуктов в смеси с раствором; 4 – установка УМПС для подачи чистого моющего раствора с раствором в резервуар 1, а также для разделения загрязнённой смеси моющего раствора на фракции: нефтепродукт – чистый моющий раствор; 5 – резервуар для слива декантированных нефтепродуктов; 6 – насадка для нефтеотходов (УРТН); 7 – моечная машинка; 8 – линия подачи чистого раствора; 9 – трубопровод для откачки смеси нефтепродуктов и раствора; 10 – линия подачи тяжёлых нефтеотходов и примесей в УРТН; 11 – трубопровод для отведения отмытых нефтепродуктов; 12 – линия выведения отмытых шламов.

Рисунок 5 – Технологическая схема зачистки подземных резервуаров

Существует несколько видов УМПС, одним из примеров служит установка фирмы Ларсен «MoCleans» (рисунок 6).



Рисунок 6 – Установка для мойки резервуаров с нефтепродуктами

Установка выполняет функции подачи, первичной очистки и рециркуляции раствора, содержит набор шлангов, насадок и вспомогательного оборудования. Данная конструкция обладает большой стоимостью, и не каждая организация может себе позволить приобретение установки такого рода. Руководители нефтехранилищ вынуждены нанимать сторонние организации для очистки резервуаров, что, в конечном итоге, оказывается экономически невыгодно.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В данной работе мы предлагаем установку, предназначенную для очистки резервуаров из - под светлых нефтепродуктов в связи с плановыми мероприятиями по техническому обслуживанию или ремонтом. Установка содержит систему рециркуляции моечного раствора, и систему очистки с отделением шлама. Установка полностью экологична, так как отходы в виде шлама и кокса отделяются от основной массы нефтепродукта, и отправляются на захоронение. Часть нефтепродуктов после прохождения фильтрации являются пригодными для применения, их оводнённость составляет не более 3 %.

Данная установка является оптимизационным решением для российских нефтехозяйств, так как совмещает массу полезных качеств: небольшой стоимостью по сравнению с аналогами, соответствие новым технологиям очистки и экологичности, простоту в эксплуатации. Агрегат монтируется на шасси КамАЗ - 532210. Устройство конструкции показано на рисунке 7.

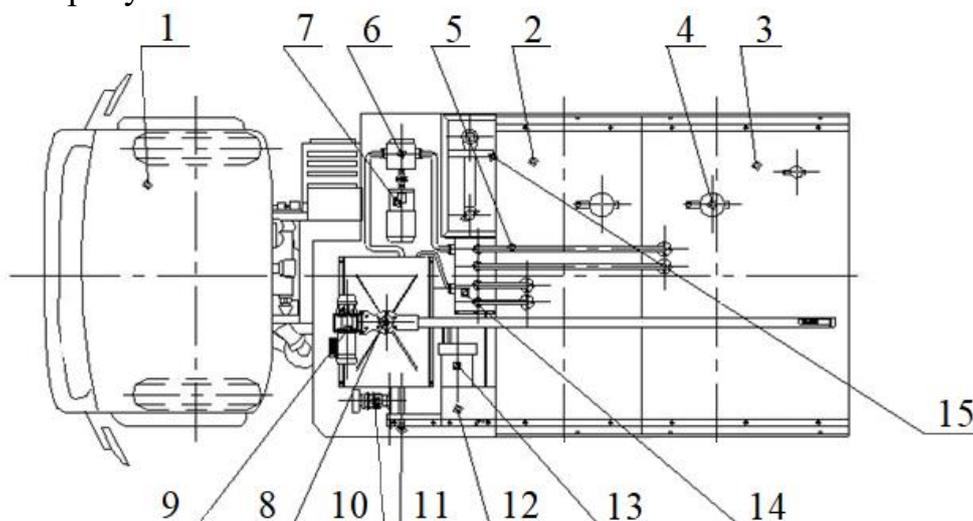


Рисунок 7 – Устройство конструкции

Конструкция базируется на шасси (1), на которое крепятся три основания: для узлов, для бака с водой (2), для бака с раствором и фильтрами (3). В баках, для их заправки имеются люки (4). Баки соединяются с блоком распределителей и клапанов (14) с помощью труб (5). На первой платформе установлены: водяной насос (6), электродвигатель (7), кран (8) с электролебёдкой (9), насос высокого давления (10), присоединительные штуцера (11), блок управления (12), комбинированный масляный насос (13), блок распределителей и клапанов (14), моечная машинка (15).

Помимо установленных на шасси агрегатов на автомобиль может устанавливаться вспомогательное навесное оборудование и прицепляться тележка на жёсткой сцепке (например, тележка с запасом свежей воды или для отходов на переработку или захоронение) [4].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Мойка мазутных цистерн без смены перевозимого продукта происходит следующим образом. Главный моющий насос подаёт моющий раствор из ёмкости № 1 через дуплексный сетчатый фильтр и теплообменник в телескопическое устройство, установленное с помощью кран - балки в цистерну. Моющий раствор прокачивается при большом давлении через орбитальные моющие насадки, смонтированные на телескопическом устройстве. Сочетание воздействия высокой температуры и давления используется для размягчения и растворения твёрдых отложений мазута, а также для их смыва с внутренней поверхности цистерны.

После этого моющий раствор вместе с разжиженными отложениями мазута возвращается за счёт вакуума в ёмкость № 1 по циркуляционной петле.

Вакуум, используемый для возврата моющего раствора в ёмкость, создаётся выполненным из нержавеющей стали вакуум - насосом (4), с которого основная часть паров возвращается в цистерну, тем самым, замыкая рециркуляционную петлю, а их избыток направляется в скруббер - конденсатор Вентури, орошаемый циркулирующей водой, охлаждаемой в выносном холодильнике. Таким образом, замкнутый процесс мойки предотвращает необходимость полной переработки всех испарений в скруббере.

Поступивший в ёмкость моющий раствор проходит первичную гравитационную сепарацию под вакуумом [3]. Тяжёлая фаза собирается в конической части ёмкости, откуда она периодически (по мере накопления) откачивается грязевым насосом в приёмную ёмкость - накопитель с мешалкой, из которой затем соответствующим насосом подаётся в блок «трёхфазного» центрифугирования. Очищенная на центрифуге нефтепродуктовая фракция, представляющая собой коммерческий продукт, поступает в бак, откуда по мере её накопления откачивается насосом на реализацию или используется для внутренних нужд предприятия, например, в качестве топлива в котельной. Твёрдая фаза (кек) выгружается из центрифуги шнековым конвейером и отправляется на захоронение.

В процессе мойки цистерны под смену продукта исходный моющий раствор – дизтопливо будет постепенно растворяться в мазуте, и утрачивать свои моющие свойства. Поэтому периодически необходимо после фильтра отводить из цикла часть насыщенного моющего раствора в качестве готового продукта (мазута с повышенными качественными характеристиками) и пополнять систему свежим (чистым) дизтопливом.

Отметим, что мойке одновременно подвергаются 2 - е цистерны, при этом процесс мойки второй цистерны полностью аналогичен, описанному выше.

По завершении цикла мойки цистерна проходит цикл ополаскивания горячей водой из ёмкости № 2.

Использование предложенного агрегата для мойки резервуаров с

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

нефтепродуктами позволит сократить расходы на приобретение дорогостоящей техники, сэкономить на заработной плате.

Список литературы

1. *Александров В.Н.* Совершенствование систем предотвращения накопления донных нефтяных отложений в резервуарах большой вместимости / *В.Н. Александров, В.А. Галканов, Б.Н. Мастобаев* // Нефтяное хозяйство. 2001. - № 2. - С. 70 - 72.
2. *Гималетдинов Г.М.* Очистка и диагностика резервуаров для нефти и нефтепродуктов : учеб. пособие / *Г.М. Гималетдинов*. – Уфа : Монография, 2011. – 295 с.
3. *Одарюк В.А.* Очистка и утилизация отходов хранилищ в горюче - смазочных материалов / *В.А. Одарюк, Г.М. Нигметов* // Технология гражданской безопасности. – 2011. - № 3. – С. 67 - 83.
4. Резервуары для нефти и нефтепродуктов. Конструкции и оборудование. Том 1. / *Ф.Ш. Ахметов* [и др.]. – СПб : Недра, 2010. – 476 с.
5. *Чурикова Л.А.* Обзор современных методов очистки резервуаров от нефтяных остатков / *Л.А. Чурикова, Е.А. Конашева, А.Т. Утегалиев* // Технические науки в России и за рубежом: материалы V международной научной конференции. – 2016. – С. 71 - 75.
6. Пат. 2516849 Российская Федерация, В 08 В 9/08, G 09 В 25/02. Способ исследования процесс очистки резервуаров от остатков нефтепродукта / *Богданов В.С., Попов В.Н.* ; № 2012150412/05; заявл. 26.11.2012 ; опубл. 20.05.2014, Бюл. № 14. – 2 с. : ил.
7. Пат. 2225270 Российская Федерация, В 08 В 9/093. Способ очистки резервуаров от вязких нефтяных отложений и вязких отложений нефтепродуктов и устройство для его осуществления / *Чушкина З.Ю.* Ю. АПС - № 2002116442/12; заявл. 19.06.2002 ; опубл. 19.06.2002. – 2 с. : ил.
8. Информация [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https:// files.stroyinf.ru /Data1/51/51134/index.htm](https://files.stroyinf.ru/Data1/51/51134/index.htm) – 22.12.2021
9. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rykovodstvo.ru/exspl/27135/index.html> – 22.12.2021.
10. Документы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/493577751> – 22.12.2021.

Сведения об авторах

Сергеев Алексей Леонидович – студент заочной формы обучения инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89500528318).

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89836938151e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89836938151e-mail: ipi.academy@mail.ru).

УДК 631.173

АНАЛИЗ СЕРВИСНОЙ СЛУЖБЫ ООО «АГРОРЕСУРС»

Степанов Н. Н., Степанов Н. В.

*Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия*

Сервисное обслуживание является важным параметром в эффективности эксплуатации зерноуборочных комбайнов, от своевременной и качественного проведенной ремонтно-обслуживающей работы зависит качество уборки и продолжительность эксплуатации техники.

В статье приведен анализ предприятия ООО «Агроресурс». Предприятие ООО «Агроресурс» образовалось в 2008 г. в результате реорганизации ОАО "База материально-технического обеспечения Шелеховагропромснаб", которое являлось дилером фирмы CLAAS с 1995 г. Предприятие расположено в г. Шелехов Иркутской области и имеет филиалы в г. Благовещенск Амурской области и в г. Улан-Удэ Республики Бурятия.

Произведён анализ техники поставляемой дилером ООО «Агроресурс» на территории ответственности, приведена логистика сервисных служб обслуживающих технику на территории Иркутской области.

Ключевые слова: Зерноуборочный комбайн, материально-техническая база, предприятие, сервисная служба, логистика.

Эффективность эксплуатации зерноуборочных комбайнов зависит от качества услуг, предоставляемых сервисными службами. Качество услуг определяется наличием современной материально-технической базы, высококвалифицированных кадров, используемыми передовыми технологиями, оборудованием и нормативно-технической документацией [2, 3, 6].

Зерноуборочные комбайны эксплуатируются в течение достаточно непродолжительного периода - от десяти дней до двух месяцев. Все остальное время года они находятся на хранении, или по необходимости подвергаются ремонтно-обслуживающим воздействиям [5, 7, 8].

Объем ремонтных работ напрямую зависит от возраста комбайна, например, СК-5 «Нива», «Енисей – 950», «Енисей – 1200» имеет средний срок эксплуатации 18...20 лет, современные комбайны отечественного и зарубежного производства - 20 и более лет [1, 4, 9].

Предприятие ООО «Агроресурс» образовалось в 2008 г. в результате реорганизации ОАО "База материально-технического обеспечения Шелеховагропромснаб", которое являлось дилером фирмы CLAAS с 1995 г.

База ООО «Агроресурс» в г. Шелехов имеет 25000 м² складских помещений, сервисные боксы, собственные подъездные ж/д пути. На предприятии имеется тепловоз, 2 козловых крана, грузовые автомобили (5 шт.), автопогрузчики (3 шт.). На территории базы производятся погрузочно-разгрузочные работы, приемка техники, предпродажное обслуживание, выдача техники покупателям.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**



Рисунок 1 - Территория ответственности ООО «Агроресурс»

Филиал ООО «Агроресурс» в г. Улан-Удэ открыт в 2011 г. в г. Улан-Удэ. На территории филиала находятся офис и склад запчастей, имеется сервисный автомобиль со всем необходимым оборудованием, инструментом

Дилерский центр ООО «Агроресурс» в г. Благовещенск Амурской области открыт в 2016. Центр построен в соответствии с новой концепцией фирмы CLAAS – одного из ведущих производителей сельскохозяйственной техники. Центр включает в себя офис отдела продаж, офисы сервисного отдела, склад запчастей, складские помещения, агрегатные и сервисные помещения, сервисные автомобили (7 шт.). В центре работает 11 сервисных инженеров.

Новый дилерский центр позволит осуществлять продажи на совершенно ином высоком уровне, иметь гораздо больший склад запасных частей, более качественно осуществлять сервис. А также еще более качественно и оперативно отвечать на запросы каждого клиента в Амурской области[10].

Основными клиентами ООО «Агроресурс» являются:

- в Иркутской области: ОАО «Иркутский масложиркомбинат», СХ ОАО «Белореченское», СПК «Окинский», АО «Железнодорожник», СПК «Колхоз Труд», СХ ЗАО «Приморский», ОАО «Барки», СХПК «Усольский свинокомплекс», АО «СХ Наследие», ОАО «Искра», ЗАО «Большееланское», ООО «Молочная река», КФХ Воздвиженская А.Е., ООО «Шерагульское», ООО «Саянский Бройлер» и др;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

- в Республике Бурятия: ООО «Гарантия-2», СПК «Надежда», СПК «Колхоз Искра», СПК «Эрдэм», СПОк «Ярикто», ФГУП «Байкальское», СПК «Баян»;

- в Забайкальский край: ИП КФХ Стерликов В.В., ООО «Терос ЗК»;

- в Амурской области: ООО «Амурагрокомплекс», ОАО «Амурский масложиркомбинат» (ОАО «Димское», ООО «Пограничное», ООО «Им. Негруна», ООО «Амурский партизан», ООО «Приамурье» и др.), ЗАО «Агрофирма АНК», ООО «Зарево» и др.

В настоящее время на территории ответственности ООО «Агроресурс» в сельскохозяйственных предприятиях находятся следующие единицы техники (таблица 1).

Таблица 1 – Сельскохозяйственная техника на территории ответственности ООО «Агроресурс».

| | Иркутская область | Бурятия, Забайкалье | Амурская область | Всего |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------|
| Зерноуборочные комбайны | 128 | 8 | 289 | 425 |
| Кормоуборочные комбайны | 21 | 2 | 9 | 32 |
| Тракторы «XERION» | 5 | - | 14 | 19 |
| Тракторы «AXION» | 19 | 7 | 29 | 55 |
| Телескопические погрузчики | 6 | - | 4 | 10 |
| Итого | 179 | 17 | 345 | 541 |

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что основным видом сельскохозяйственной техники, поставляемым ООО «Агроресурс», являются зерноуборочные комбайны (425 шт.).

Данные о поставке техники в хозяйства Иркутской области приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Поставка сельскохозяйственной техники в хозяйства Иркутской области в 2018...2020 гг.

| | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------------|------|------|------|
| Зерноуборочные комбайны | 28 | 55 | 57 |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

| | | | |
|----------------------------|---|---|----|
| Тракторы | 7 | 6 | 16 |
| Кормоуборочные комбайны | 1 | 1 | - |
| Телескопические погрузчики | 1 | 2 | 1 |
| Пресс-подборщик рулонный | 2 | 5 | 1 |
| Пресс-подборщик тюковый | 1 | - | - |
| Валкообразователь | 1 | 4 | - |

Таким образом, из таблицы 2 видно, что поставка зерноуборочных комбайнов за последние три года увеличилась более чем в два раза. Увеличение спроса на импортную сельскохозяйственную технику можно объяснить ее конкурентными технологическими, эргономическими характеристиками и высокой надежностью.

Рассмотрим логистику сервисного отдела ООО «Агрорессурс» в Иркутской области:

На рисунке 1 показан маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до АО «Железнодорожник» [10].

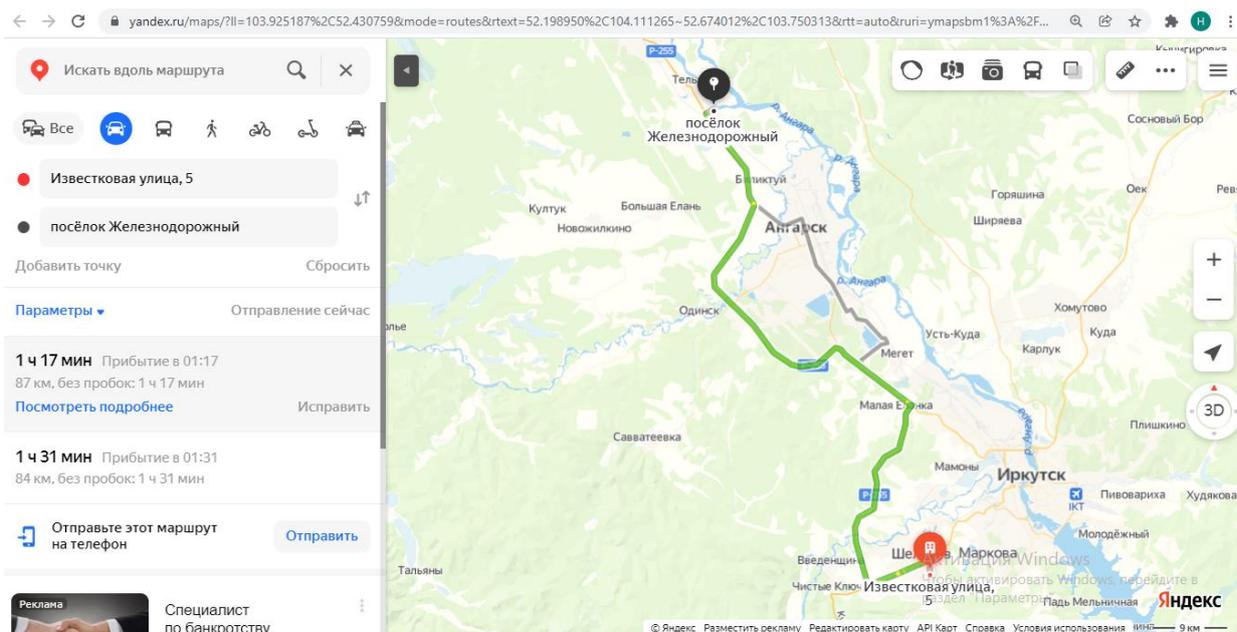


Рисунок 1 - маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до АО «Железнодорожник».

На рисунке 2 представлен маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до СПК «Окинский» [10].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

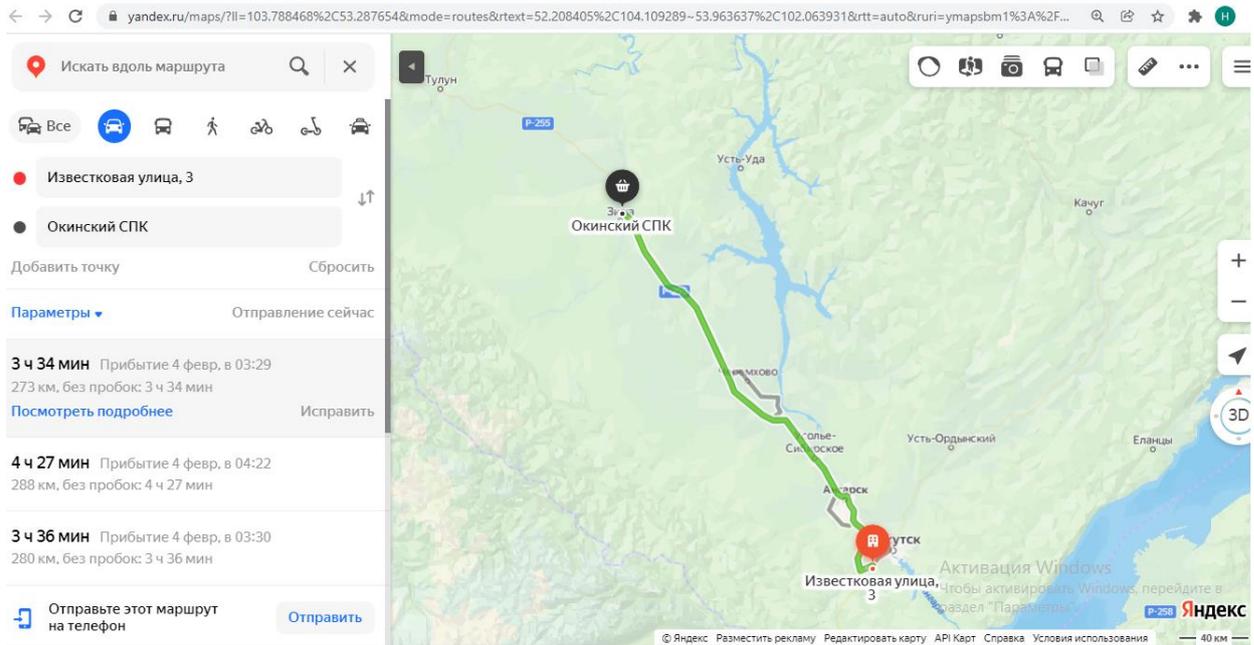


Рисунок 2 - маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до СПК «Окинский».

На рисунке 3 представлен маршрут от сезонного сервисного пункта в городе Тулун до СПК «Окинский» [10].

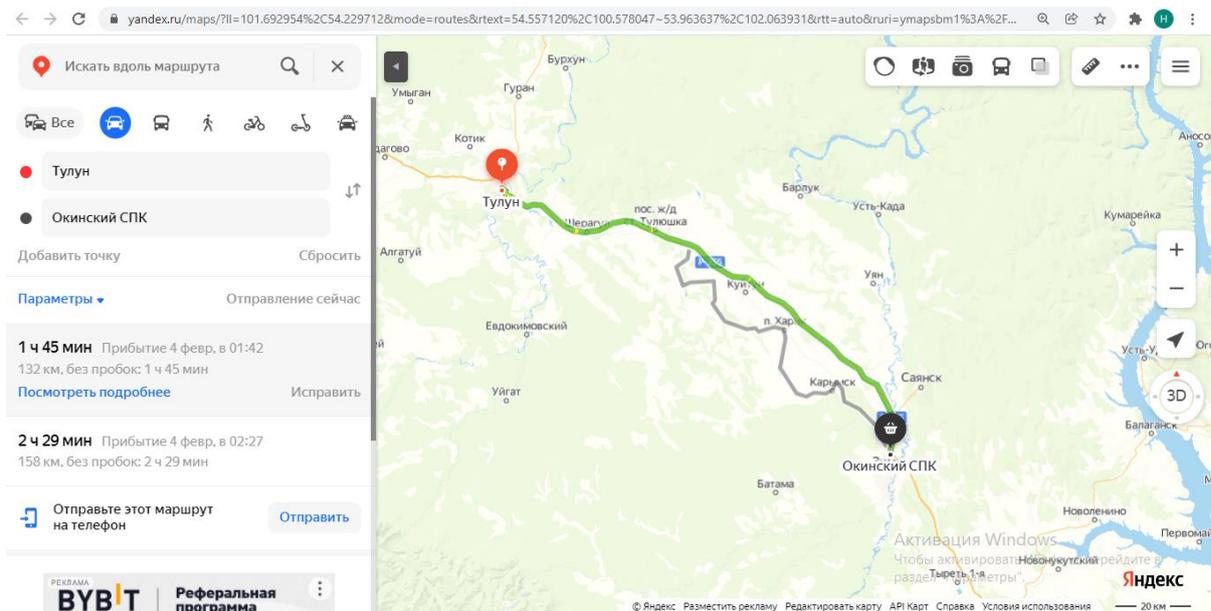


Рисунок 3 - маршрут от сезонного сервисного пункта в городе Тулун до СПК «Окинский».

На рисунке 4 представлен маршрут от сезонного сервисного пункта в городе Тулун до СХ ООО «Хлебороб» в селе Покосное [10].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

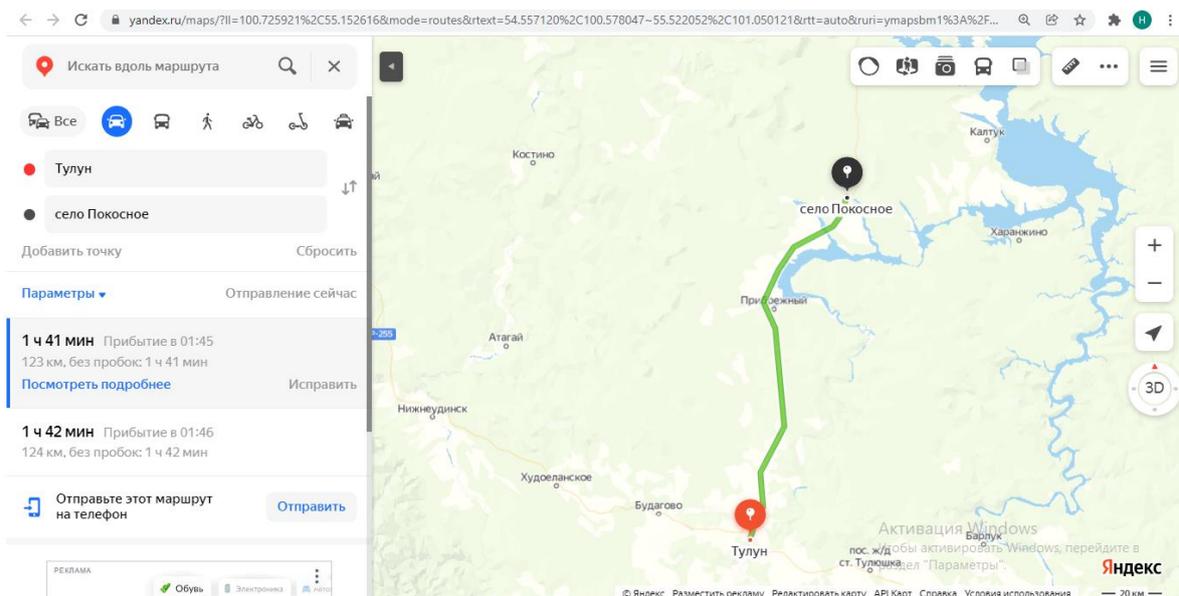


Рисунок 4 - маршрут от сезонного сервисного пункта в городе Тулун до СХ ООО «Хлебороб» в селе Покосное.

На рисунке 5 представлен маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до СХ ООО «Хлебороб» в селе Покосное [10].

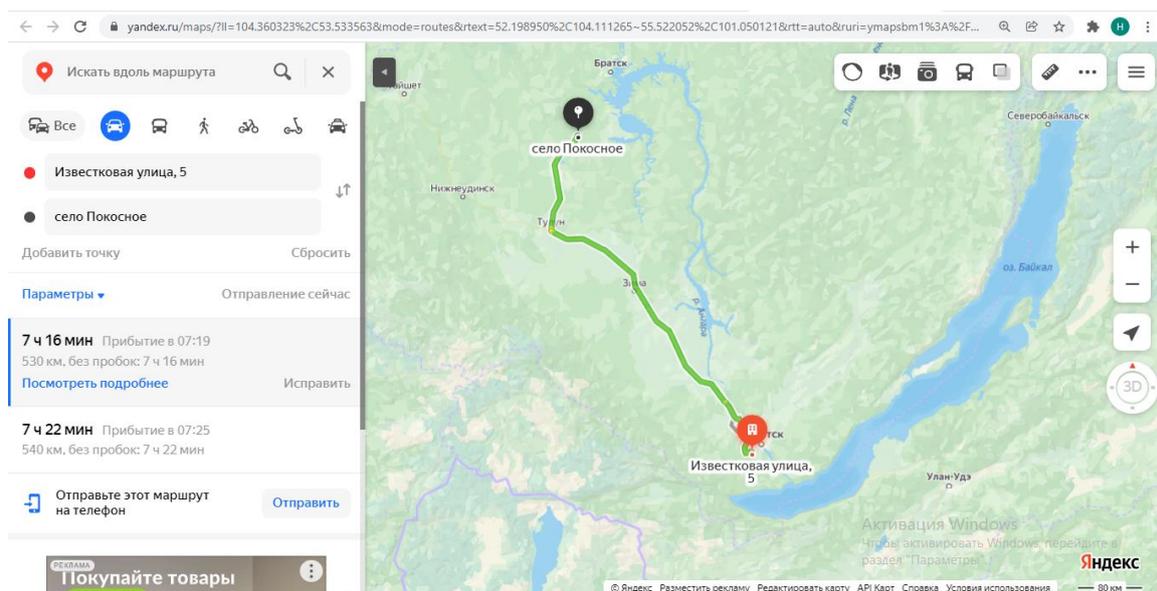


Рисунок 5 - маршрут от базы ООО «Агрорессурс» до СХ ООО «Хлебороб» в селе Покосное.

Исходя из рисунков 1,2,3,4,5 можно сделать вывод, что открытие сезонного сервисного пункта в г. Тулун являлось необходимым поскольку сервисная служба затрачивала большое количество времени на дорогу до хозяйства в котором работает техника, что значительно увеличивало простои неисправной техники которая требовалась в срочном ремонте.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Список литературы

1. Аносова А. И., Бураев М. К., Шистеев А.В., Проблемы агротехсервиса в условиях иркутской области: тезисы доклада на конференции/ А. И. Аносова, М. К. Бураев, А. В. Шистеев, А. С. Тронц.// Материалы X международной научно-практической конференции. Молодежный,- 2021, 65-66 с.
2. Бураев М. К., Шистеев А.В., Бураева Г. М., К методике оценки надежности логистических систем на предприятиях технического сервиса: статья в журнале/ М. К. Бураев., А. В. Шистеев, Г. М. Бураева.// Вестник ВСГУТУ. -2021, №4 (83), 46-53 с.
3. Немцев А.Е, Основы формирования системы технического сервиса в АПК Сибири /А.Е. Немцев, В.В. Коротких. - Новосибирск, 2009. – 152 с.
4. Никитенко С.Л. Выбор исполнителей и средств технического сервиса машин / С.Л. Никитенко, С.В. Смыков, Н.В. Жилиязкова // Вестник аграрной науки Дона. 2015. – С. 74– 84.
5. Розбах Д.В. Особенности сервисного обслуживания посевной и почвообрабатывающей техники ФГУП «Омский экспериментальный завод» / Д. В. Розбах, В.В. Мяло, А.В. Ажгиревич, и др. // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 1 (8). – С. 41.
6. Соломкин А.П. Определение загрузки службы технического обслуживания МТП в сельском хозяйстве / А.П. Соломкин , О.В. Мяло, С.П. Прокопов // Материалы регион. науч.- практ. конф., посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина «Перспективы технического сервиса для предприятий АПК». - Омск, 2013. - С. 68-77.
7. Соломкин А.П. Особенности современного состояния и приоритетные направления развития службы технического сервиса Омской области / А.П. Соломкин, Н. И. Мокин, О.В.Мяло, и др. // Вестник ВСГУТУ. – 2019. – №1 (72). – С. 74-40.
8. Степанов Н. Н. К вопросу ремонтно-обслуживающих работ зерноуборочных комбайнов в Иркутской области тезисы доклада на конференции/ Н. Н. Степанов, А. А. Бричагина, Н. В. Степанов. Сборник научных тезисов студентов, Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона. Молодёжный, -2021, 155-156 с.
9. Федорова О. А. Анализ парка зерноуборочных комбайнов Волгоградской области / О.А. Федорова, О.И. Поддубный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. -№ 1 (49). – С. 298-303.
10. Яндекс. Навигатор: [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/maps/?ll=104.417761%2C52.232647&mode=routes&rttext=&rtt=auto&z=14>. Дата обращения (03.02.2022)

Сведения об авторах

Степанов Николай Николаевич – Магистрант 1 курса инженерного факультета направления «Агроинженерия» (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89086511385, e-mail: nikolaustepanov38@gmail.com).

Степанов Николай Васильевич – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно - тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: stepanov@igsha.ru.).

УДК 621.43.018.7

БЕСТОРМОЗНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ АНАЛИЗ

Степанов Н.Н., Хабардин В.Н., Степанов Н.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

Молодежный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В статье приведены и проанализированы наиболее распространенные в нашей стране бестормозные методы определения эффективной мощности дизельных двигателей. В частности, к ним относятся методы: профессора Ждановского Н.С., по расходу топлива, динамический, парциальный и дифференциальный. В их основу положено измерение косвенных параметров (например, частоты вращения коленчатого вала двигателя или расхода топлива), что допустимо в соответствии с ГОСТ 14846. По полученным значениям косвенных параметров или одного из них определяют прямой параметр – эффективную мощность двигателя. Разумеется, определение мощности по косвенным параметрам значительно проще и экономичнее, чем выполнение той же операции диагностирования при прямом измерении мощности – при применении тормозного стенда (тормозного метода). Этим обусловлено появление и широкое развитие в теории и практике бестормозных методов. Однако до настоящего времени нет четких рекомендаций по их выбору в соответствии с конкретными условиями машиноиспользования. Поэтому систематизация и анализ существующих бестормозных методов определения мощности дизельных двигателей – первый шаг в решении этой задачи.

Ключевые слова: двигатель дизельный, мощность, определение, испытание, методы бестормозные.

В нашей стране наибольшее развитие получили методы определения мощности двигателя, к которым относятся бестормозной метод профессора Н.С. Ждановского, парциальный и дифференциальный, а также бестормозной или динамический метод СибИМЭ. В процессе их совершенствования такие показатели, как погрешность и трудоемкость определения мощности двигателя, практически остались на одном и том же уровне. Стоимость капиталовложений в освоение методов увеличилась почти в 2 раза за счет применения электронных приборов типа ИМД-Ц, что позволило повысить универсальность методов в 3 раза.

Согласно ГОСТ 14846-81 при диагностировании двигателя внутреннего сгорания (ДВС) должны приниматься во внимание прямые параметры или соответствующие им косвенные [4]. Это предопределяет возможность создания различных методов определения мощности. При этом обобщающим эксплуатационным показателем технического состояния двигателя, как объекта диагностирования, является его эффективная мощность, по результатам измерения которой осуществляется постановка диагноза как двигателя в целом, так и его составных частей. Представим далее наиболее известные бестормозные методы определения мощности дизельных двигателей.

Метод профессора Н.С. Ждановского разработан в Ленинградском сельскохозяйственном институте (ЛСХИ) [6]. Он предназначен для

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

бестормозных испытаний четырехцилиндровых дизельных двигателей. В его основу положен вариант перераспределения цилиндровых нагрузок при выключении из работы группы цилиндров.

На четырехцилиндровом двигателе в работающем цилиндре рабочий процесс организуется при полной цикловой подаче топлива – в режиме корректной ветви регуляторной характеристики. Частота вращения коленчатого вала на одном работающем цилиндре, как косвенный параметр, свидетельствует о развиваемой мощности двигателя. При этом изменения индикаторного и эффективного давления в цилиндре от частоты вращения коленчатого вала двигателя аппроксимируются линейной зависимостью. Полная эффективная мощность четырехцилиндрового двигателя в этом случае определяется по формуле [7]

$$N_e = N_{e.n.} - A (n'_{max.n.} - n'_{cp}), \quad (1)$$

где $N_{e.n.}$ - номинальная эффективная мощность двигателя; $n'_{max.n.}$ - нормативная частота вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре; A – постоянный для данной марки двигателя коэффициент пропорциональности.

Технология перераспределения цилиндровых нагрузок связана с кратковременным прекращением формирования рабочего процесса в группе цилиндров. Это достигается выключением подачи топлива одним из способов: свободным выпуском топлива из топливопроводов; его перепуском из линии высокого давления в магистраль низкого давления; перекрытием впускного окна гильзы плунжерной пары (дросселированием топлива на впуске); разрывом кинематической связи «кулачек-толкатель»; поворотом плунжера в положение «выключено» [2, 9, 13].

Преимуществами метода Ждановского Н.С. являются простота, доступность, оперативность, возможность определения цилиндровых показателей, характеризующих его техническое состояние. Основным недостатком этого метода – ограниченная применимость. Он используется только для четырехцилиндровых дизельных двигателей. Шестицилиндровый двигатель на одном цилиндре не работает, а работающий на двух цилиндрах, полностью не загружается. К недостаткам метода также относится отключение подачи топлива и ступенчатое изменение нагрузки, двигатель работает на корректной ветви, при этом его нагрузка не равна номинальной.

Бестормозной метод определения мощности двигателя по расходу топлива разработан ГОСНИТИ [1]. Его сущность заключается в том, что мощность и топливная экономичность оцениваются, в частности, по эффективному расходу топлива – разности расходов, измеренных при максимальной подаче и на холостом ходу.

Зависимость расхода топлива от мощности дизеля выражается следующей степенной функцией

$$G_{m_N} = G_{m_x} + bN_{e_{max}}^a, \quad (2)$$

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

где G_{m_N} и G_{m_x} – расход топлива соответственно при максимальной мощности и на холостом ходу, кг/ч; $N_{e_{max}}$ – максимальная мощность дизеля, кВт;

b – эмпирический коэффициент, характеризующий наклон кривой $G_m = f(N_e)$;

a – безразмерный эмпирический коэффициент характеризующий кривизну $G_m = f(N_e)$.

Таким образом, чтобы определить мощность дизеля, достаточно измерить расход топлива на холостом ходу и при максимальной подаче. При этом эффективная мощность может быть вычислена по формуле

$$N_{e_{max}} = \left(\frac{G_{m_N} - G_{m_x}}{b} \right)^{\frac{1}{a}}. \quad (3)$$

Преимуществом метода определения мощности по расходу топлива является простота и возможность постоянного контроля расхода топлива. Недостаток метода: высокая погрешность, отсутствие нагрузочного режима, невозможность определения поцилиндровых показателей.

Динамический метод определения эффективной мощности разработан в СибИМЭ профессорами В.А. Змановским, В.М. Лившицем и их учениками [5]. Его сущность сводится к следующему. Если при работе дизеля на холостом ходу с малой частотой вращения быстро переместить рычаг управления подачей топлива (акселератора) до упора – в направлении повышения подачи топлива, то двигатель будет увеличивать частоту вращения коленчатого вала, и его полный «разгон» произойдет соответственно при цикловой подаче топлива. В условиях «разгона» индикаторная мощность затрачивается на преодоление инерционных сопротивлений и механических потерь. Тогда индикаторный крутящий момент двигателя в динамическом режиме может быть определен по формуле [6]

$$M_i = M_M + I \frac{d\omega}{dt}, \quad (4)$$

где M_i – индикаторный крутящий момент двигателя, Нм; M_M – момент механических потерь двигателя, Нм; I – приведенный момент инерции двигателя, Нмс²; $\frac{d\omega}{dt}$ – угловое ускорение коленчатого вала, рад/с².

На основе уравнения (4), получают уравнение эффективной мощности:

$$N_e = \frac{(M_i - M_M)\omega}{974} \cdot \frac{d\omega}{dt} = \frac{I\omega}{974} \cdot \frac{d\omega}{dt}. \quad (5)$$

Преимущества динамического метода: простота, оперативность, компактность оборудования. К недостаткам метода следует отнести повышенную погрешность при определении мощности за счёт значительной деформации рабочего процесса, инерционности подачи топлива, а также трудоёмкости и погрешность подсчёта цилиндровых показателей.

Парциальный метод разработан в ЛСХИ И.П. Терских под руководством профессора С.А. Иофинова [11]. Его сущность заключается в

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

том, что двигатель испытывают по группам цилиндров с полной подачей топлива. Нагрузка работающих цилиндров создается механическими потерями и группой выключенных цилиндров, догрузка до номинального режима осуществляется догрузочным устройством [8].

Расчетное уравнение мощности двигателя с перераспределением цилиндрических нагрузок и дополнительной догрузкой имеет вид:

$$N_e = A(\sum_1^K N_{(Z-Z_B)} + B \cdot N_M), \quad (6)$$

где A , B – постоянные коэффициенты, зависящие от числа работающих и выключенных цилиндров; $N_{(Z-Z_B)}$ – мощность догрузки группы цилиндров; K – количество догрузок в полном цикле испытаний;

Z – число цилиндров двигателя; Z_B – количество выключенных цилиндров; N_M – мощность механических потерь двигателя.

Безусловно, парциальный метод имеет практическое значение, но он не обладает универсальностью и распространяется только на узкий круг вариантов [9]. Его преимущества: возможность испытывать четырех-, шести-, восьми- и двенадцатицилиндровые дизельные двигатели. Недостатком является то, что возникает необходимость определения и учета мощности механических потерь двигателя, которой можно пренебречь, но при этом увеличится погрешность.

Дифференциальный метод позволяет определить отклонение мощности от номинального значения по отдельным цилиндрам [3, 12, 8]. Нагрузка работающего цилиндра минимальной группы цилиндров производится за счёт выключения цилиндров с целью получения устойчивого скоростного режима ниже номинального, а для вращения и вывода двигателя на номинальный режим необходимо подключение внешнего источника энергии. В этом случае получим следующую зависимость

$$z_p N_{i_1} = z N_{M_1} - N_d \text{ и } Z_p N_{e_1} = z N_{M_1} - N_d - z_p N_{M_1}, \quad (7)$$

где z_p – число работающих цилиндров; N_i – индикаторная мощность одного цилиндра; N_d – добавочная мощность; N_M – мощность механических потерь двигателя.

Основным недостатком динамического метода является то, что требуется внешний источник энергии, способный работать в режиме двигателя. Достоинства этого метода – возможность использования стендов малой мощности и измерение цилиндрических показателей на номинальном режиме.

Результаты проведенного анализа обобщены и представлены в таблице. Они показывают следующее. Определение мощности дизельного двигателя при бестормозных испытаниях осуществляется только в условиях рабочего режима – при полной цикловой подаче топлива, что соответствует требованиям ГОСТ 18509-88. В таком режиме двигатель более чувствителен к неисправностям, нарушениям регулировок и отклонениям в протекании

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

рабочего процесса. В основу определения мощности положен энергетический метод диагностирования, который базируется на оценке состояния объектов путем измерения вырабатываемой, передаваемой или потребляемой ими энергии.

Таблица – Результаты анализа бестормозных методов определения мощности дизельных двигателей

| Методы | Достоинства | Недостатки |
|--|---|---|
| 1. Метод Н.С. Ждановского | Простота, доступность, оперативность, возможность определения цилиндрических показателей, характеризующих его техническое состояние | Ограниченная применимость, необходимость отключения подачи топлива, ступенчатое изменение нагрузки, работа двигателя на корректной ветви (с отклонением от номинальной нагрузки). |
| 2. Метод определения мощности по расходу топлива | Простота и возможность постоянного контроля расхода топлива | Высокая погрешность, отсутствие нагрузочного режима, невозможность определения поцилиндрических показателей |
| 3. Динамический метод | Простота, оперативность, компактность оборудования | Повышенная погрешность за счёт значительной деформации рабочего процесса, инерционности подачи топлива, а также трудоёмкость и погрешность подсчёта цилиндрических показателей |
| 4. Парциальный метод | Возможность испытаний четырех-, шести-, восьми- и двенадцатицилиндровых дизельных двигателей | Необходимость определения и учета мощности механических потерь двигателя |
| 5. Дифференциальный метод | Возможность использования стендов малой мощности и измерения цилиндрических показателей на номинальном режиме. | Требуется внешний источник энергии, способный работать в режиме двигателя |

Далее. Каждый метод имеет свои достоинства и недостатки. Наиболее простой и доступный как в смысле практической реализации, так и по стоимости – бестормозной метод профессора Н. С. Ждановского, но он применим только для четырехцилиндровых двигателей. Парциальный и дифференциальный методы по точности мало уступают тормозному методу, но при их реализации требуются дополнительные средства загрузки двигателя, что приводит к необходимости выполнения сложных промежуточных вычислений, а также увеличивает объем работ по

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

испытанию и стоимость методов. Наиболее универсальный – бестормозной или динамический метод СиБИМЭ, однако его точность зависит от многих факторов. В целом, информация о бестормозных методах определения мощности двигателей противоречива и не позволяет выбрать лучший метод для конкретных условий его применения.

Полученные результаты обобщения информации, как и результаты ее анализа, безусловно, могут быть учтены при выборе наиболее эффективных бестормозных методов определения мощности двигателей тракторов и автомобилей, а также в процессе дальнейшего их совершенствования.

Выводы:

1. Бестормозные методы определения эффективной мощности дизельных двигателей основаны на применении косвенных диагностических параметров, что упрощает процесс диагностирования и повышает его эффективность.

2. Установлено, что информация о бестормозных методах определения мощности двигателей противоречива и не позволяет выбрать лучший метод для конкретных условий его применения.

3. Полученные результаты обобщения информации и ее анализа могут быть учтены при разработке методики выбора методов определения мощности двигателей тракторов и автомобилей, а также в процессе их дальнейшего совершенствования.

Список литературы

1. *Ахмедов Г. М., Бельских В. И.* Определение мощности дизелей с ГТН [Текст]. // Техника в сельском хозяйстве, 1979, №9 с. 56-61.
2. *Бельских В. И., Чечет В., Иванов Н.* Определение мощности дизелей по расходу топлива и частоте вращения коленчатого вала // Техника в сельском хозяйстве, 1970, №9 с. 61-63.
3. *Бородин С. Г.* Результаты анализа методов испытания тракторных двигателей при определении их мощности: статья в журнале/ *С. Г. Бородин, В. Н. Хабардин.* // Вестник ИрГСХА. – 2012, №51, 111-117 с.
4. ГОСТ 14846-81 «Двигатели автомобильные. Стендовые испытания». – Введ.1.01.1982. –М.: Межгосударственный стандарт - 1982. 10-13 с.
5. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Ч. 1: Принципы построения диагностических моделей переходных [Текст]: Метод. рекомендации / Разраб. И. П. Добролюбов, В. М. Лившиц, А. А. Монозон и др.- ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, - Новосибирск, 1984. -86 с.
6. *Ждановский Н. С., Аллилуев В. А., Николаенко А. В., Улитовский Б. А.* Диагностика автотракторных двигателей [Текст]. –Л.: 1977. -264 с.
7. *Ждановский Н. С.* Бестормозные испытания тракторных двигателей. –Л.: Машиностроение, 2966. – 177 с.
8. *Кривцов С. Н.* Разработка метода бестормозных испытаний восьмицилиндровых дизельных двигателей в эксплуатационных условиях (на примере двигателя КамАЗ-740)[Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Кривцов С.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Н. 2005. –с. 16-18.

9. *Максимов А. Т., Максимов М. Г.* Разработка устройства для выключения из работы цилиндров дизеля // Тр. ЛСХИ. – Т. 300. – Л. – Пушкин, 1976. с. 43-44.

10. *Степанов Н. В.* Совершенствование метода функционального диагностирования тракторных двигателей на основе перераспределения цилиндрических нагрузок [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Степанов Н. В. 1989. –с. 31-33.

11. *Треских И. П.* Исследование методов и средств определения технического состояния (мощностных показателей) тракторного двигателя в эксплуатационных условиях [Текст]. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Ленинград – Пушкин, 1964. -20 с.

12. *Хабардин В. Н., Хабардин С. В.*, Определение эффективной мощности двигателя при испытании трактора в тяговом режиме движения с места: статья в журнале/ *В. Н. Хабардин, С. В. Хабардин.*// Вестник ИрГСХА. – 2009, №39, 176-179 с.

13. *Шатров Е. В., Зеленко М. А.* Способы отключения цилиндров и их анализ // Сб. науч. тр. / НАМИ. – М., 1985. с. 3-13.

Сведения об авторах

Хабардин Василий Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация машинно - тракторного парка, безопасность жизнедеятельности и профессиональное обучение» инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89500809286, e-mail: mech@irgsha.ru).

Степанов Николай Николаевич – Магистрант 1 курса инженерного факультета направления «Агроинженерия» (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89086511385, e-mail: nikolaustepanov38@gmail.com).

Степанов Николай Васильевич – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации машинно - тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета, Иркутский ГАУ (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 83952237429, e-mail: stepanov@igsha.ru.).

УДК 629

**ДИСЦИПЛИНА РЕМОНТ МАШИН В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

Суфьянов К. Ш., Степанова В. С., Аносова А.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В статье рассмотрены основные проблемы связанные с ремонтом машин. При повышении качества ремонта потребность в нем будет уменьшаться и затраты в сфере использования и текущего ремонта машин будут сокращаться [5, 6]. Статья посвящена изучению дефектов шеек коленчатых валов двигателей. Проведен анализ результатов статистической обработки экспериментальных данных по износам коренных и шатунных шеек двигателей. Выявлено, что студенты приходят с недостаточными знаниями о ремонте машин, но в ходе изучения дисциплины их уровень знаний повышается, что способствует улучшению подготовки квалифицированных инженеров.

Ключевые слова: ремонт машин, коленчатый вал, деформация.

В современных условиях сельского хозяйства необходимо увеличивать темп технического перевооружения [2]. В связи с этим важное значение имеет повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта. В решении этой задачи главным является подготовка квалифицированных специалистов для агропромышленного комплекса, для обеспечения технической грамотности эксплуатации машин и оборудования.

Курс ремонта машин являются общеинженерной дисциплиной, дающей студенту знания, необходимые для изучения технических дисциплин, а также для будущей его инженерной практической деятельности. Дисциплина служит для систематизации знаний о техническом обслуживании и ремонта машин [1, 4].

На основании ФГОС ВО (федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования) – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)», Дисциплина «Ремонт машин» необходимых для освоения: детали машин, метрология, стандартизация и сертификация, технология восстановления и упрочнения деталей, теоретическая механика, инженерная экология, триботехника, основы автоматизированного проектирования, материаловедение и технология конструкционных материалов, гидравлика, теория механизмов и машин, перспективные конструкционные материалы, сопротивление материалов, сельскохозяйственные машины, теория рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин, сервис топливной аппаратуры, что обеспечивает формирование следующих компетенций:

ПК-25 – способностью организовать и контролировать технологический процесс в учебных мастерских организациях и предприятиях

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Студенты по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (уровень бакалавриат) инженерного факультета изучают дисциплину изучается на четвертом курсе седьмого и восьмого семестра. В качестве объекта исследований был выбран коленчатый вал.

Коленчатый вал является одной из основных деталей двигателя и вместе с другими деталями шатунно-поршневой группы определяет его ресурс в целом. Коленчатые валы тракторных двигателей изготавливают из углеродистых сталей. Коренные и шатунные шейки стальных валов подвергают поверхностной закалке на глубину 1,5...5 мм.

При работе двигателя коленчатые валы испытывают значительные динамические нагрузки, которые изменяются во времени не только по величине, но и по направлению. Эти нагрузки обусловлены действиями сил давления газов и сил инерции движущихся масс. Под действием этих нагрузок коленчатые валы подвергаются деформации изгиба, кручения и сжатия. Шейки валов изнашиваются неравномерно [1]. Неравномерный износ шеек коленчатых валов приводит к нарушению динамической уравновешенности.

Ресурс автотракторных двигателей определяется двумя группами факторов: усталостной прочностью; износостойкостью сопряженных поверхностей (шеек).

Коленчатые валы дефектуют с целью определения их технического состояния и установления возможности дальнейшего использования. Техническое состояние коленчатого вала оценивают сравнением фактических геометрических и других параметров с номинальными и допустимыми значениями.

Журнал измерений

Марка двигателя: А-41

Материал коленчатого вала: Сталь 45 селективная

Номинальные размеры шеек: -шатунных: 88_{-0,023}

-коренных: 105_{-0,023}

Радиус кривошипа: 70^{+0,10}_{-0,05}

| Места измерений | Название параметров | Диаметры шеек, считая от переднего конца вала, мм. | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|--|-------|-------|-------|----|----|----|
| | | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 |
| 1. Шатунные шейки | | | | | | | | |
| Параллельно плоскости колена (А-А) | Диаметр по 1-му сечению | 87,91 | 87,96 | 87,98 | 87,96 | | | |
| | Износ | 0,09 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | | | |
| | Диаметр по 2-му сечению | 87,96 | 87,97 | 87,94 | 87,95 | | | |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| | Износ | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,05 | | | |
| | Конусность по плоскости А-А | 0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | | | |
| Перпендикулярно плоскости колена (Б-Б) | Диаметр по 1-му сечению | 87,94 | 87,94 | 87,97 | 87,99 | | | |
| | Износ | 0,06 | 0,06 | 0,03 | 0,01 | | | |
| | Диаметр по 2-му сечению | 87,95 | 87,92 | 87,96 | 87,98 | | | |
| | Износ | 0,05 | 0,08 | 0,04 | 0,02 | | | |
| | Конусность по плоскости Б-Б | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | | | |
| | Овальность по 1-му сечению | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | | | |
| | Овальность по 2-му сечению | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | | | |
| 2. Коренные шейки | | | | | | | | |
| Параллельно плоскости колена (А-А) | Диаметр по 1-му сечению | 104,49 | 104,49 | 104,49 | 104,50 | 104,52 | | |
| | Износ | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,50 | 0,48 | | |
| | Диаметр по 2-му сечению | 104,49 | 104,50 | 104,49 | 104,51 | 104,52 | | |
| | Износ | 0,51 | 0,50 | 0,51 | 0,49 | 0,48 | | |
| | Конусность по плоскости А-А | 0 | 0,01 | 0 | 0,01 | 0 | | |
| Перпендикулярно плоскости колена (Б-Б) | Диаметр по 1-му сечению | 104,52 | 104,51 | 104,50 | 104,49 | 104,52 | | |
| | Износ | 0,48 | 0,49 | 0,50 | 0,51 | 0,48 | | |
| | Диаметр по 2-му сечению | 104,50 | 104,52 | 104,52 | 104,51 | 104,51 | | |
| | Износ | 0,50 | 0,48 | 0,48 | 0,49 | 0,49 | | |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------|------|------|------|------|--|--|
| | Конусность по плоскости Б-Б | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | | |
| | Овальность по 1-му сечению | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0 | | |
| | Овальность по 2-му сечению | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0,01 | | |

Из таблицы видно что, у коренных шеек износ больше, чем у шатунных. Конусность и овальность коренных шеек так же, больше чем у шатунных. Из выше сказанного можно сделать вывод, что данная коренная шейка не подлежат восстановлению.

В результате вышесказанного, можно сделать вывод, что при подготовке педагогов профессионального обучения дисциплина ремонт машин оказывает огромное влияние на профессиональное развитие и является необходимым звеном будущих специалистов АПК.

Список литературы

1. Образование / ресурсы [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/resource/151/73151/files/ostrozkov-a.pdf>
2. Попов П.А. Анализ результатов статистической обработки данных по дефектам коленчатых валов / Попов П.А., Беломестных В.А. // В сборнике: Научные исследования и разработки к внедрению в АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Молодежный, 2021. С. 362-368.
3. Селиванова М.А. Дисциплина начертательная геометрия и инженерная графика в подготовке агроинженеров / Селиванова М.А., Аносова А.И., Косарева А.В. В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. материалы всероссийской научно-практической конференции. Молодежный, 2021. С. 105-109.
4. Электронно-образовательная среда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ios.irsau.ru/modules/deanery/table?mod=chair&chair=21>. – 15.01.2022
5. Ремонт машин/ Под ред. Тельнова Н.Ф. – Агропром-Р38 издат, 1992, 560 с.: ил. – (Учебники и учеб. Пособия для высш. учеб. заведений).
6. Практикум по ремонту машин сельскохозяйственных машин / под ред. В.Е. Рогова – М.; Колос, 2007- 336 с. (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).

Сведения об авторах

Суфьянов Кирилл Шарипович – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89041144962, e-mail: sufyanovkirill@gmail.com).

Степанова Валентина Сергеевна – студент 4 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89149879429, e-mail: stepanova.valentina.saxar.2017@bk.ru).

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервис и общеинженерных дисциплин инженерного факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

УДК 62-932

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Тетерина Е.Р., Хороших О.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Стремительное совершенствование и внедрение бензиновых инжекторных систем в поршневых двигателях внутреннего сгорания, новые требования и технологии, не оставили производителей и инженеров проектировщиков газобаллонного оборудования (ГБО) в стороне. Было решено в хорошо отлаженную систему ГБО 2 (второго поколения), внести часть изменений для обеспечения возможности «обратной» связи с двигателем, доверив часть управления электронному мозгу. ГБО 3 рассчитано для перевода на газовое топливо как автомобилей оснащенных карбюратором, так и инжекторных бензиновых двигателей. Выполненный обзор литературных источников, проведенный анализ положительных и отрицательных сторон предыдущих поколений позволил определить отличительные элементы конструкций рассмотренных поколений газобаллонного оборудования. Дальнейшее развитие и внедрение электроники, новых схем и подходов создало предпосылки появления нового поколения – ГБО 4.

Ключевые слова: бензиновые инжекторные системы, газобаллонное оборудование, комплектация.

Введение. Создание высоко технологичного сельского хозяйства не возможно без поддержки со стороны передовой науки [1-4]. Главное значение при этом придается исследованиям в области аграрной науки [5-8]. Инновационное развитие агроинженерных систем и машин так же способствует решению этой задачи [9,10]. Стремительное совершенствование и внедрение бензиновых инжекторных систем в поршневых двигателях внутреннего сгорания, новые требования и технологии, не оставили производителей и инженеров проектировщиков газобаллонного оборудования (ГБО) в стороне. Было решено в хорошо отлаженную систему ГБО 2 (второго поколения), внести часть изменений для обеспечения возможности «обратной» связи с двигателем, доверив часть управления электронному мозгу. Так появилось на свет ГБО 3-го поколения.

Материалы и методы исследования. В качестве материала исследования служило газобаллонное оборудование разных поколений. На основе обзора литературных источников по конструктивным элементам и принципам функционирования ГБО предыдущих поколений выполнены их анализ, а также обобщение, изученного материала.

Результаты исследования. Новшества комплектации. ГБО 3 рассчитано для перевода на газовое топливо как автомобилей оснащенных карбюратором, так и инжекторных бензиновых двигателей [10].

Новинкой комплектующих ГБО 3стали:

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

- электронный дозатор (рисунок 1) с шаговым электродвигателем, в отличие от обычного дозатора с регулировочным болтом и сам электронный блок (рисунок 2) управления этим дозатором.



Рисунок 1 – электронный дозатор

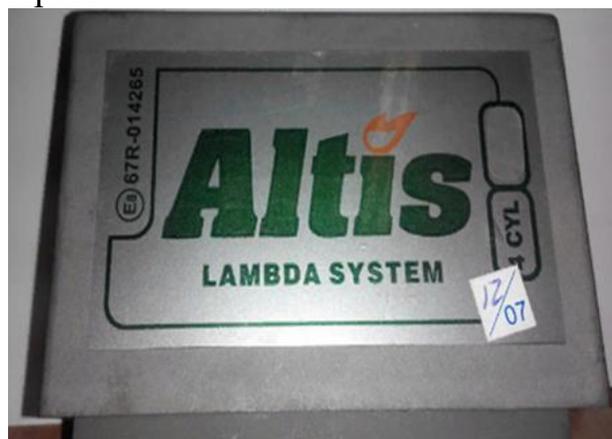


Рисунок 2 – электронный блок Altis

Особенности установки на карбюраторный двигатель. Комплект ГБО 3-го поколения для двигателя оснащенного карбюратором установить можно, но есть некоторые трудности. Например, нужно врезать датчик лямбда зонд от инжекторной машины, для того чтобы контролировать качество приготовленной смеси по выхлопным газам двигателя внутреннего сгорания. Ещё одна сложность – отследить полный «выпал» бензинового топлива из поплавковой камеры карбюратора, а потом перейти на электронное управление количественной подачей газового топлива.

Комплектация ГБО 3. В целом состав комплекта ГБО 3-го поколения принимает следующий вид (рисунок 3):



Рисунок 3 – Комплектация ГБО-3

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В состав ГБО-3 входит:

- газовый баллон;
- заправочный клапан;
- мульти клапан;
- датчик положения дроссельной заслонки;
- заправочная и расходная магистраль;
- фильтр грубой очистки (зачастую встроены в редуктор-испаритель);
- редуктор-испаритель (электронный);
- кнопка переключения с индикацией работы «ГАЗ» или «Бензин» с проводкой;
- дозатор, оснащенный электронным шаговым двигателем;
- смеситель (для смешивания пропан-бутановой смеси с воздухом);
- бензиновый электроклапан (который перекрывает подачу бензина в карбюратор при работе двигателя на газе).

Комплект ГБО 3-го поколения, как и принцип работы на инжекторе схож с ГБО 2, за исключением нескольких изменений.

Теперь электронный блок управления дозатором газа берет значение по качественному составу смеси из датчика лямбда зонда. Количественную характеристику берет из датчика положения дроссельной заслонки и по этим показателям контролирует подачу газовой смеси в смеситель с помощью золотника, который передвигается шаговым двигателем.

Принцип работы. Сжиженная пропанобутановая смесь, находящаяся в баллоне под давлением, через мульти клапан и расходную магистраль, подается к газовому электроклапану [10].

Далее, при прогреве двигателя до температуры, записанной в электронный мозг, и достижении определенных оборотов в минуту, закрывает подачу сигнала к бензиновым форсункам, эмулируя их работу.

Одновременно с этим газовый электроклапан открывается, и сжиженная газовая смесь поступает в редуктор-испаритель, далее, шаговый двигатель приподнимает золотник дозатора и газовая смесь поступает в смеситель и мотор.

Любое изменение работы двигателя приводит к изменению качественной и количественной характеристики смеси. С помощью лямбда зонда, врезанного в выхлопную систему, контролируется качественный показатель. А с помощью датчика положения дроссельной заслонки - количественный показатель. Эти показатели передаются на электронный блок управления.

Далее «электроника», с помощью золотника, регулирует заданное соотношение газовая - воздушная смесь и дозирует её.

Электронный блок управления отслеживает температуру, обороты двигателя, и состав смеси по поступающим в него сигналам с датчиков.

Отличие от ГБО 2 проявляется в том, что электроника блока контролирует подачу газа, и ее отключение. Задача электронного блока –

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

создать оптимальную концентрацию газо-воздушной смеси для разных режимов работы двигателя.

Это позволяет водителю меньше внимания уделять манипуляциям по переходу на газовое топливо. В технической части обеспечивается большая долговечность службы двигателя внутреннего сгорания, за счет отсутствия обедненной смеси, которая наносит вред паре седло клапана - клапан. Также это способствует уменьшению количества вредных выбросов в атмосферу при работе двигателя.

Для аварийного запуска автомобиля на газу необходимо нажать и удерживать некоторое время кнопку переключения вида топлива (порядка 4-6 с), после чего завести автомобиль.

В случае выхода из строя электроники блока управления шаговым двигателем, либо самого шагового двигателя, автомобиль переходит в работу на бензине.

К достоинствам ГБО 3-го поколения нужно отнести:

Возможность использования как на инжекторных, так и в двигателях оснащенных карбюратором (с некоторыми доработками).

Сохранение простоты конструкции.

Возможность простого монтажа и установки.

Простота и доступность регулировки механической и электрической части.

Но появились и недостатки ГБО-3 поколения:

Главный и очень существенный из них - очень медленная реакция на обратную связь с двигателем. Это приводит к неэффективной работе двигателя в переходных его режимах работы.

Выводы. Выполненный обзор литературных источников, проведенный анализ положительных и отрицательных сторон предыдущих поколений позволил определить отличительные элементы конструкций рассмотренных поколений газобаллонного оборудования. Дальнейшее развитие и внедрение электроники, новых схем и подходов создало предпосылки появления нового поколения – ГБО 4.

Список литературы

1. *Афонин С.А.* «Газовое оборудование автомобиля. Легковые, грузовые. Устройство, установка, обслуживание. Практическое руководство». М. - «ПОНЧиК», 2001. - 66с.
2. *Аносова А.И.* Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / А.И. Аносова, О.Н. Хороших и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 181-183.
3. *Болоев П.А.* Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами / П.А. Болоев и др. // Пермский аграрный вестник. 2016. № 1 (13). С. 45-50.
4. *Карпов В.В.* Повышение эффективности технологического процесса подготовки кормовых корнеплодов к скармливанию. Дисс. ... канд. техн. наук / В.В. Карпов Воронеж, 2018. - 236 с.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

5. Поляков Г.Н. Схема технологического процесса работы сепаратора измельченной хлебной массы / Г.Н. Поляков и др. // Аграрная наука. 2017. № 6. С. 26-28.

6. Прокопьев С.Н. Повышение эффективности посева зерновых совершенствованием сошниковой системы сеялки. Дисс. ... канд. техн. наук / С.Н. Прокопьев. Улан-Удэ, 2004. - 162 с.

7. Федотова Н.Е. Удельное молярное соотношение газовой и масляной фаз в коробке передач тракторов агропромышленного комплекса / Н.Е. Федотова и др. // Аграрная наука. 2017. № 9-10. С. 41-43.

8. Хабардин С.В. Новое техническое устройство для тяговых испытаний автотракторной техники / С.В. Хабардин и др. // Тракторы и сельхозмашины. 2021. № 3. С. 37-41.

9. Шуханов С.Н. Зависимость ресурса двигателя от факторов эксплуатации и режимов его работы / С.Н. Шуханов, О.Н. Хороших, И.Б. Егоров // В сборнике: Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки. Материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых. Ижевск, 2021. С. 336-340.

10. Shukhanov S.N., Kuzmin A.V., Polyakov G.N., Suhaeva A.R., Kovalivnich V.D. / Influence of air temperature on warming up the engine of automotive vehicles// В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science". 2021.

Сведения об авторах

Тетерина Евгения Романовна – студент 4 курса инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

Хороших Ольга Николаевна - кандидат технических наук, доцент кафедры «ТО АПК» инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодёжный, тел. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

УДК 62 – 632

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ВАЖНЕЙШЕГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ МАШИН

Хараев Ю.А., Шуханов С.Н.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-н, Иркутская область, Россия

В качестве источника энергии машин, обеспечивающих техническое сопровождение сельскохозяйственного производства, широко используются поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Основным видом горючего для функционирования, которых в настоящее время являются бензин и дизельное топливо. Интенсивно развивающиеся производственные мощности во всем мире, а также сложные экономические реалии выдвигают на передний план поиск альтернативных видов топлив. Выполненный обзор литературных источников и их сравнительный анализ позволил установить преимущества и недостатки актуальных в настоящее время альтернативных источников энергии для эксплуатации силовых агрегатов, а также выявить наиболее перспективные из них.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, альтернативные источники энергии, силовые агрегаты.

Введение. Решение актуальных проблем агропромышленного комплекса с последующим выходом на более высокую ступень развития предполагает разработку инновационных технических средств и технологий [1-4]. В этом аспекте ключевое значение имеют передовые научные разработки, включая аграрную науку [5-8]. В качестве источника энергии машин, обеспечивающих техническое сопровождение сельскохозяйственного производства, широко используются поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Основным видом горючего для функционирования, которых в настоящее время являются бензин и дизельное топливо. Интенсивно развивающиеся производственные мощности во всем мире, а также сложные экономические реалии выдвигают на передний план поиск альтернативных видов топлив.

Цель работы. Установить актуальные в настоящее время альтернативные источники энергии для функционирования силовых агрегатов.

Материалы и методы. Качественные показатели современных альтернативных источников энергии, проходящих различные исследования, а также испытания в лабораторных и производственных условиях. Сравнительный анализ их характеристик.

Результаты исследования. На современном этапе развития мирового сообщества в активной разработке находятся следующие альтернативные виды топлива [9,10].

Водород

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК



Водород может использоваться как топливо в двух вариантах машин: с топливными элементами в виде водорода и с двигателями (силовыми агрегатами) с использованием водорода вместо бензина. По первой схеме посредством водорода вырабатывается электроэнергия, необходимая для питания электродвигателя. В протекающей химической реакции в топливном элементе водород и кислород объединены для выработки электричества. Образующий побочный продукт – это водяной пар. Эту технологию начали применять некоторые мировые автомобильные концерны.

При эксплуатации силового агрегата, работающего на водороде нет вредных выбросов двуокиси углерода. В настоящее время ведущие автомобильные гиганты производят испытания таких двигателей. Одним из сдерживающих факторов широкого их применения является недостаточно развитая сеть заправочных станций.

Электричество

Ряд причин сдерживает широкое распространение автотранспортных машин, работающих на электричестве. Недостаточно отработанная технология батареи и электродвигателя. Показатели потребления электроэнергии электродвигателей достаточно высокие. Более того, собственно аккумуляторы имеют огромный вес – вплоть до половины всей массы машины. В настоящее время ведутся разработки по созданию новых технологий аккумуляторных батарей. Активно внедряются литий-ионные батареи, которые быстро заряжаются и дольше работают.

Некоторые автомобили используют типы батарей в комплексе с поршневым двигателем внутреннего сгорания (например, Toyota Prius).

Биодизель

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В качестве сырья для биодизельного топлива служат любые растительные масла и животные жиры. Одним из наиболее пригодных для его производства в настоящее время является рапс по причине низкой его стоимости. Биодизель – это метиловый эфир образованный за счет реализации химического процесса сырья. Этот вид топлива экологически чистый. Применение его в промышленных масштабах сдерживается высокой стоимостью.

Этанол

По сравнению с ископаемым топливом спиртовое топливо – этанол имеет ряд преимуществ. Производится он из местных энергетических ресурсов, таких как биомасса, уголь и природный газ, которые доступны по низкой цене. Сгорание этанола в ДВС образует большее давление по сравнению с бензином и повышает выходную мощность. Из-за уменьшения вредных выбросов снижается нагрузка на окружающую среду.

К недостаткам можно отнести худший запуск силового агрегата в холодное время года, а также дороговатый ценовой аспект.

Сжиженный природный газ

Природный газ, приведенный в жидкое состояния путем охлаждения его до $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ – это сжиженный природный газ (СПГ). Он не имеет запаха и цвета, а плотность его в два раза меньше чем у воды. СПГ состоит на 95 % из метана, а в остальные 5 % входят этан, пропан, бутан, азот.

Сжиженный нефтяной газ

Углеводородный газ под низким давлением – это сжиженный нефтяной газ (СНГ). Он включает в себя в основном пропан, в том числе бутан, а также другие углеводородные газы. Хранится под давлением в жидком виде. СНГ используется при функционировании ДВС после установки газобаллонного оборудования.

Сжатый природный газ

Один из трёх видов альтернативного топлива - это сжатый природный газ (СПГ), в котором преобладает метан. Их газообразных ископаемых топлив он является самым экологически чистым. Недостаток – громоздкость: менее всего сжимается при охлаждении под давлением (при низком давлении).

Такие виды альтернативного топлива как сжатый воздух, жидкий азот, уголь, солнечная энергия, диметиловый эфир, аммиак, водяной пар в силу разных причин в настоящее время не рассматриваются всерьез.

Таблица 1-Альтернативные виды топлива: сравнение

| Вид топлива | Плюсы | Минусы | Примеры известных автомобилей | Оценка экологичности | Стоимость по сравнению с бензином или дизелем |
|-------------|-------|--------|-------------------------------|----------------------|---|
|-------------|-------|--------|-------------------------------|----------------------|---|

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

| Вид топлива | Плюсы | Минусы | Примеры известных автомобилей | Оценка экологичности | Стоимость по сравнению с бензином или дизелем |
|---------------------|--|---|-------------------------------------|----------------------|---|
| Водород | Экологичность | Высокая температура горения Отсутствие инфраструктуры при активных разработках | BMW Hydrogen 7 Chevrolet Equinox | Высокая | Высокая |
| Биодизель | Простота изготовления биодизеля Экологичность Возможность использования в ДВС Хорошие смазочные показатели Высокое цетановое число | Необходимость долгого прогрева двигателя зимой Низкий срок хранения (3 месяца) Удорожание сельхозпродуктов в случае широкого потребления биодизеля | - | Высокая | Умеренно высокая |
| Этанол | Хорошая возгораемость | Практически невозможность использования зимой Удорожание сельхозпродуктов в случае широкого потребления этанола В странах, где нефть не добывается, использовать этанол невыгодно | - | Средняя | Низкая |
| Сжиженный природный | Немного лучшая экологичность | Трудность транспортировки крупных | Грузовые | Средняя | Умеренно |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

| Вид топлива | Плюсы | Минусы | Примеры известных автомобилей | Оценка экологичности | Стоимость по сравнению с бензином или дизелем |
|------------------------|---|--|---|----------------------|---|
| газ | ь, чем у нефтепродуктов | объёмов Опасность нахождения баллона под высоким давлением в автомобиле | автомобили | | низкая |
| Сжиженный нефтяной газ | Нетоксичность Высокое октановое число Оснащённость инфраструктурой по АЗС | Опасность нахождения баллона под высоким давлением в автомобиле | Любые автомобили после модификации установкой ГБО | Средняя | Умеренно низкая |
| Сжатый природный газ | Высокий КПД Нетоксичность Экономичность | Опасность нахождения баллона под высоким давлением в автомобиле Самая низкая сжимаемость при охлаждении | Специальная версия Honda Civic GX | Средняя | Умеренно низкая |
| Сжатый воздух | Лучшая экономичность, нежели в электромобилях | Низкая эффективность | AirPod | Высокая | Низкая |
| Жидкий азот | Экологичность Полная замена двигателя | Опасность нахождения баллона под высоким давлением в автомобиле Отсутствие инфраструкту | Volkswagen CooLN2Car | Высокая | Аналогичная |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

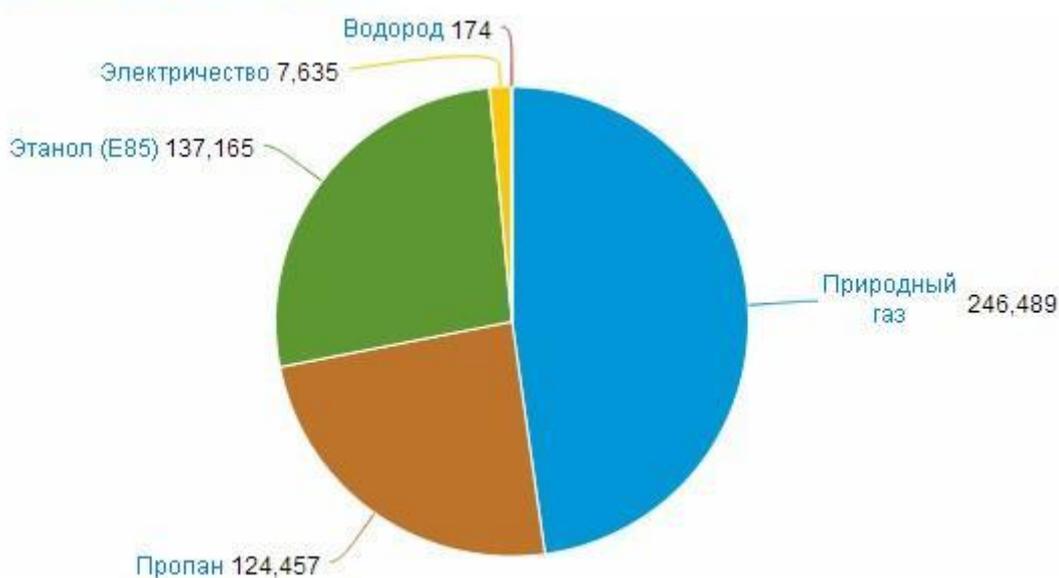
| Вид топлива | Плюсы | Минусы | Примеры известных автомобилей | Оценка экологичности | Стоимость по сравнению с бензином или дизелем |
|-------------------|--|--|---|----------------------|---|
| | | ры при активных разработках | | | |
| Уголь | - | - | - | Низкая | Умеренно низкая |
| Солнечная энергия | Практически нулевая стоимость Экологичность | Большая требуемая площадь для потребления энергии батарей | Solar Challenge | Высокая | Низкая |
| Диметиловый эфир | Высокое цетановое число Экологичность | - | Экспериментальные автомобили Volvo, Nissan и КАМАЗ | Умеренно высокая | Аналогичная |
| Аммиак | Экологичность выхлопов | Небольшая энергопроизводительность Высокая токсичность | Goldsworthy Gurney Специальная версия Chevrolet Impala | Средняя | Аналогичная |
| Водяной пар | Экологичность | Долгий процесс приведения в движение автомобиля Большой занимаемый объём Дороговизна использования (требуется нагрев воды) Очень низкая эффективность | Stanley Steamer | Высокая | Высокая |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

| Вид топлива | Плюсы | Минусы | Примеры известных автомобилей | Оценка экологичности | Стоимость по сравнению с бензином или дизелем |
|--------------------------|---------------|--|-------------------------------|----------------------|---|
| Мускульная сила человека | Экологичность | Самая низкая эффективность Бессмысленность | Sinclair C5 Twike | Высокая | Высокая |
| Водоросли | Экологичность | Требуются определённые условия для выращивания | - | Высокая | Высокая |

Потребление альтернативных видов топлива в 2021 г.

В тысячах галлонов-эквивалентов бензина



Вывод. Выполненный обзор литературных источников и их анализ позволил установить преимущества и недостатки актуальных в настоящее время альтернативных источников энергии для эксплуатации силовых агрегатов, а также выявить наиболее перспективные из них.

Список литературы

1. Алтухов С.В. Аналитический расчет элементов процесса смазки силовых агрегатов энергонасыщенных тракторов в АПК / С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81-2. С. 164-170.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

2. Гудцов В.Н. Современный легковой автомобиль. Экология. Экономичность. Электроника. Эргономика (Тенденции и перспективы развития): Учебное пособие М. : КНОРУС, 2012. 448 с.

3. Иваньо Я.М. Применение больших данных для планирования производства продовольственной продукции в условиях неопределенности / Я.М. Иваньо, П.Г. Асалханов, Н.В. Бендик // Моделирование систем и процессов. 2021. Т. 14. № 2. С. 13-20.

4. Клибанова Ю.Ю. Влияние климатических факторов на потребление электроэнергии в иркутском районе / Ю.Ю. Клибанова, Б.Ф. Кузнецов // В книге: КЛИМАТ, ЭКОЛОГИЯ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ЕВРАЗИИ. Материалы X международной научно-практической конференции. Молодежный, 2021. С. 86-87.

5. Кокиева Г.Е. Исследование автоматизированной системы управления микроклиматом парника / Г.Е. Кокиева, В.П. Друзьянова // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 70-78.

6. Хабардин В.Н. Математическое описание к задаче выбора методов технического обслуживания машин / В.Д. Хабардин // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 2 (54). С. 72-79.

7. Чекемес Ю.Т. О возможности использования альтернативных топлив в ДВС сельскохозяйственного назначения / Ю.Т. Чекемес // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 18. С. 1-10.

8. Шуханов С.Н. Методика расчёта температур агрегатов трансмиссий со смазкой окупанием / С.Н. Шуханов, О.Л. Маломыжев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 55-57.

9. Buraev M. To clarify the standards of spare parts for technical service of autotractors in zone conditions / M. Buraev, A. Shisteev, A. Zhabin, A. Anosova, P. Ilyin // В сборнике: E3S Web of Conferences. 13. Сер. "13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020" 2020. С. 05001.

10. Ochirov V.D. Investigation of infrared drying of carrot chips / V.D. Ochirov, I.V. Altukhov, S.M. Bykova, N.V. Tsuglenok // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production" 2021. С. 012037.

Сведения об авторах

Хараев Юрий А. – студент инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: mech@igsha.ru).

Шуханов Станислав Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89086546032, e-mail: shuhanov56@mail.ru).

УДК 631.354.2.076

АНАЛИЗ БУНКЕРНОГО ЗЕРНА ЗЕРОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ «РОТСЕЛЬМАШ»

Хмелёв И.В., Бричагина А.А.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-н, Иркутская область, Россия

В статье дана классификация механических потерь зерна, возникающих при уборке зерновых культур. Проанализированы факторы, влияющие на величину потерь, основные из которых – технологические регулировки молотильного аппарата. Приведены результаты исследований по определению качества зерна в бункерах зерноуборочных комбайнов фирмы «Россельмаш», применяемых на территории Иркутской области для уборки пшеницы, ячменя и овса. В отобранных образцах определялось процентное содержание: основного зерна, зерновой примеси, дробленого зерна, зерна в колосках и пленках, обрушенного зерна, сорной примеси. Установлено, что качество зерна соответствует предъявляемым агротехническим требованиям.

Ключевые слова: уборка урожая, качество зерна, дробление зерна, молотильный аппарат, бункер комбайна.

Одним из резервов увеличения производства зерновых культур является повышение качества зерна. При прямом комбайнировании к качеству бункерного зерна предъявляются следующие агротехнические требования [2]:

- чистота зерна (содержание целых зерен основной культуры) должна быть не ниже 95%,

- количество дробленых и обрушенных зерен не должно превышать для семенного зерна - 1%, для продовольственного - 2%.

При уборке зерновых культур зерно подвергается механическому воздействию рабочими органами комбайнов. Наличие повреждений негативно сказывается на хранении зерна, на его товарных, хлебопекарных и посевных качествах [3, 10].

Механические повреждения принято делить на две большие группы [4, 6, 10]:

1. Макроповреждения – дробление зерна вдоль и поперек, его плющение и обрушивание.

2. Микроповреждения – полностью выбит или частично поврежден зародыш; повреждена оболочка зародыша или около него; поврежден эндосперм; внутренние повреждения (вмятины, ушибы – «синяки»).

Зерна с макроповреждениями по своим физико-механическим свойствам значительно отличаются от целых и поэтому легко отделяются на любых современных зерноочистительных и сортировальных машинах.

Микроповреждения могут быть обнаружены только при тщательном осмотре зерна с помощью лупы 10-кратного увеличения, определении всхожести, окрашивании зерна и т.д [11].

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В процессе уборки хлебной массы зерноуборочными комбайнами механические повреждения зерна, в наибольшей степени, происходят при обмолоте. Наличие повреждений зависит главным образом от следующих факторов [1, 5, 7, 8, 9,10,12]:

- секундной подачи хлебной массы в молотильный аппарат;
- частоты вращения барабана;
- величины молотильного зазора;
- конструктивных особенностей молотильного аппарата (диаметр и длина барабана, тип барабана и подбарабанья, число бичей, угол обхвата барабана подбарабаньями);
- физико-механических свойств зерна (влажности, прочности и т.д.).

С целью определения качества зерна в бункерах зерноуборочных комбайнов фирмы «РОСТСЕЛЬМАШ», работающих на территории Иркутской области, нами были проведены исследования при уборке различных зерновых культур. Режимы работы комбайна и технологические регулировки выбирались согласно рекомендациям заводского руководства по эксплуатации.

Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 28301-2015 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний». Применялась нижеследующая методика [2].

Для анализа бункерного зерна из среднего образца выделялись навески массой 50 г. по ГОСТ 13586.3. Анализ проводился по ГОСТ 30483.

Навески разбирались на следующие фракции:

- основное зерно,
- зерновую примесь,
- дробленое зерно,
- зерно в колосках и пленках,
- обрубленное зерно (для пленчатых культур),
- сорную примесь.

При анализе навески щуплое зерно (зерно невыполненное, сморщенное, легковесное, деформированное вследствие неблагоприятных условий развития и созревания) и зерно других зерновых культур относили к основному, а все битые, независимо от величины отбитой части, относили к дробленому зерну. К обрубленному зерну относили зерно, потерявшее полностью или частично оболочку. Зерно в колосках и пленках очищали, отход относили к сорной примеси, а зерно — к зерновой примеси. К сорной примеси относили органические и минеральные примеси, семена сорняков.

Каждую фракцию взвешивали с погрешностью $\pm 0,1$ г.

Массовую долю дробленого (обрубленного) зерна $D_{др(об)}$, %, вычисляли по формуле

$$D_{др(об)} = \frac{q_{др(об)}}{q_0 + q_{др(об)} + q_{к.п}} \quad (1)$$

где $q_{др(об)}$ - масса дробленого (обрубленного) зерна, г;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

q_o - масса основного зерна, г;

$q_{к.п}$ - масса зерна в колосках и пленках, г.

Содержание сорной примеси P_c , %, вычисляли по формуле

$$P_c = \frac{q_c}{q_n} \times 100\%, \quad (2)$$

где q_c - масса сорной примеси, г;

q_n – масса навески, г.

Массу 1000 зерен определяли по двум навескам одного из опытов согласно ГОСТ 10842.

Результаты исследований при уборке пшеницы сорта «Ирень» (урожайность – 27,3 ц/га, масса 1000 зерен – 37,6 г, влажность зерна 14,1 %) комбайном VECTOR 410 (год выпуска - 2020) с жаткой Power Stream 600 приведены в таблице 1

Таблица 1 – Анализ бункерного зерна пшеницы.

| Наименование показателя | 1-я навеска | | 2-я навеска | | 3-я навеска | | Среднее арифметическое значение | |
|--|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------|
| | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | % |
| 1.Содержание основного зерна и зерновой примеси, всего | 49,9 | 99,8 | 49,9 | 99,8 | 50,0 | 100,0 | 49,9 | 99,9 |
| в том числе: - основное зерно | 49,6 | 99,2 | 49,8 | 99,6 | 49,9 | 99,8 | 49,8 | 99,5 |
| - зерновая примесь дробленое (битое) зерно | 0,3 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,4 |
| 2.Содержание сорной примеси | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 |

В результате анализа данных таблицы 1 можно сказать, что чистота зерна пшеницы бункере составляет 99,86 %, дробленое зерно – 0,33 %.

Результаты исследований при уборке овса сорта «Ровесник» (урожайность - 25 ц/га, масса 1000 зерен – 40,8 г, влажность зерна – 14,5 %) зерноуборочным комбайном VECTOR 410 (год выпуска - 2018) с жаткой Power Stream 600 приведены в таблице 2.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Таблица 2 – Анализ бункерного зерна овса

| Наименование показателя | 1-я навеска | | 2-я навеска | | 3-я навеска | | Среднее арифметическое значение | |
|---|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------|
| | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | г | % |
| 1. Содержание основного зерна и зерновой примеси, всего | 48,4 | 96,8 | 48,4 | 96,8 | 48,9 | 97,8 | 48,6 | 97,1 |
| в том числе: - основное зерно | 48,0 | 96,0 | 48,0 | 96,0 | 48,5 | 97,0 | 48,2 | 96,3 |
| - зерновая примесь дробленое (битое) зерно | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,4 | 0,8 |
| 2. Содержание сорной примеси | 1,6 | 3,2 | 1,6 | 3,2 | 1,1 | 2,2 | 1,4 | 2,9 |

В результате анализа таблицы 2 можно сказать, что чистота зерна ячменя в бункере составляет 97,13%, дробленое зерно - 0,8%, Результаты исследований при уборке ячменя сорта «БИОМ» (урожайность - 23 ц/га, масса 1000 зерен – 39,1 г, влажность зерна – 14,5 %) зерноуборочным комбайном VECTOR 410 (год выпуска - 2019) с жаткой Power Stream 600 приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ бункерного зерна ячмень

| Наименование показателя | 1-я навеска | | 2-я навеска | | 3-я навеска | | Среднее арифметическое значение | |
|---|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------|
| | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | Масса, г. | Содержание % | г | % |
| 1. Содержание основного зерна и зерновой примеси, всего | 48,3 | 96,6 | 48,4 | 96,8 | 48,6 | 96,6 | 48,3 | 96,7 |

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| в том числе: - основное зерно | 47,4 | 94,8 | 48,0 | 96,0 | 48,3 | 96,2 | 47,8 | 95,7 |
| - зерновая примесь дробленое (битое) зерно | 0,9 | 1,8 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 1,0 |
| 2.Содержани е сорной примеси | 1,7 | 3,4 | 1,6 | 3,2 | 1,7 | 3,4 | 1,66 | 3,3 |

В результате анализа таблицы 3 можно сказать, что чистота зерна ячменя в бункере составляет 96,06%, дробленое зерно - 0,13%.
Результаты исследований качества бункерного зерна различных культур приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Качество бункерного зерна при уборке различных культур

| № | Культура, сорт | Урожай ность, ц/га | Масса 1000 зерен, г | Марка комбайна / жатки, серийный номер, год выпуска комбайна | Содержание сорной примеси, % | Содержа ние дроблѐн ого зерна, % |
|---|---------------------|--------------------------|---------------------------|---|------------------------------------|--|
| 1 | Пшеница, "Ирень" | 27,3 | 37,6 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2020 | 0,13% | 0,33% |
| 2 | Пшеница, "Ирень" | 27,3 | 38,4 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2018 | 0,46% | 0,06% |
| 3 | Пшеница, "Ирень" | 27,3 | 38,5 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2019 | 0,26% | 0,4% |
| 4 | Ячмень, "БИОМ" | 25 | 39,1 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2020 | 3,33% | 1,0% |
| 5 | Ячмень, "БИОМ" | 25 | 40,0 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2018 | 2,66% | 0,8% |
| 6 | Ячмень, "БИОМ" | 23 | 40,5 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2020 | 4,73% | 1,66% |
| 7 | Овѣс, "Ровесник" | 25 | 41,8 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2019 | 4,0% | 1,33% |
| 8 | Овѣс, "Ровесник" | 23 | 38,1 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2018 | 3,0% | 0,33% |
| 9 | Овѣс, "Ровесник" | 23 | 40,8 | VECTOR 410 с жаткой Power Stream 600, 2020 | 2,86% | 0,80% |

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

В результате анализа полученных результатов, установлено, что качество зерна в бункере зерноуборочных комбайнов фирмы «ROSTSELMASH» вне зависимости от вида культуры, ее урожайности и применяемого комбайна, соответствует агротехническим требованиям.

Список литературы

1. *Адамчук В.В.* Исследование показателей оценки работы зерноуборочных комбайнов/ *В.В. Адамчук* [и др.] // С.-х. машины и технологии. - 2014. - № 1. - С. 14-17.
2. ГОСТ 28301-2015 «Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний». – Введ. 1.07.2017. – М.: Стандартинформ. - 2017. – 39 с.
3. *Деревянко Дмитрий.* Влияние травмирования зерна на качество семенного материала / *Дмитрий Деревянко* // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2011. - №5. - С. 50-51.
4. *Жалнин Э. В.* Классификация потерь зерна и их оценка / *Э. В. Жалнин* // Сельский механизатор. - 2014. - № 9. - С. 4-6.
5. *Иовлев Г. А.* Обзор испытаний зерноуборочных комбайнов на качество выполнения процесса обмолота зерновых культур/ *Г.А. Иовлев Г. А., И.И. Голдина* / Теория и практика мировой науки. - Екатеринбург: Свердлов. рег. отд. «Международная академия аграрного образования». - 2017. - №11. – С. 56-62.
6. *Ловчиков А.П.* Рекомендации по снижению потерь и механических повреждений зерна при уборке урожая/ *А.П. Ловчиков, С.М. Коновалов, М.М. Константинов, Л.А. Клаузер, Н.С. Путин* // Техническое состояние и режимы работы рабочих органов молотилки комбайна. – Челябинск: изд-во ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия». - 2012. – С. 25-27.
7. *Морозов А.Ф.* Пути снижения потерь зерна при уборке урожая / *А.Ф. Морозов, А.Н. Пугачев.* – М.: Колос. – 1969. – 248 с.
8. *Семина, А. Н.* Исследование эффективности технологического процесса обмолота зерновых культур / *А.Н. Семин, Г.А. Иовлев* // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2018. - № 7. - С. 25-27.
9. *Степанов, Н. Н.* Анализ бункерного зерна зерноуборочных комбайнов "CLAAS" / *Н. Н. Степанов, А. А. Бричагина, Н. В. Степанов* // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 171-177.
10. *Степанов, Н. Н.* Потери зерна при комбайновой уборке / *Н. Н. Степанов, А. А. Бричагина, Н. В. Степанов* // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 марта 2019 года. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. – С. 165-171.
11. *Шейченко В. А.* Исследование микроповреждений и макротравмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / *В. А. Шейченко* [и др.] // Техника и оборудование для села. - 2016. - № 1. - С. 24-27.
12. *Федорова, О. А.* Факторы, влияющие на показатели использования зерноуборочных комбайнов / *Федорова О. А.* // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2017. - № 4 (48). - С. 239-245.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Сведения об авторах

Хмелев Иван Васильевич - студент 4 курса инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru.).

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 83952237429, e-mail: mech@igsha.ru.).

УДК 631.173(571.53)

**К ЛОГИСТИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА
ПРЕДПРИЯТИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

Черноусов Е.П., Бураева Г. М.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-н, Иркутская область, Россия

Аннотация. Одним из базовых приоритетов устойчивого развития сельских территорий является ускоренная интеграция промышленного производства в логистическое пространство аграрных технологий, создание благоприятных условий для эффективного использования и воспроизводства сельскохозяйственной техники, ресурсов, услуг, капитала и рабочей силы. В статье представлен анализ поискового исследования процесса восстановления деталей на ремонтном участке предприятия технического сервиса с точки зрения производственной микрологистики. Особую важность вопросы производственной микрологистики приобретают в связи с активным внедрением на предприятиях высокотехнологичного оборудования, средств механизации и автоматизации производства. Эти вопросы могут влиять на создание условий эффективной работы всех подразделений ремонтного предприятия, обеспечивая высокий коэффициент готовности, систематически снижающиеся затраты, минимально возможное время нахождения объекта в процессе ремонта. Как свидетельствуют исследования, при увеличении уровня логистизации производственных участков уменьшается продолжительность пребывания техники в ремонте, а это эффективно сказывается на работе предприятия в целом [1].

Ключевые слова: надежность, логистика, ремонт, хронометраж, технический сервис.

Введение. Важной задачей организации ремонта сельскохозяйственной техники на предприятии технического сервиса является создание эффективной системы внутренней производственной микрологистики, когда в пределах подразделений предприятия планируются и определяются затраты ресурсов, труда и времени на транспортные операции, объемы запасов материалов, комплектующих и оборотного ремонтного фонда [2, 3, 4]. Они в существенной степени влияют на показатели надежности работы технологической системы и определяют производственную мощность предприятия и время ремонта в целом. Согласованная работа всех элементов определяет собой организационный уровень ремонтного производственного процесса и степень использования его потенциала [5].

Целью является исследование процесса обеспечения ресурсами участка восстановления деталей на ремонтном предприятии.

Материалы и методы. Материалы и методы исследования реализованы в 2021 году в ходе поискового эксперимента в производственно-техническом центре (ПТЦ) СХАО «Белореченское» Иркутской области. Поток заявок на восстановление деталей в ремонтном

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

подразделении формировался на этапе дефектовки и оценки степени износа основных рабочих поверхностей деталей. Далее детали формировались в партии и транспортировались на ремонтный участок. Объем месячного (21 рабочий день) производства на участке, $N = 100$ деталей. Длительность обслуживания определяется продолжительностью ремонтно-восстановительных операций на участке. Работа ведется в 1 смену, длительность смены $T_{см} = 7$ часов.

Определение продолжительности операций обеспечения работы участка восстановления деталей проводилось хронометражным методом. Для этого технологический процесс выполнения работы был разбит на семь этапов. Было проведено 10 наблюдений с замерами длительности от начала до конца этапа (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты хронометражных измерений

| Наименование элемента (этапа) процесса | Наблюдаемое время, мин | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| | Номер замера | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1.Формирование деталей для поставки в цех | 17 | 19 | 16 | 18 | 13 | 16 | 15 | 14 | 17 | 14 |
| 2.Транспортировка деталей в цех | 24 | 23 | 22 | 18 | 27 | 22 | 22 | 21 | 23 | 23 |
| 3.Разгрузка и размещение деталей в цехе | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 |
| 4.Наладка (обеспечение) инструмента, оснастки и материалов | 8 | 10 | 8 | 10 | 10 | 9 | 9 | 10 | 9 | 9 |
| 5. Восстановление деталей в соответствие с технологией* | 5,0 | 5,3 | 5,25 | 5,18 | 4,75 | 5,0 | 5,3 | 5,2 | 5,08 | 5,4 |
| 6.Контроль качества обработки | 8,6 | 8,5 | 9,3 | 8,7 | 8,6 | 8,8 | 9,0 | 9,5 | 9,5 | 9,6 |
| 7. Укладка в тару, транспортировка на склад | 18 | 14 | 16 | 19 | 15 | 17 | 15 | 14 | 18 | 19 |

*В долях смены

Рассчитываем нормативную продолжительность выполнения каждого элемента процесса обслуживания участка как среднеарифметическую величину из всех годных замеров хронометражного ряда.

Нормативный коэффициент K_y^n продолжительности этапов процесса равен:

$$t_1 = \frac{17 + 19 + 16 + 18 + 13 + 16 + 15 + 14 + 17 + 14}{10} = 15,9 ,$$

$$t_2 = \frac{24 + 23 + 22 + 18 + 27 + 22 + 22 + 21 + 23 + 23}{10} = 22,5 ,$$

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

$$t_3 = \frac{5+6+6+7+7+6+6+7+7+6}{10} = 6,3 ,$$

$$t_4 = \frac{8+10+8+10+10+9+9+10+9+9}{10} = 9,2 ,$$

$$t_5 = \frac{5,0+5,3+5,25+5,18+4,75+5,0+5,3+5,2+5,08+5,4}{10} = 5,15 ,$$

$$t_6 = \frac{8,6+8,5+9,3+8,7+8,6+8,8+9,0+9,5+9,5+9,6}{10} = 8,15 ,$$

$$t_7 = \frac{18+14+16+19+15+17+15+14+18+19}{10} = 16,5 .$$

Фактические коэффициенты устойчивости для каждого хроноряда будут равны:

$$K_y^{\phi} = t_{max} / t_{min}. \quad (1)$$

1. Первый хроноряд:
 $K_y^{1\phi} = 19 / 13 = 1,36 < K_y^H$ – ряд устойчив.
2. Второй хроноряд:
 $K_y^{2\phi} = 27 / 21 = 1,28 < K_y^H$ – ряд устойчив.
3. Третий хроноряд:
 $K_y^{3\phi} = 7 / 5 = 1,4 < K_y^H$ – ряд устойчив.
4. Четвертый хроноряд:
 $K_y^{4\phi} = 10 / 8 = 1,25 < K_y^H$ – ряд устойчив.
5. Пятый хроноряд:
 $K_y^{5\phi} = 5,4 / 4,75 = 1,14 < K_y^H$ – ряд устойчив.
6. Шестой хроноряд:
 $K_y^{6\phi} = 9,6 / 8,5 = 1,13 < K_y^H$ – ряд устойчив.
7. Седьмой хроноряд:
 $K_y^{7\phi} = 19 / 14 = 1,36 < K_y^H$ – ряд устойчив.

Графическая интерпретация рассчитанных коэффициентов приведена на рисунке 1.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

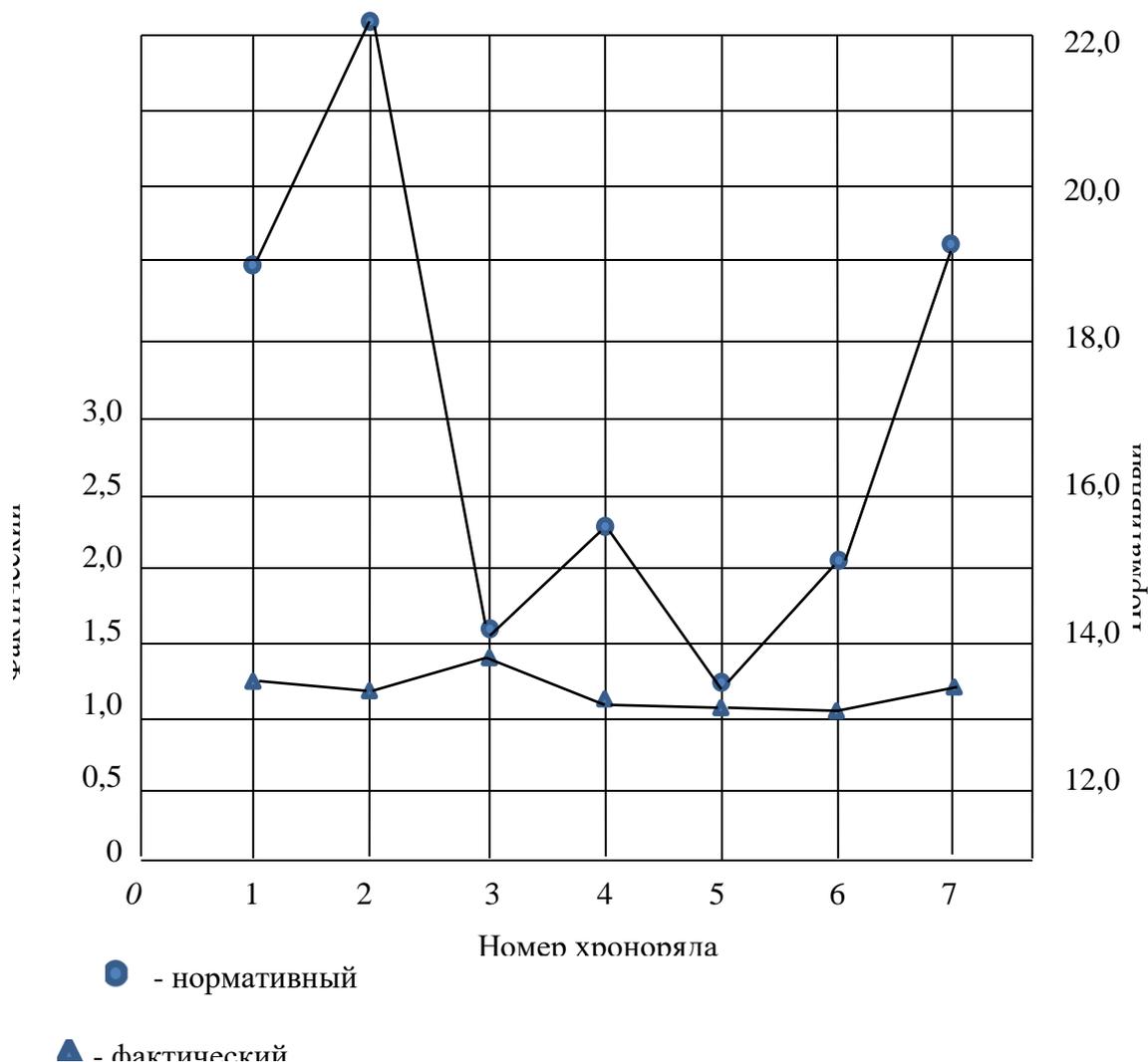


Рисунок 1 – Динамика коэффициента устойчивости хроноряда

Из графика следует, что выборка фактической продолжительности операций снабжения участка стабильна в связи с тем, что коэффициент устойчивости хронорядов для всех операций меньше нормативных значений. Фактическое время смены и число восстановленных деталей приведены в таблице 2.

Среднее время операции логистического обслуживания участка находим по формуле:

$$t = \sum_{i=1}^n t_i \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right), \quad (2)$$

где α – процент времени технического обслуживания рабочего места, $\alpha = 2$ %;

β – процент времени организационного обслуживания рабочего места, $\beta = 2$ %;

γ – процент времени на отдых и личные надобности, $\gamma = 4$ %.

n – число этапов (операций).

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

$$t = 36,39 \cdot \left(1 + \frac{2+2+4}{100}\right) = 36,39 \cdot 1,03 = 37,4 \text{ мин.}$$

Таблица 2 – Время смены и число восстановленных деталей

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Время смены $T_{см}$, мин | 382,6 | 398,5 | 392,3 | 391,7 | 365,6 | 378,8 | 396 | 389,5 | 388,5 | 405,6 |
| Число восстановленных деталей за время смены, m | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| Норматив, M | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 | 4,76 |

Уровень обслуживания участка определяем по формуле

$$\eta = \frac{m}{M} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где η - уровень логистического обслуживания;

m - количественная оценка фактического объема восстановления, шт .

$$m = \sum_{i=1}^n (T_{смi} - t), \quad (4)$$

M – количественная оценка возможного объема восстановления, шт;

$$M = \sum_{i=1}^n \frac{N}{21}. \quad (5)$$

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{смi} - t)}{\sum_{i=1}^n \frac{N}{21}} \cdot 100\% = \frac{37}{47,6} \cdot 100 = 77,7\% .$$

Полученная оценка уровня обслуживания по формализованной шкале эвристической информации (таблица 3) находится на высоком уровне.

Таблица 3 – Вербально-числовая шкала Харингтона [6]

| Описание градаций вероятности | Числовое значение вероятности | Балл оценки |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Очень высокая | 0,8-1,0 | 5 |
| Высокая | 0,64-0,79 | 4 |
| Средняя | 0,37-0,63 | 3 |
| Низкая | 0,20-0,36 | 2 |
| Очень низкая | 0-0,19 | 1 |

Вывод. Приведенная методика анализа процесса обеспечения ресурсами участка восстановления деталей на ремонтном предприятии позволит найти подход к оценке обеспечения согласованной и ритмичной работы ремонтного участка, определить издержки времени на этапах логистической поддержки производства. Повышение уровня обслуживания дает возможность определить и максимально повысить работоспособность

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

ремонтного подразделения, соответственно увеличить эффективность его работы и наиболее рационально использовать потенциальные возможности. Вместе с тем, повышение уровня обслуживания более 90 % приводит к значительному возрастанию расходов и снижению эффективности.

Список литературы

1. *Аверьянов И.Н.* Использование логистических ремонтных цепей в ремонтном производстве авиационных двигателей и наземных газотурбинных установок / Научный аспект. – № 3, 2013. – С.139-146.
2. *Бураев М.К.* Логистическая поддержка системы производственно-технической эксплуатации машинно-тракторного парка / *М.К. Бураев, А.В. Шистеев // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-й Международной научно-практической конференции «АГРОИНФО–2018» (Новосибирская область, р.п. Краснообск, 24-25 октября 2018 г.). – С. 383-386.*
3. *Бураева Г.М.* Логистика ресурсодвижения в системе агротехнического сервиса / *Г.М. Бураева // Инновационно-промышленный салон: материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Ремонт. Восстановление. Реновация», 28 февраля – 2 марта 2012 г. - Уфа: Изд-во БашГАУ, 2012. – С.126-131.*
4. *Ворожейкина Т.М.* Логистика в АПК / *Т.М. Ворожейкина, В.Д. Игнатов. – М.: КолосС, 2007. – 184 с.*
5. *Шистеев А.В., Бураева Г.М.* Формализация уровня работоспособности транспортно-технологических машин в АПК // *Вестник ВСГУТУ. – 2020. – № 3. – С.57–64.*
6. Шкала Харрингтона [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/12_213282_shkala-harringtona.html - 16.01.2022

Сведения об авторах

Черноусов Евгений Павлович – магистрант 2 курса инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89501151035, e-mail: lavaki2009@yandex.ru).

Бураева Галина Михайловна – ассистент кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин инженерного факультета Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, 83952237431, e-mail: lavaki2009@yandex.ru)

УДК 637.171

**«ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ ПО ВОЗДЕЛЫВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ
В ПОДСОБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ»**

Хайдаров Р.И., Загиров И.И.

ФГБОУ ВПО Башкирский Государственный Аграрный Университет

Почвенно-климатические условия Республики Башкортостан благоприятны для получения высоких урожаев картофеля. В настоящее время значительная часть посадок картофеля сосредоточена в личных хозяйствах населения. Однако объемы выращивания картофеля ежегодно снижаются из-за невысокой урожайности и высоких затрат труда. Автором в условиях личного подсобного хозяйства (ЛПХ) раскрываются особенности механизации возделывания и уборки картофеля на основе научных трудов выдающихся ученых-картофелеводов, а также опыта, полученного за несколько лет собственных наблюдений и исследований в ЛПХ. Данная техника и технология проста, легко осваивается, внедряется и не требует существенных финансовых затрат. Автор проекта поставил следующие цели: изучить литературу и на ее основе спроектировать инновационный механизм сборки картофеля на приусадебном участке [8,9]. В ходе теоретических исследований были изучены самые интересные виды картофелекопательных машин и мотоблоков. В ходе практической части во время испытаний был усовершенствован картофелекопатель механизированной уборки урожая картофеля, который способствует снижению временных и физических затрат и проведены полевые испытания

Ключевые слова: возделывание, картофель, мотоблок, сопротивление

Введение

Каждому владельцу личного подсобного хозяйства хочется облегчить свой труд. Огородники ежегодно сажают картофель, и многие задумываются о способах того, чтобы без особых усилий выкопать его. Монотонность и большие физические нагрузки не всем в радость, поэтому картофелеуборочная машина, изготовленная своими руками, может стать настоящим спасением для физического, эмоционального состояния, любителей огородов.

Цель исследования

- Изучить литературу
- Выбрать из всех аналогов картофелекопалок самый оптимальный вариант
- Сконструировать механизм, где физический труд человека сводится к минимуму

Гипотеза исследования

Я, будучи еще школьником 11 класса, теперь студент 2 курса механического факультета БГАУ, задался целью усовершенствования процесса уборки корнеплодов картофеля в приусадебном участке.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Задачи исследования

- Найти и изучить всю информацию в интернете
- Найти подходящую картофелекопательную машину
- Разработать усовершенствованную схему уборки урожая в приусадебном участке.

Методы исследования

- Наблюдение
- Измерение
- Материальное моделирование
- Конструирование

1. Теоретическое исследование. Обзор картофелекопалок

Основные типы картофелекопалок [1]

Любой картофелевыкапыватель предназначен для взрыхления почвы под кустами картофеля и транспортировки клубней с помощью зубьев на поверхность, где их остается просто быстро собрать руками.

Существует несколько видов картофелекопалок для мотоблоков, которые можно изготовить самостоятельно для выкапывания урожая на приусадебном участке:

простые (стрельчатые однорядные, веерного типа) – по типу плуга; вибрационные, или грохотные; транспортерного типа (они так же однорядные); универсальные [4].

Мотоблок довольно универсальный инструмент для облегчения труда агрария, но без дополнительного навесного оборудования он попросту будет пылиться в гараже до следующего взрыхления земли, ведь производители мотоблоков в комплект из навесного оборудования добавляют только фрезу [6]. Для того чтоб использовать свой агрегат по максимуму придется покупать дополнительное оборудование. Мотоблок оборудованный различными приспособлениями сможет заменить большинство инструментов ручного труда, в том числе и вскапывание картофеля [7]. Как известно: лень-двигатель прогресса. Вот и нам пришлось придумывать различные виды ухищрения, чтобы процесс уборки картофеля максимально механизировать.

2 Расчетная часть

Сопротивление картофелекопателя определим по формуле

$$R_o = Q_a * f + k_o * B_p$$

где k_o – коэффициент удельного сопротивления орудия;

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

B_p – ширина захвата орудия, м;

Q_a – вес агрегата, Н;

f – коэффициент сопротивления перемещению.

Для определения силы сопротивления плугов акад. В. П. Горячкин предложил рациональную формулу:

$$1. P = P_1 + P_2 + P_3,$$

где P_1 — постоянное сопротивление плуга, затрачиваемое для его передвижения в борозде — сопротивление холостого хода; P_2 — сопротивление плуга, затрачиваемое на различные деформации почвенного пласта; P_3 — сопротивление плуга, затрачиваемое на отбрасывание пласта в сторону.

Сопротивление холостого хода плуга P_1 может быть подсчитано по формуле

$$2. P_1 = Gf,$$

где G — вес копателя;

f — коэффициент сопротивления передвижению копателя в борозде.

Второй член формулы относится к полезным сопротивлениям и учитывает деформации и разрушение обрабатываемого пласта

$$3. P_2 = kabn,$$

где: k — коэффициент удельного сопротивления почвы, Н/см²;

n — количество лемехов;

a, B — соответственно глубина пахоты и ширина захвата корпуса плуга.

Удельное сопротивление почвы не является постоянным, и зависит от физико-механических свойств почвы (состава, степени твердости, влажности, засоренности и др.), от глубины обработки, от формы и состояния рабочих поверхностей, от рабочей скорости агрегата и т. п.

Третий член формулы учитывает то сопротивление, которое возникает при сообщении скорости почвенному пласту для его отбрасывания в сторону вспаханного поля:

$$4. P_3 = \varepsilon abnv^2,$$

где ε — коэффициент, зависящий от формы рабочей поверхности отвала и свойств почвы;

v — скорость движения пахотного агрегата.

Подставив значения составляющих в первое уравнение, получим окончательное выражение рациональной формулы силы сопротивления плуга:

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

$$5.P = Gf + kabn + \varepsilon abnv^2(1.1)$$

$$R_m = k_m * B$$

где R_m – тяговое сопротивление машины, кН;

k_m – удельное тяговое сопротивление машины, кН/м (задано);

B – конструктивная ширина захвата машины, м [5]

$$R_m = 0,06 * 0,7 = 0,2 \text{ кН}$$

из этого следует, что для данной картофелекопалки необходим мотоблок тягового класса 0,2

3 Практическая часть

Описание конструкции

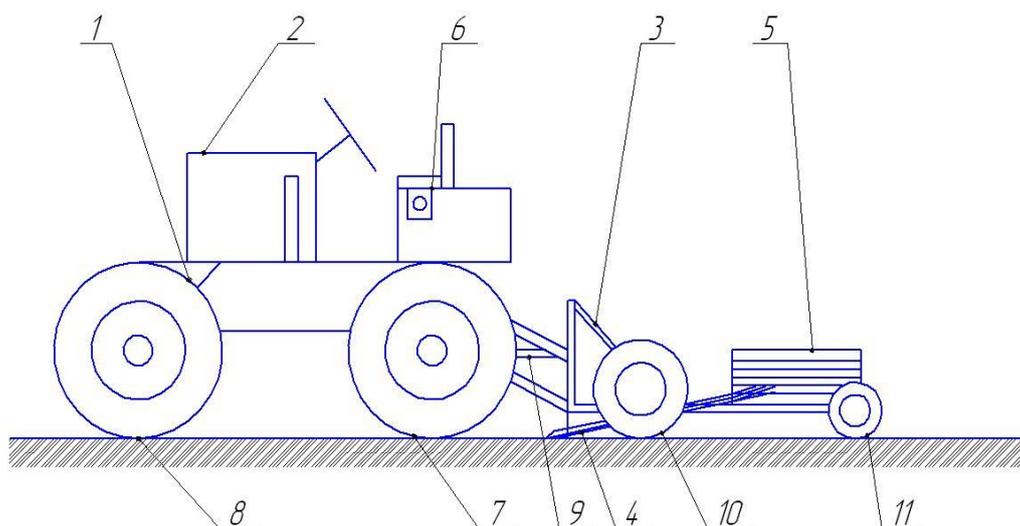


Рисунок 7 - Разработанный картофелекопатель с мотоблоком

1-трактор; 2-двигатель; 3-картфелекопалка «Грохот»; 4-лемех; 5-вибрационная клетка; 6-мото-лебедка; 7- ведущее колесо; 8-управляемое колесо; 9-ВОМ; 10,11-опорные колеса.

Объектом модернизации был выбран мотоблок «Агрос» и картофелекопатель грохотного типа. Соединив мотоблок с картофелекопателем, мы получили передвижной, механизированный уборщик картофеля [2, 3]. Крутящий момент берем от вала отбора мощности. После первых испытаний, сразу выявили недостатки, о которых напишем позже. Поэтому было принято решение модернизировать процесс.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК



Рисунок 8 - Работа над проектом

Чтобы не бегать по всему полю за мотоблоком, было принято решение: оснастить мотоблок управляемым шасси и креслом для оператора. Для изготовления управляемого шасси были использованы металлические уголки и обрезки из профильной трубы. Установили рулевое колесо и червячный механизм. Установили два управляющих колеса. В процессе испытаний выявились новые проблемы.

После проезда и уборки картофельного ряда, появилась необходимость картофелекопателя на небольшую высоту, для выемки его из земли, чтобы совершить разворот. Для выполнения этой задачи, приспособили мотолебедку. С ее помощью легко стало поднимать и опускать навесной механизм.

В процессе дальнейших испытаний, стало понятно, что собранная конструкция успешно функционирует. Процесс выкапывания картофеля упростился и облегчился. Значительно сократились временные трудозатраты.

В процессе испытаний, мы выявили еще один нюанс: после выкапывания вся картошка остается на поверхности земли. А процесс сборки картофеля – это тоже трудоемкий процесс, поэтому надо было решить и эту проблему.

Для сбора картофеля, из стальных прутьев сварили металлическую клетку-тару. В качестве колес, были установлены колеса от детской коляски. Эту конструкция установили за картофелекопателем «Грохот». Таким образом, картофель напрямую начал попадать в этот бункер для сборки картофеля.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Таким образом, мы добились полной механизации при уборке картофеля в приусадебном участке.



Рисунок 9- Механизм для сборки картофеля на приусадебном участке.



Рисунок 10 - Фрагменты испытаний

Расчет стоимости изготовления

На конструирование и сборку потрачено временных затрат в количестве 2-ух недель, денежных средств в размере 16 тысяч рублей с учетом металлопроката и покупных изделий.

Заключение

Мне совместно с дедом удалось решить актуальную задачу:

- Изучен технический материал
- Сконструирован и собран новый инновационный механизм для сборки картофеля на приусадебном участке

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

За счет инновационного механизма сборки картофеля на приусадебном участке значительно уменьшились затраты труда

Список литературы

1. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. - 6-е изд., 2016
2. Мотоблок-картофелекопатель по патенту RU 2 701 304 C1
Источник: https://yandex.ru/patents/doc/RU2701304C1_20190925
3. Картофелкопатель по патенту RU 2 309 572 C1
Источник: https://yandex.ru/patents/doc/RU2309572C1_20071110
4. Самоходная машина. Авт. св. SU № 1081056, кл. B62D 21/08.
Источник: <https://www.freepatent.ru/images/patents/497/2499379/patent-2499379.pdf>
5. Журналы «Моделист-конструктор» за 2017-2019 годы, Нижний Новгород.
6. Источник: <https://usamodelkina.ru/6400-vezdehod-bortopovorotnyy-smolensk.html>
(дата последнего посещения - 26.12.2019)
7. Источник: <https://arendavlg.com/motobloki/osnovnye-vidy-kartofelekopalok-dlya-motobloka-preimuschestva-i-nedostatki-ispol-zovaniya-na-ogorode.html>
8. Повышение интенсивности и эффективности усвоения общетехнических дисциплин студентов инженерных специальностей Загиров И.И. В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы международной научно-методической конференции. 2011. С. 59-60.
9. Технические средства обучения в повышении мотивации студентов в процессе изучения теоретической механики Загиров И.И. В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы всероссийской научно-методической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, башкирский государственный аграрный университет. 2010. С. 32-33.

Сведения об авторах

Хайдаров Рафаэль Илдусович - Студент 2 курса механического факультета ФГБОУ ВПО Башкирский Государственный Аграрный Университет (450001, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.50-летия Октября, 34), тел. 8(347)216-46-42, 8-937-340-45-00, e-mail prkombgau@mail.ru

Загиров Ильнур Илдарович - Кандидат технических наук, доцент механического факультета ФГБОУ ВПО Башкирский Государственный Аграрный Университет (450001, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул.50-летия Октября, 34), тел. 8(347)216-46-42, 8-937-340-45-00, e-mail prkombgau@mail.ru

УДК 621.852.13: 621.73

АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Шодоров А.П., Аносова А.И., Алтухов С.В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В данной статье рассмотрены вопросы исследования ременной передачи, позволяющие существенно повысить работоспособность всей техники. Важными критериями работоспособности ременных передач являются: тяговая способность, определяемая силой трения между ремнем и шкивом, долговечность ремня, которая в условиях нормальной эксплуатации ограничивается разрушением ремня от усталости [1, 2, 7]. Приведена тяговая способность иллюстрирующая кривыми скольжения и КПД в ременной передаче, по результатам которой можно определить оптимальную работу передач [4, 5, 6]. Представлены рекомендованные значения величин σ_0 для обыкновенных плоских ремней. Получена зависимость влияющих на работоспособность ременных передач.

Ключевые слова: ременная передача, тяговая способность, долговечность

Исследования ременной передачи позволяют существенно повысить работоспособность всей техники [1, 5, 7]. Работоспособность ременных передач определяется надежностью соединения ремня со шпонкой (тяговая способность), долговечность ремня и КПД передачи. Основными критериями работоспособности, по которым производится расчет передачи, является тяговая способность и КПД, при этом нормальная долговечность ремня обеспечивается рациональным выбором параметров передачи [3].

Тяговая способность передач иллюстрируется кривыми скольжения, построенными на основе испытаний для различных ремней. Они позволяют установить нормальные тяговые способности, обеспечивающие оптимальную работу передач (рисунок 1) [9, 10].

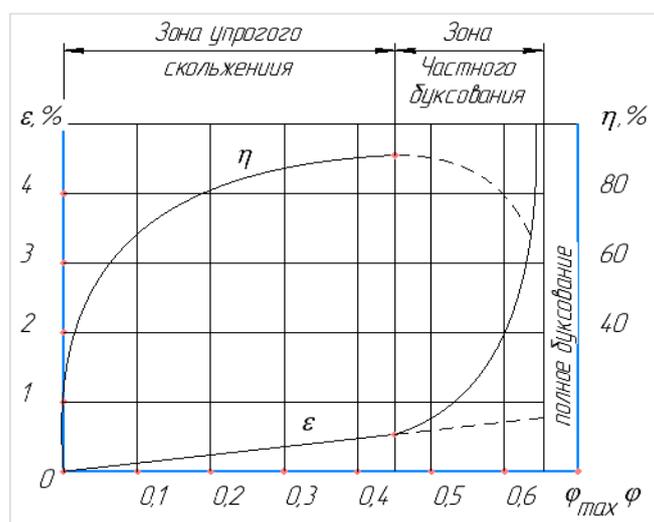


Рисунок 1 – Кривая скольжения и КПД в ременной передаче

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

По оси ординат откладывают величины относительного скольжения:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{u_1}{u_2}\right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

и КПД:

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

По абсцисс – относительные полезные нагрузки в виде коэффициента φ :

$$\varphi = \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2} = \frac{P}{2S_0} = \frac{K}{2\sigma_0}, \quad (3)$$

Наиболее целесообразно использование передачи в режиме $\varphi \approx \varphi_0$, при котором КПД максимален [8]. Соответствующая этому режиму величина исходного удельного окружного усилия K_0 определяется обработкой экспериментальных данных по кривым скольжения:

$$K_0 = a - \frac{\omega \delta}{D_{\min} H}, \text{ мм}^2, \quad (4)$$

где δ – толщина ремня;

D_{\min} – диаметр меньшего шкива передач;

A и ω – величины, зависящие от вида ремня, могут быть выбраны для рекомендованных значений σ_0 .

Рекомендованные значения величин σ_0 для обыкновенных плоских ремней:

$\sigma_0 = 1,6 \text{ Н/мм}^2$ – при вертикальном или близком к нему расположения передачи, небольшом межосевом расстоянии и постоянном длине ремня l ;

$\sigma_0 = 1,8 \text{ Н/мм}^2$ – при угле наклона передачи к горизонту $\leq 60^\circ$;

$\sigma_0 = 2,0 \text{ Н/мм}^2$ – для самонатяжения передач с постоянным натяжением;

$\sigma_0 = 2,4 \text{ Н/мм}^2$ – для самонатяжения передач с переменным натяжением.

Зависимость полученная при следующем сочетании факторов, влияющих на работоспособность ременных передач:

- 1) сомонатяжная передача;
- 2) угол обхвата $\alpha = 180^\circ$; скорость = 10 м/с;
- 3) спокойная равномерная нагрузка при одновременной работе.

Для передач, работающих в условиях, отличных от приведенных поправочные коэффициенты для расчета допустимого удельного окружного усилия:

$$K = K_0 C_0 C_\alpha C_v C_p, \quad (5)$$

где C_0 – коэффициент, зависящий от способа натяжения ремня и расположения передачи.

C_α – геометрический коэффициент учитывающий влияние угла обхвата α ; влияние угла обхвата проявляется в том, что с его уменьшением увеличивается удельное давление между ремнем и шкивом и уменьшается вследствие этого коэффициент трения, т.е. ухудшается сцепление. Рекомендуется для открытых плоскомерных передач принимать $\alpha \geq 150^\circ$;

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АПК

C_0 – скоростной коэффициент, учитывающий влияние центробежных сил на сцепление ремня со шкивом;

C_p – коэффициент режима работы и динамичности нагрузки.

По найденной величине допускаемого удельного окружного усилия может быть определены требуемая площадь поперечного сечения ремня в соответствии с формулой:

$$F = b\delta \geq \frac{P}{[K]}$$

где b – ширина ремня, мм

δ – толщина ремня, мм;

$[K]$ – допустимое удельное окружное усилие, Н/мм².

Вывод. Из выше перечисленного можно сделать вывод, что выполненные изыскания позволят решить важную инженерную задачу по определению оптимальной работы ременной передачи, которые существенно повысят работоспособность всей техники.

Список литературы

1. *Алтухова Т.А.* Анализ работ по надежности технологических систем в исследованиях функционирования машинотракторных агрегатов АПК / *С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов* // Известия Международной Академии Аграрного образования. – 2020 - №50. – С. 5 - 7

2. *Аносова А.И.* Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / *А.И. Аносова, О.Н. Хороших, С.Н. Шуханов* // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 181-183.

3. *Буланов Э.А.* Расчет ременных передач / Вестник машиностроения. – 2001,– № 12. С. 14 - 21.

4. *Бутенко, А.Ф.* Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / *А.Ф. Бутенко, А.Б. Портаков.* – зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2014. – 178 с.

5. *Гузенков П.Г.* Детали машин: Учеб. Пособие для студентов вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. Школа, 1982. – 351 с., ил.

6. Проектирование механических передач в АРМ Win Machine : лаб. практикум по дисциплине Детали машин и основы конструирования / авт.-сост. *С. В. Алтухов* // Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского – Иркутск : Изд-во ИрГАУ им. А. А. Ежевского, 2018. – 62 с.

7. *Шистеев А.В.* Повышение работоспособности сельскохозяйственных тракторов иностранного и совместного производства / *А.В. Шистеев, А.И. Аносова, М.К. Бураев* // В сборнике: ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МАШИН. Материалы международной научно-практической конференции. Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. – 2016. С. 49 - 55.

8. *Чернин И.М.* Расчет деталей машин / *И.М. Чернин, А.В. Кузьмин, Г.М. Ицкович.* – 2-е изд., перераб. и доп. – МН. : Выш. Школа, 178. – 472 с., ил.

9. Редукторы/ Литература [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://reductory.ru/literatura/detali-mashin-kuklin/-17-6--tyagovaya-sposobnost-remennyuh-peredach> – 27.01.2022

10. Машины и механизмы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mash-xxl.info/info/291784/> – 27.01.2022

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В АПК**

Сведения об авторах

Шодоров Андрей Петрович – студент 3 курса инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный тел. 89834431150, e-mail: andrey.shodorov@mail.ru)

Аносова Анна Иннокентьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общеинженерных дисциплин инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89836938151, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

Алтухов Сергей Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры технической сервис и общеинженерных дисциплин инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500515275, e-mail: a.anosova@yandex.ru).

УДК 331.453

ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Бородулин С.А. Кобцева Л.В.

Алтайский государственный аграрный университет,
г. Барнаул, Алтайский край, Россия

При работе с электрооборудованием на производстве должное внимание уделяется правилам электробезопасности и требованиям, которые предъявляются к персоналу. Однако несмотря на реализацию комплекса организационных и технических мер электротравматизм представляет серьезную опасность для жизни и здоровья. Поэтому в данной статье рассматриваются правовые документы, нормы видов деятельности, требования и меры ответственности, группы и виды нарушений.

Ключевые слова: электробезопасность, нормативные правовые документы, электрооборудование

На производстве должное внимание должно уделяться электробезопасности. Термин электробезопасность включает в себя технико-организационные мероприятия и средства, которые защищают людей от опасных воздействий электрического тока, электрической дуги, электромагнитного и статического поля [3].

В настоящее время жизненный уровень технического развития совершенно невозможен без обширного внедрения электрооборудования, что, также, в свою очередь, заставляет нас задуматься о необходимости разработки новых требований, отвечающих его безопасному обслуживанию [5].

Анализ, проведенный одной из научных лабораторий Москвы, показал, что за последние десять лет в нашей стране количество несчастных случаев, ввиду нарушения правил электробезопасности на промышленных предприятиях, возросло приблизительно в 5,5 раз. Если в 2005 году количество несчастных случаев достигало порядка 1000 человек, то на сегодняшний день эта цифра составляет 5500 человек в год.

Важно знать, что на любом предприятии необходимо организовать работу по электробезопасности, согласно правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей [2].

Необходимо определиться с пакетом документов, которые требуется оформлять. Для этого нужно знать, какое оборудование находится на балансе организации.

Любое предприятие или организация является потребителем электрической энергии. Если это производство, то могут использоваться станки, сварочные установки и другое силовое электрооборудование.

Под это оборудование нужно систематизировать нормативные правовые документы, которые относятся к виду предприятия - ПУЭ, ПТЭЭП, строительные нормы и правила, государственные стандарты.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Все положения и нормы, имеют отношения не только к оборудованию, но и к электротехническому персоналу, другим сотрудникам, вне зависимости от формы образования юридического лица и собственности.

Нормы распространяются на следующие виды деятельности:

- регламентное обслуживание и переключения оперативного характера в электрических установках;
- выполнение монтажных и ремонтных работ на электрооборудовании;
- измерительные и испытательные операции.

Собрав всю необходимую информацию составляем и оформляем список документации, который утверждается руководителем. На основании него можно оформлять приказы, программы обучения и подготовки персонала, графики, журналы, протоколы и другие документы по электробезопасности.

Ответственность по электробезопасности лежит на руководителе, который может передать свои функции заместителю, главному инженеру или другому ответственному сотруднику предприятия из состава руководителей.

Это назначение осуществляется после проверки их знаний, присвоения соответствующей группы допуска: в установках с напряжением больше 1000 В - V группа; до 1000 В - IV группа.

Ответственный по электробезопасности, назначенный руководителем, должен разработать и вести необходимую документацию по вопросам, касающимся порядка эксплуатации установок, а также обеспечивает безопасность при проведении работ любого типа, контролирует, как соблюдаются требования электробезопасности персоналом. В обязанности ответственного входит также своевременность проверок и испытаний инструмента, средств пожаротушения и защиты.

Важно соблюдать требования к персоналу по электробезопасности, регулярно проходить предварительный и периодический медицинский осмотр в медицинском учреждении [4].

Работникам в обязательном порядке необходимо организовывать обучение оказанию первой помощи. Только наличие этих знаний может позволить получить допуск к самостоятельной работе. Технический персонал, работающий с электроустановками, должен еще иметь навыки освобождения человека, подвергшегося воздействию электрического тока.

На каждом предприятии имеются сотрудники, работа которых по роду деятельности не связана с эксплуатацией электроустановок, но предполагает вероятность поражения электрическим током. Этой категории сотрудников присваивается I группа по электробезопасности после обучения, которое проводит лицо с III группой доступа и проверки знаний в виде устного опроса [7].

Запись об этом фиксируется в журнале. Удостоверений такие сотрудники не получают. Проходят такую проверку не реже 1 раза в год.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Важно обратить внимание на виды нарушений:

1. нарушения по ответственным лицам
2. нарушения, связанные с требованием к персоналу, обслуживающего электроустановки и его подготовке
3. нарушения, связанные с наличием и правильностью ведения обязательной технической и оперативной документации по электрохозяйству
4. нарушения, связанные с оперативно-диспетчерским управлением
5. нарушения, связанные с проведением технического контроля, обслуживанием и ремонтом электроустановок
6. нарушения, связанные с выполнения требований техники безопасности при эксплуатации электроустановок
7. отсутствие на электродвигателях и приводимых ими в движение механизмах стрелок, указывающих направление вращения механизма и двигателя;
8. отсутствие надписей на электродвигателях и пускорегулирующих устройствах с наименованием агрегата и (или) механизма, к которому они относятся;
9. отсутствие калиброванных плавких вставок предохранителей;
10. несоответствие выполнения защиты всех элементов сети потребителей, а также технологическая блокировка узлов, чтобы исключить самозапуск электродвигателей;
11. отсутствие или неисправность амперметра в цепи статора электродвигателя, в цепи возбуждения синхронных двигателей; а также вольтметров или сигнальных ламп;
12. отсутствие контроля за нагрузкой электродвигателя и температурой подшипников и обмоток.

Ответственность за нарушения электробезопасности описывается правилами охраны труда. [4].

Закон об электробезопасности утверждает следующее: нарушение правил электробезопасности является нарушением правил охраны труда.

Нарушение электробезопасности может повлечь за собой дисциплинарную, административную или уголовную ответственность в соответствии с Федеральными Законами. За совершение дисциплинарного нарушения, то есть ненадлежащего исполнения своих обязанностей работодатель вправе применить следующие взыскания: замечание; выговор; увольнение [3].

Дисциплинарное взыскание может быть применено не позднее 1 месяца со дня обнаружения проступка. При этом время болезни и отпуска не учитывается. Также определенное время может быть отведено на учет мнения профсоюза. Взыскание не может быть применено позднее 6 месяцев с момента совершения, а по результатам ревизии позднее 2 лет. Время

производства по уголовному делу в эти сроки не включается. За один проступок полагается только одно взыскание.

К административной ответственности привлекаются юридические, должностные лица и граждане, в случае нарушения ими Кодекса об административных правонарушениях (195-ФЗ от 30.12.01) и законов субъектов Российской Федерации [1].

Административные наказания: предупреждение; штраф; возмездное изъятие орудия или предмета нарушения; конфискация орудия или предмета нарушения; лишения ранее предоставленных специальных прав; административный арест или дисквалификация.

Уголовная ответственность, налагаемая по УК РФ: за нарушение правил охраны труда; за преступления против жизни и здоровья; за преступления против интересов службы, суда, органов дознания, надзора и контроля. Следовательно, наступающую ответственность за электрохозяйство устанавливается одним из вышеуказанных способов.

Производство работ в сфере электробезопасности должно основываться на обдуманной и точной совокупности мероприятий, которая обеспечивает в полной мере выполнение требований правил по технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Особым вниманием руководителей электрохозяйства должно уделяться выполнению требований указанных норм и правил по содержанию и эксплуатации электрических станций и подстанций, включая распределительные устройства, где по статистическим данным частым фактором являются несчастные случаи [1].

Многочисленное количество несчастных случаев происходит при ремонтах и обслуживании привода электрооборудования, аппаратуры, регулирующей плавный пуск, электроосвещения, аппаратов для производства сварочных работ, электротранспорта, а также установок высокого напряжения.

Все электроустановки по классу напряжения подразделяются на две группы: напряжением до 1000 В и свыше 1000 В [2]. Практика показывает, что травмы, получаемые посредством поражения электрическим током, зачастую происходят в электрических установках с напряжением до 1000 В [4].

Наибольшая часть несчастных случаев происходит ввиду грубых нарушений организации работ и правил, в том числе [6]:

- касание открытых токоведущих частей и проводов;
- непосредственные касание токоведущих частей, изоляционный слой защиты которых поврежден;
- соприкосновения с металлическими частями оборудования, которые случайным образом оказались под воздействием напряжения;
- прикосновение к токоведущим частям при помощи сторонних предметов с низким сопротивлением изоляционной оболочки;

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

- полное отсутствие или нарушение защитного заземления;
- ошибочных подач напряжения во время осмотра и производства ремонтных работ;
- воздействия электрического тока через электрическую дугу;
- воздействия шагового напряжения и др.

Практика нарушения правил электробезопасности на предприятиях показывает нам, что правильная организация работ, выполнение всех норм и правил, дисциплинированность и ответственность руководителей и рабочих приведет к значительному сокращению несчастных случаев на производстве.

Список литературы

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях / Консультант плюс [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/. - 14.01.2022.
2. Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей / Консультант плюс [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40861/53dddddafa4d0826a638d3e074e25d20df0c8b8d1/. - 27.01.2022.
3. Кисаримов Р.А. Электробезопасность. М: Радио и связь, 2011,- 336с
4. Трудовой кодекс Российской Федерации / Консультант плюс [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/. - 17.01.2022.
5. Сибикин Ю.Д. Охрана труда и электробезопасность. М: Радио и связь, 2012. – 408с
6. Сибикин Ю.Д. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: Учебное пособие для начального профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2012, 408с
7. Электробезопасность: группы, присвоение, обучение, оформление документов / Охрана труда [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://oхранa-truda.ru/rubric/elektrobezopasnost>. - 11.01.2022.

Сведения об авторах

Бородулин Сергей Александрович – магистрант 1 курса, 210 группы, инженерного факультета (656049, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная 29а, 810/3, e-mail: sergej.borodulin.99@mail.ru).

Кобцева Любовь Владимировна - к.с.х.наук доцент (656904, Россия, Алтайский край, г Барнаул, сЛебяжье, ул Нагорная 14 , e-mail: Kobtseva_1@inbox.ru)

УДК 523.9:57.045:636.046.3

ВАРИАЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ КОСУЛИ СИБИРСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Бузунова М.Ю., Майорова Е.К.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В работе рассматриваются вопросы влияния гелиогеофизических факторов на численность популяции косули сибирской на территории Иркутской области. В качестве основных индексов, характеризующих уровень солнечной активности, выбраны: число пятен Вольфа и поток солнечного радиоизлучения на волне 10,7 см ($F_{10.7}$). Используются данные по численности популяции косули за период с 2008 по 2020 г., соответствующие примерно одному циклу вариации солнечной активности. Выявлена определенная взаимосвязь численности популяции косули сибирской с уровнем солнечной активности.

Ключевые слова: косуля сибирская, солнечная активности, солнечные пятна, число Вольфа, численность популяции.

Актуальной темой междисциплинарных исследований сегодня является изучение вопроса о влиянии солнечной активности на биологические объекты. Анализ имеющихся литературных источников позволяет сделать вывод о зависимости всех биохимических и биологических процессов, проходящие на уровне живой клетки и биосферы в целом, от комплекса гелиогеофизических факторов [1,6]. Под гелиогеофизическими факторами понимают уровень солнечной и магнитной активности, вращение Земли, особенности строения и состояния атмосферных и ионосферных слоев [3,4].

Воздействие солнечного излучения на Землю и околоземное пространство связано с целым сложным комплексом явлений и процессов, основанных на эволюции магнитных полей в солнечной атмосфере. Изучение солнечной активности имеет большое фундаментальное и практическое значение для прогнозирования космического климата, а также процессов в земной атмосфере [5]. Уровень активности Солнца с 1749 г. оценивается по количеству относительного числа солнечных пятен или чисел Вольфа (SSN).

К проявлениям солнечной активности относятся периодические, регулярные изменения явлений на Солнце. К солнечной активности относят: солнечные пятна, солнечные вспышки и солнечные волокна. Число Вольфа (относительное число солнечных пятен) W - один из индексов, характеризующий пятнообразовательную деятельность Солнца. Не менее важным для характеристики гелиогеофизических условий и целей статистического прогнозирования является индекс $F_{10.7}$, характеризующий поток радиоизлучения Солнца на частоте 2,8 ГГц. Оба вышеуказанных индекса входят в Международную систему классификаторов уровня солнечной активности и их значения представлены в настоящей работе согласно данным МЦД (Мирового центра данных) [2]. Солнечный свет

является важным экологическим фактором благодаря которому в лесных массивах осуществляются процессы фотосинтеза, дыхания и образования хлорофилла. Всхожесть семян и скорость их роста, формирование насаждений и рост древостоев, а также процесс плодоношение лесных насаждений также зависит от интенсивности потока солнечного света. На северных территориях потребность растений в свете существенно увеличивается, но компенсировать его недостачу в какой-то степени можно повышением плодородия почвы.

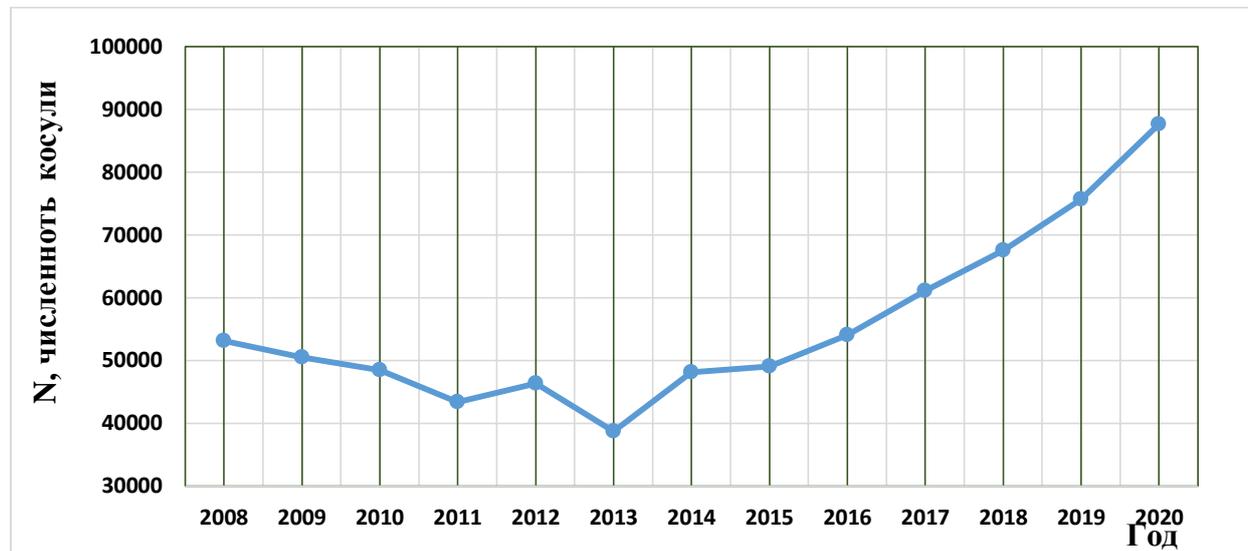


Рисунок 1. Ежегодные вариации численности косули сибирской на территории Иркутской области.

Сибирская косуля – это млекопитающее, относящееся к отряду парнокопытных, семейству оленей. Косуля достаточно грациозное животное и внешне напоминает некрупного оленя, но с более лёгким и стройным телом. Масса тела доходит до 60 килограмм, высота в холке – 90-106 см у самцов и до 100 см у самок. Окраска косуль самцов и самок ближе к однотонной: летом – ярко-рыжая, а зимой – буровато-коричневая, помимо интенсивности пигмента окрас косуль также зависит и от потока солнечного излучения. Косуля питается древесными побегами, хвоей, вегетативными побегами ягодных кустарников и другими растениями

Цель настоящей работы - изучить влияние гелиогеофизических факторов (связанных с уровнем солнечной активности) на численность популяций косули сибирской, на территории Иркутской области в целях установления возможной корреляционной зависимости.

В работе использовались следующие гелиогеофизические индексы: числа Вольфа W (показатель, характеризующий пятнообразовательную деятельность Солнца) и $F_{10.7}$ – поток солнечного радиоизлучения на волне 10.7 см, неплохо коррелирующий с суммарной площадью пятен на Солнце и уровнем УФ излучения. Для анализа динамики численности использованы

данные учеты млекопитающих на территории Иркутской области. На рис.1 представлены данные по вариации численности косули сибирской на территории Иркутской области с период с 2008 по 2020 год. Прослеживается четкая тенденция к увеличению численности поголовья в исследуемом периоде, что очевидно можно связать с благоприятными климатическими погодными условиями и наличием достаточной кормовой базы в лесах обитания.

На рис. 2 представлена зависимость численности поголовья косули сибирской на территории Иркутской области с зависимости от уровня активности Солнца (пятен Вольфа). Анализ графической зависимости позволяет отметить определенное понижение численности популяции при повышении солнечной активности (пятен Вольфа). Определенный выброс экспериментальных данных для точек 2 и 3 возможно объяснить наличием субъективных факторов при подсчете численности поголовья косули сибирской.

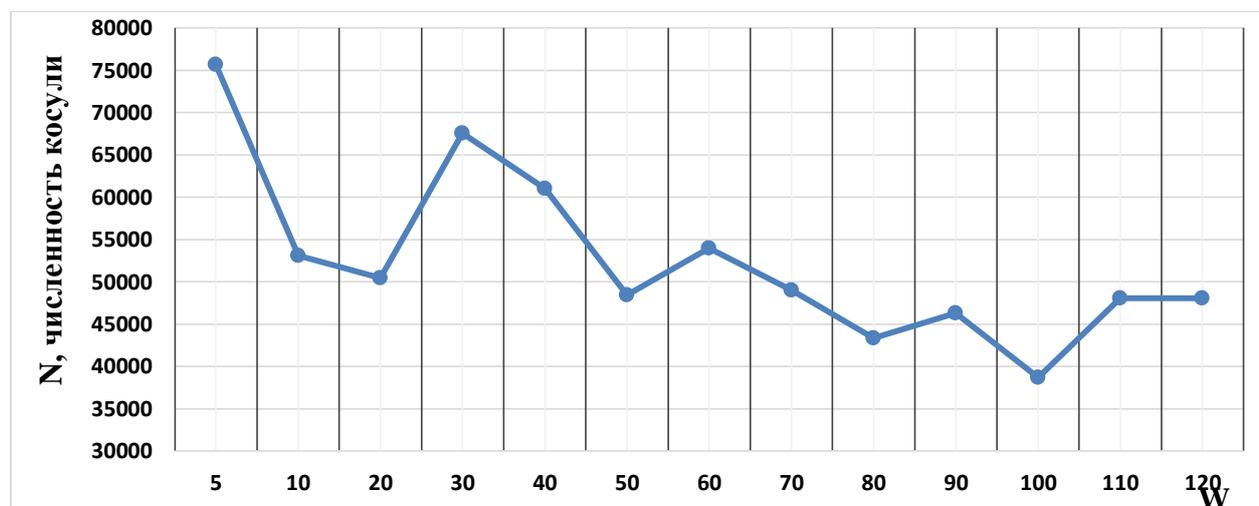


Рисунок 2. Численность сибирской косули и числа Вольфа.

Максимальное значение численности популяции $N = 75685$ зарегистрировано в 2019 г. при значении $W = 3,62$. Минимальное количество $N = 38670$ соответствует значению $W = 96,93$ в 2013 г., что соответствует уменьшению поголовья в 1,96 раза. Аналогичная зависимость численности популяции характерна и для индекса потока радиоизлучения $F_{10.7}$.

Рис. 3 демонстрирует вариации численности косули сибирской для вышеотмеченных условий в зависимости от потока радиоизлучения Солнца (индекса $F_{10.7}$). Максимальное значение численности популяции $N = 75685$ зарегистрировано в 2019 г. при значении $F_{10.7} = 69,5$. Минимальное количество $N = 38670$ соответствует понижению численности косуль в 1,96 раза при значении $F_{10.7} = 127,4$. Очевидно данный факт можно объяснить влиянием активного солнечного излучения на жизнедеятельность биологического организма, интенсификация которого в какой то степени угнетает жизнедеятельность клетки, усиливая процессы окисления и

газообмена в ней. Общеизвестно, что активность Солнца также влияет на организм человека и животного и работу биологического организма на макро- и нано-уровнях.

Установлено, что повышение уровня активности Солнца оказывает влияние и на здоровье человека. Результаты исследований, представленные на ведущей медицинской конференции, посвященные изучению гелиобиосферных связей биологических объектов на здоровье человека, подтверждают этот факт. Особенно значимо влияние интенсивного излучения Солнца на деятельность сердечно-сосудистой системы [9]. Солнце, влияя на жизнедеятельность живого организма, также влияет на функционирование кровеносной, лимфатической и дыхательной систем, и энергоинформационные связи живого организма на макро- и нано уровнях [7, 8]. Кроме того важную роль для жизнедеятельности человека и животного играет наличие полноценной питьевой воды, являющейся катализатором всех биохимических процессов [10].

Выводы. Анализируя данные проведенных исследований можно сделать предварительные выводы о наличии корреляционной взаимосвязи численности популяции косули сибирской на территории Иркутской области от гелиогеофизических параметров.

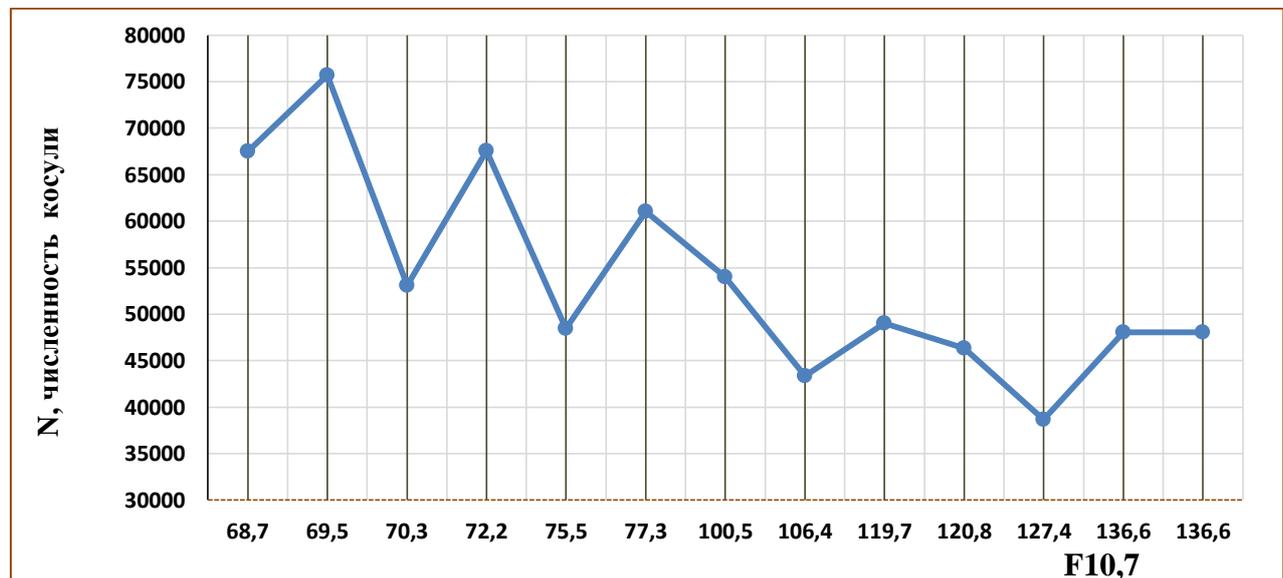


Рисунок 3. Численность сибирской косули и индекс $F_{10.7}$

Уровень вариации численности популяции взаимосвязан с соответствующими изменениями гелиогеофизических условий. Отмечена тенденция к понижению численности поголовья при увеличении индексов W и $F_{10.7}$. Интенсивность солнечного излучения влияет на процессы в земной атмосфере, которые в свою очередь оказывают влияние на биологические организмы и отражаются на численности популяции косули сибирской в том числе.

Список литературы

1. *Антонец Н. В.* Прогнозирование численности мелких млекопитающих и солнечная активность / Н. В. Антонец, А. К. Балалаев, М. С. Шумкова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – № 8. – С. 106-113.
2. *Бруевич Е.А.* Циклическая активность Солнца по наблюдениям индексов активности на разных временных шкалах/ Е.А. Бруевич, Г.В. Якунина // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2015. – № 4. – С. 66-74.
3. *Buzunova M.Y.* An empirical model of ionospheric F1 layer parameters/ M.Y. Buzunova, V.E. Sukhodolskaya, M.K. Ivelskaya //Advances in Space Research (includes Cospar Information Bulletin). – 1988. – Т. 8. – № 4. –С. 173-176.
4. *Бузунова М.Ю.* Пространственно-временные вариации вероятности существования и степени развития слоя F1/ М.Ю.Бузунова, В.Е.Суходольская, М.К. Ивельская // Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. –1986. –№75. –С.54-58.
5. *Buzunova M.U.* Energie-informationsaustausch in pflanzen, finschlieblich / M.U. Buzunova // Проблемы научной мысли. –2021. – Т.6. – № 3|.– С.7-13.|
6. *Кассал Б.Ю.* Влияние циклических изменений абиотических факторов на популяцию акклиматизированных зверей в Омской области / Б.Ю.Кассал // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона. – 2017.–С.111–113.
7. *Кутимская М.А.* Энергетическое и информационное взаимодействие между макро-, микро- и наноструктурами живых организмов / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Биоэнергетика кровеносной, лимфатической и дыхательной системы. – Иркутск. –2011. – Том Часть 1. –111С.
8. *Кутимская М.А.* Коммуникации в макро-, микро- и наноструктурами живых организмов/ М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-14-2008). Материалы 14-ой Международно-практической конференции. – 2008. –С. 251-257.
9. *В.О. Федотова.* Гелиобиология. Влияние солнечной активности на здоровье человека/ В.О. Федотова// Бюллетень медицинских конференций –2015. –Т.5. –№5. – С.660.
10. *Кутимская М.А.* Роль воды в основных структурах живого организма / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова //Успехи современного естествознания. –2010. –№10. – С43–45.

Сведения об авторах

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500557333, e-mail: bmirk@mail.ru).

Майорова Елизавета Константиновна – студентка 2 курса направления подготовки 06.03.01 «Биология» института управления природными ресурсами, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел 89526378767, E-mail: elizavetakurenkova9@gmail.com

УДК 523.9

**ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЧИСЛЕННОСТЬ
ПОПУЛЯЦИИ БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Елаев Д.Е., Бузунова М.Ю.,
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,**

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В настоящей работе проведено исследование влияния гелиогеофизических условий на численность популяции белки обыкновенной на территории Сибирского Федерального округа (СФО). В качестве числового показателя солнечной активности выбраны: международное число солнечных пятен Вольфа и индекс потока радиоизлучения Солнца $F_{10.7}$, полученные в Мировом центре данных солнечно-земной физики. Исследования проведены на основе данных по вариациям численности популяции белки за двадцатилетний период с 2000 по 2020 годы, и в целом соответствуют двум циклам солнечной активности. Установлено наличие определенной корреляции численности популяции белки обыкновенной на СФО с индексом солнечной активности W и потоком радиоизлучения $F_{10.7}$. Получены уравнения регрессии. Достоверность аппроксимации составила в среднем 0,7.

Ключевые слова: солнечная активность, числа Вольфа, гелиогеофизические условия, белка обыкновенная, поток радиоизлучения, численность популяции, корреляция.

Белка несомненно является ценным пушным зверьком важным для пушного промысла Урала, Сибири и Дальнего востока. Популяция этого лесного зверька и его видовой состав, заселяющего в основном средневозрастные хвойные, лиственные и перемешанные леса постоянно варьирует и зависит от температурно-влажностного режима, экологических условий, урожая хвойных культур, роста популяции хищников, вырубки лесного фонда, суровых климатических и гелиогеофизических условий [1,5]. Основной пищей для белки являются семена хвойных (ели, лиственницы), кедровые орехи, шляпочные и почвенные зверьки. Главным способом получения сведений по численности обыкновенной белки является зимний маршрутный учет (ЗМУ). При применении этого способа учета есть вероятность получить некоторый недоучет, связанный с биологической спецификой данного вида, т.к. белка проводит в основном древесный образ жизни. Тем не менее, ЗМУ может применяться как для получения безусловных показателей численности, так и для фиксации динамических процессов, случающихся в популяции. Однако существуют немалые сложности при подсчете численности белки, связанные в том числе с ее миграцией в начале осени даже на расстояния до 350 км. Кроме того численность белки сильно зависит от урожая основных кормов и в период плохого урожая может сократиться в десятки раз обычно через год после неурожая кормов. [6]

Цель работы исследовать корреляцию численности белки обыкновенной в Сибирском Федеральном округе за период с 2000 по 2020 годы от уровня солнечной активности.

Продолжительность солнечного дня и количество солнечных дней году оказывает значимое влияние на жизнедеятельность всех без исключения биологических объектов на Земле. Все биологические процессы на Земле связаны с воздействием на поверхность земли солнечного излучения, нагревающего Землю и определяющего тепловой режим планеты.

Научные исследования последних лет доказали очевидный факт влияния на жизнедеятельность биологических объектов и растений гелиогеофизических факторов и погодных условий, зависящих в том числе от конфигурации ионосферных слоев [3,4]. Поток излучения, исходящий от солнца, являющегося мощным источником космической энергии, может активно воздействовать на организм человека и животного. Различные виды солнечного излучения и потоки заряженных частиц оказывают влияние на жизнь на нашей планеты. Солнце, определяя экологию нашей планеты, дает свет и тепло, необходимые для растительного и животного мира, и формирует важнейшие свойства атмосферы Земли и поддерживает жизнь на Земле.

Солнечным ритмам подчиняются миграции стада крупнорогатого скота, птицы в перелетах, циклы размножения бактерий и вирусов. В литературе отмечено, что наиболее сильные природные катаклизмы всегда наблюдались в период максимума солнечной активности. Существуют научные публикации о связи сердечно-сосудистых и других заболеваний с солнечной активностью [10]. Отмечено влияние на процесс акклиматизации и жизнедеятельности животных абиотических факторов, таких как солнечная активность, уровень влажности территории, глубина снежного покрова и т.д. [6,7]. Солнце, а главным образом солнечная активность и солнечный свет оказывают влияние на жизнедеятельность биологических объектов. Биофизические исследования кровеносной, лимфатической и дыхательной систем, в том числе энергоинформационные связи живого организма на макро- и нано уровнях рассмотрены в работах [8,9]. Гелиогеофизические факторы несомненно оказывают влияние на жизнедеятельность человека и животного, с том числе и на межклеточном уровне, влияя на процессы энергообмена и фотосинтеза.

В настоящей работе в качестве основных критериев исследования для определения уровня активности Солнца выбраны пятна Вольфа, характеризующие количество солнечных пятен, и поток радиоизлучения на волне 10,7 см. Индекс $F_{10.7}$ сегодня наиболее часто используется при мониторинге и прогнозе уровня активности солнца. Солнечные пятна являются мощными областями магнитного поля, мешающими конвективному течению вещества, температура в их центре достигает 3000-4500⁰ К. Практически с основания экспериментальных наблюдений за пятнами на Солнце они стали основным подтверждением наличия 11-

летнего цикла солнечной активности. Если составлять более точный цикл, то его усреднённая продолжительность составляет около 11,2 лет, и изменяется в интервале от 7 до 17 лет [2].

Вторым параметром является поток силы радиоизлучения Солнца индекс $F_{10.7}$, прекрасно коррелирующий с общей площадью, степенью ультрафиолетового излучения и количеством солнечных пятен.

Материал и методики. В проведенном исследовании использовались гелиогеофизические индексы: числа Вольфа (W) и интенсивность радиоизлучения на длине волны 10,7 см ($F_{10.7}$). Данные индексы были получены в Мировом центре данных солнечно-земной физики (Колорадо, США). Исследования проведены на основе данных по вариациям численности популяции белки (по данным государственного мониторинга) за двадцатилетний период с 2000 по 2020 годы и в целом примерно соответствуют двум последовательным циклам солнечной активности. На рис. 1 приведена зависимость солнечных индексов W и $F_{10.7}$ для исследуемого двадцатилетнего периода по годам.

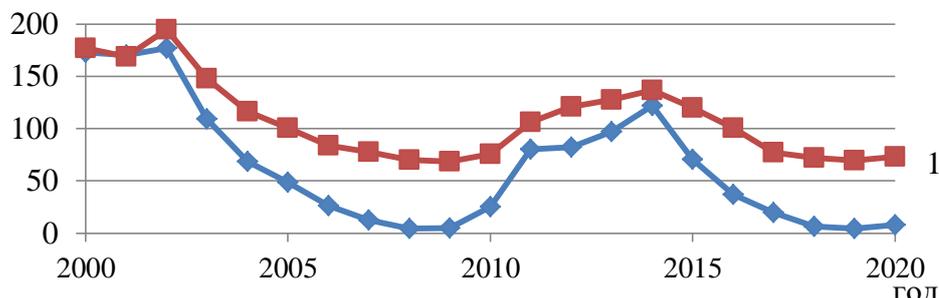


Рисунок 1- Годовые вариации солнечных индексов: 1-числа Вольфа W , 2- потока солнечного излучения $F_{10.7}$.

На графике отчетливо прослеживаются вариации вышеотмеченных параметров, соответствующие общеизвестным 11-летним циклам солнечной активности от максимума до минимума.



Среднее значение чисел Вольфа (W)

Рисунок 2- Зависимость численность белки обыкновенной от числа пятен Вольфа – W .

Полученные данные были выстроены в порядке возрастания уровня солнечных индексов и представлены графически.

На рис. 2 приведена зависимость численности белки обыкновенной от числа пятен Вольфа в порядке их возрастания. Значения по оси x соответствуют конкретным значениям W , соотнесенным к исследуемым годам. Приведена линия тренда, коэффициент достоверности аппроксимации для прямой линии составляет 0,67, а для логарифмической аппроксимации 0,71.

Прослеживается определенная тенденция к снижению численности популяции при повышении уровня солнечной активности. Так если при уровне солнечной активности $W=6,52$ численность белки составила 4050000 шт, то при ее повышении до $W=173$ она уменьшалась до 270000 шт.

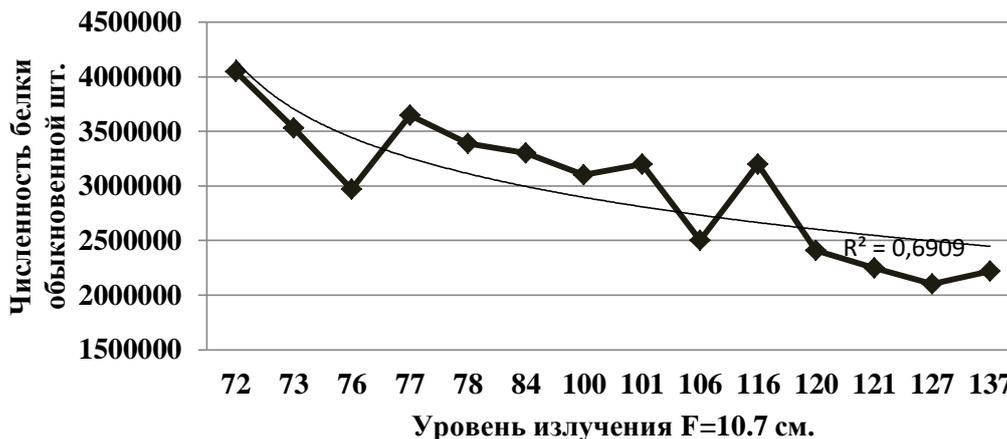


Рисунок 3- Зависимость численность белки обыкновенной от индекса $F_{10.7}$ (потока радиоизлучения на волне 10,7 см)

На рис. 3 показаны вариации численности поголовья белки в зависимости от индекса $F_{10.7}$. Приведена линия тренда. Коэффициент достоверности аппроксимации составляет 0,691. Следует отметить наличие определенной тенденции к снижению численности популяции с повышением солнечного индекса $F_{10.7}$. Так с средним при низком индексе потока радиоизлучения $F_{10.7} = 73$ численность белки соответствует 4050000 шт., при повышении индекса $F_{10.7} = 137$ численность белки падает и составляет 2220000 шт. Возможно активное солнечное излучение, возбуждая более активное протекание и интенсификацию внутриклеточных процессов, увеличивая окисления и усиливая процессы газообмена, постепенно угнетает клетки биологического организма.

Исследования вариаций численности белки Обыкновенной в Сибирском Федеральном округе за 2000 по 2021 года в зависимости от уровня солнечной активности и основных гелиогеофизических параметров: пятен Вольфа и потока радиоизлучения $F_{10.7}$ позволяют говорить о наличии определенной тенденции к понижению популяции белки при повышении уровня активности солнца. Зависимость близка к линейной, коэффициент достоверности аппроксимации в среднем составляет 0,7. Однако для более

надежного подтверждения результата целесообразно провести аналогичные исследования по численности популяции белки для других территориальных округов нашей страны.

Список литературы

1. *Агафонов Г.М.* Популяционные и географические различия в многолетней динамике численности белки / Г.М. Агафонов, Л.Н. Ермаков // Байкальский зоологический журнал. – 2013. – №5. – С.106-112.

2. *Бруевич Е.А.* Циклическая активность Солнца по наблюдениям индексов активности на разных временных шкалах / Е.А. Бруевич, Г.В. Якунина // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2015. – № 4. – С. 66-74.

3. *Визунова М.У.* An empirical model of ionospheric F1 layer parameters / М.У. Buzunova, V.E. Sukhodolskaya, M.K. Ivelskaya // Advances in Space Research (includes Cospar Information Bulletin). – 1988. – Т. 8. – № 4. – С. 173-176.

4. *Бузунова М.Ю.* Пространственно-временные вариации вероятности существования и степени развития слоя F1 / М.Ю.Бузунова, В.Е.Суходольская, М.К. Ивельская // Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. – 1986. – №75. – С.54-58.

5. *Кассал Б.Ю.* Белка обыкновенная : популяционный ответ на урожайность кедра сибирского / Б.Ю. Кассал // Омская биологическая школа. Межвузовский сборник научных трудов. Ежегодник. – Омск. – 2012. – С. 133-139.

6. *Кассал Б.Ю.* Влияние циклических изменений абиотических факторов на популяцию акклиматизированных зверей в Омской области / Б.Ю.Кассал // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона. – 2017. – С.111–113.

7. *Кутимская М.А.* Роль воды в основных структурах живого организма / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Успехи современного естествознания. – 2010. – №10. – С43-45.

8. *Кутимская М.А.* Энергетическое и информационное взаимодействие между макро-, микро- и наноструктурами живых организмов / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Биоэнергетика кровеносной, лимфатической и дыхательной системы. – Иркутск. – 2011. – Том Часть 1. – 111С.

9. *Кутимская М.А.* Коммуникации в макро-, микро- и наноструктурами живых организмов / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-14-2008). Материалы 14-я Международно-практической конференции. – 2008. – С. 251-257.

10. *В.О. Федотова.* Гелиобиология. Влияние солнечной активности на здоровье человека / В.О. Федотова // Бюллетень медицинских конференций – 2015. – Т.5. – №5. – С.660.

Сведения об авторах

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500557333, e-mail: bmirk@mail.ru).

Елаев Даниил Евгеньевич - студент 2 курса факультета охотоведения, направления подготовки «Биология» (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89500712485, e-mail: Danyelaev2003@gmail.ru).

УДК 523.9

**ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ЗАЙЦА РУСАКА**

Каргина Д.А., Бузунова М.Ю.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,

п. Молодёжный, Иркутский р-н, Иркутская обл., Россия

Исследована зависимость численности популяций зайца русака на территории Сибирского Федерального округа от уровня солнечной активности. В качестве основных показателей используются основные международные показатели: число пятен Вольфа и индекс F10.7, характеризующий поток радиоизлучения на волне 10,7 см. Проведен анализ вариации численности популяции зайца за период с 2000 по 2021 г., равный примерно двум циклам активности Солнца. В результате исследований установлена определенная взаимосвязь между вариациями численности белки и выбранными гелиогеофизическими индексами на территории Сибирского Федерального округа. С ростом солнечной активности отмечено незначительное понижение численности популяции.

Ключевые слова: популяция, заяц русак, солнечная активность, числа Вольфа, поток радиоизлучения, индекс F10.7, корреляция.

Являясь неотъемлемой частью лесного биогеоценоза, представители животного мира постоянно подвергаются различным воздействиям окружающей среды. Влияя на биосферу – ноосферу солнечное излучение также оказывает непосредственное влияние на жизнедеятельность живого биологического организма на клеточном уровне, стимулируя процессы энергообмена, фотосинтеза и обновления клеток [7]. Влияние солнечной радиации на численность домашних и диких животных определяется изменением климатических и метеорологических условий, влажности, температуры, популяции хищных зверей и наличия кормовой базы [1, 3, 7]. Поэтому задача исследования вариаций численности любого подвида животных в зависимости от уровня активности Солнца является весьма многофакторной и довольно сложной. В настоящей работе мы не рассматриваем влияние других определяющих вышеотмеченных факторов на численность зайца русака, а исследуем его вариации только от гелиогеофизических факторов. Следует также учесть долю субъективизма при подсчете численности поголовья, связанную в том числе с миграцией зайцев при определенных условиях (наличие кормовой базы, погодные и климатические условия, уровень снежного покрова и т.д.). Движение численности видов зависит от изменений климата и кормовой базы, причём корм является первостепенным фактором, регулирующим численность и пространственное распределение популяции зайца русака наряду с уровнем влаги[4].

Солнечная активность – это сложный комплекс явлений и процессов, связанных с эволюцией магнитных полей в солнечной атмосфере. Изучение солнечной активности имеет большое фундаментальное и практическое значение для предсказания космического климата, а также процессов в

атмосфере Земли. Общепринято, что солнечная активность измеряется относительным числом солнечных пятен или числами Вольфа (SSN). [5]

Целенаправленные радионаблюдения за вариациями излучения хромосферы и нижней короны положили начало исследованиям международного индекса – потока радиоизлучения с длиной волны 10,7 см (2,8 ГГц) – F10.7, который сегодня применяется для мониторинга и прогноза уровня солнечной активности.

В современных условиях выяснение значимости влияния факторов, связанных с гелиогеофизическими условиями, на биологические объекты является весьма насущной междисциплинарной проблемой. В настоящее время имеется достаточное количество данных указывающих на то, что многие явления: от биохимических процессов внутри клетки до событий, происходящих на популяционном уровне, связаны с гелиогеофизическими факторами. [7]

Проблема поиска биофизического механизма таких воздействий, а также решение проблемы природы действующего гелиогеофизического агента особенно актуальны в этой области исследований. В связи с этим большое значение имеют исследования, посвященные изучению гелио-биосферных связей биологических объектов. Установлено, что повышение уровня активности Солнца влияет на здоровье человека, особенно на деятельность сердечно-сосудистой системы [2,8]. Солнце, влияя на жизнедеятельность живого организма, также влияет и на функционирование кровеносной, лимфатической и дыхательной систем, и энергоинформационные связи живого организма на макро- и нано уровнях [6, 9,10].

Цель настоящих исследований – изучить особенности возможного влияния солнечной активности на динамику численности популяций зайца русака на территории Сибирского Федерального Округа. В работе использовались следующие гелиогеофизические индексы: числа Вольфа (W) – показатель относительного количества солнечных пятен; $F_{10,7}$ –поток радиоизлучения на длине волны 10,7 см с частотой 2800 МГц. Данные по индексам получены на основе Мирового центра данных солнечно-земной физики (Колорадо, США). Для анализа динамики численности популяции зайца русака послужил учет мелких млекопитающих на территории Сибирского федерального округа по данным госмониторинга.

Обсуждение результатов.

На рис.2 представлена зависимость численности популяции зайца-русака от числа солнечных пятен Вольфа. Данные представлены в порядке возрастания индекса солнечной активности W, значения по оси x соответствуют величине W за каждый год с 2000 по 2021. Следует отметить небольшое понижение численности популяции при значениях W от 26 до 96. Наибольшие значения (за исключением точек 2-4) наблюдаются в районе значений W от 3,62 до 19,5. В целом можно отметить наличие слабой тенденции к понижению численности зайца русака при повышении

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

активности Солнца. Однако данное утверждение нуждается в подтверждении с учетом более обширной базы данных по другим территориальным округам.

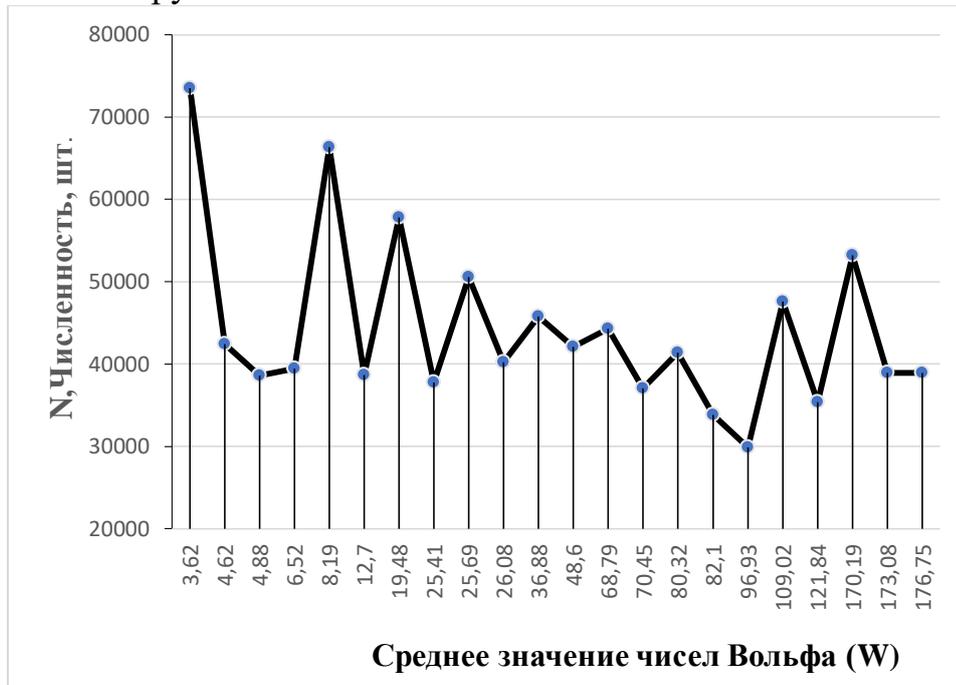


Рисунок 2. Зависимость численности зайца русака от пятен Вольфа

На рис.3 приведен график вариации численности поголовья зайца русака за период с 2000 по 2021 г. в зависимости от уровня потока



Рисунок 3. Зависимость численность зайца русака от потока радиоизлучения F_{10.7} радиоизлучения (индекса F_{10.7}).

Анализ данных позволяет отметить заметную динамику к небольшому понижению численности популяции зайца русака при увеличении индекса F10.7. Выброс данных для точек 2 и 3 очевидно можно связать с наличием субъективного фактора при подсчете численности.

В результате проведенных исследований можно высказать предположение о наличии корреляции между численность зайца рысака и гелиогеофизическими параметрами, характеризующими уровень солнечной активности (индексами W и F10.7). Однако полученные данные нуждаются в уточнении по данным других Федеральных территориальных округов.

Список литературы

1. *Антонец Н. В.* Прогнозирование численности мелких млекопитающих и солнечная активность / Н. В. Антонец, А. К. Балалаев, М. С. Шумкова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2013. – № 8. – С. 106-113.
2. *Баженов А. А.* Влияние гелиогеофизических факторов на здоровье человека/ А. А. Баженов, А. С. Аверина, М. В. Прикоп // Бюллетень ВСНЦ СО РАН. – 2016. – № 6. – С. 125-129.
3. *Баженов А.А.* Отклик биологических систем на геомагнитные возмущения / А.А. Баженов, М.В. Прикоп, А.С. Аверина, В.В. Суховская, А.В Ухова // Acta Biomedica scientific (East Siberian Biomedical Journal). –2018. –Т.3. –№ 5. – 126-131.
4. *Бахур О. В.* Биология лесных зверей и птиц. Основы охотоведения : учебное пособие / О. В. Бахур, А. И. Ровкач. — Минск : РИПО, 2015. — 324 с.
5. *Бруевич Е.А.* Циклическая активность Солнца по наблюдениям индексов активности на разных временных шкалах / Е.А. Бруевич, Г.В Якунина // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2015. – № 4. – С. 66-74.
6. *Vuzupova M.U.* Energie-informationsaustausch in pflanzen, finschlieblich / M.U. Vuzupova // Проблемы научной мысли. –2021. – Т.6. – № 3|.– С.7-13.|
7. Владимирский Б.М. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А.Л. Чижевского до наших дней) / Б.М. Владимирский, Н.Л. Темурьянц // М: Изд-во МНЭПУ. – 2000. – 374 с.
8. *Кутимская М.А.* Роль воды в основных структурах живого организма / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова //Успехи современного естествознания. –2010. –№10. – С43–45
9. *Кутимская М.А.* Энергетическое и информационное взаимодействие между макро-, микро- и наноструктурами живых организмов / М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Биоэнергетика кровеносной, лимфатической и дыхательной системы. – Иркутск. –2011. – Том Часть 1. –111С.
10. *Кутимская М.А.* Коммуникации в макро-, микро- и наноструктурами живых организмов/ М.А. Кутимская, М.Ю.Бузунова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-14-2008). Материалы 14-я Международно-практической конференции. – 2008. –С. 251-257.

Сведения об авторах

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500557333, e-mail: bmirk@mail.ru).

Каргина Диана Александровна – студентка 2 курса направления подготовки 06.03.01 «Биология» института управления природными ресурсами, Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89149047166, E-mail: dianakar2002@yandex.ru)

УДК 62-52

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ В СВИНАРНИКЕ ОТКОРМОЧНИКЕ

Крылов Д.С., Боннет В.В.

ФГБОУ ВО иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Процессы приготовления и раздачи корма является одними из самых трудоемких, на их долю приходится больше половины общих затрат на обслуживание и уход за животными. От своевременной доставки и раздачи кормов по кормушкам в значительной мере зависит эффективность скармливаемого корма и получение высоких и стабильных привесов у животных.

В работе представлен проект усовершенствования системы жидкого кормления «Comrig» свинарника откормочника. В работе предложено заменить тупиковую систему раздачи корма, на кольцевую с внедрением ёмкости под техническую воду, а также усовершенствовать платы управления сенсорными датчиками кормушек. Модернизация позволит повысить производительность труда и устранить перелив кормовой смеси в кормушки.

Ключевые слова: кормоприготовление, кормовая смесь, центробежный насос, система жидкого кормления, асинхронный двигатель, свинарник откормочник.

Основным направлением развития современного сельского хозяйства является электрификация и автоматизация технологических процессов. Это позволяет снизить трудоемкость процессов, повысить производительность труда, оптимизировать численность работников, улучшить качество продукции и снизить затраты на ее производство [5, 9, 10]. Рациональному использованию автоматизированных технологических линий в сельском хозяйстве препятствует их неэффективная эксплуатация по ряду причин [2, 4]. В основном это происходит по следующим причинам: неправильный выбор электродвигателя, гидроудары, неэффективное охлаждение, отсутствие технического обслуживания и диагностирования, наличие агрессивной среды и т.д. [3, 6, 8].

Содержание свиней на откорме проводят в специализированных помещениях – свинарниках откормочниках. Эти помещения рассчитаны на содержание свиней группами по 25-30 голов в секциях с применением комплексной механизации всех технологических процессов [1]. Откорм является заключительным этапом в производстве свинины, определяющим в основном, как его качество, так и рентабельность производства. Приготовление и раздача кормов является одним из трудоемких процессов, на их долю приходится 50-60 % от общих затрат на обслуживание и уход за животными, от своевременной доставки и раздачи кормов по кормушкам в значительной мере зависит эффективность скармливаемого корма и получение высоких и стабильных привесов у животных. Кормовые смеси состоят из большого количества питательных веществ, необходимых для

получения максимального биологического продуктивного и экономического эффекта от животных [7].

В мире используется две системы кормления: система жидкого кормления и система сухого кормления. На СХПК «Усольский свинокомплекс» используется система жидкого кормления с помощью установки «Comrig», это компьютеризированный комплект оборудования для автоматизированного кормления свиней в хозяйстве. При этом ряд жидких и твёрдых компонентов корма перемешиваются в кормовую смесь, пригодную для перекачки насосами в тупиковый распределительный кормопровод с дозированной выдачей по весу через кормовые клапана в животноводческом помещении.

Применяется тупиковая система по выдаче кормовой смеси с промывкой трубопровода, для этого в установке используются сенсорные датчики в кормушках, с помощью которых регулируется количество корма, а специальное программное обеспечение выполняет контроль и регулировку кормления животных. При тупиковой системе трубопровода при последующих заполнениях его кормовой смеси, происходит вытеснение воды последовательно на все кормораздаточные клапана с равной долей имеющейся массы в кормопроводе. Чем чаще кратность кормления и длина трубопровода, тем больше количество воды кормораздаточными клапанами будет выдано в кормушки.

Существенным недостатком данной системы является то, что от первого кормления до следующего кормления корм находится в трубопроводе, что в жаркий период времени способствует распространению микробов и расслоению кормовой смеси в трубопроводе. Кроме этого, при закрывании кормораздаточного клапана происходят гидроудары в трубопроводе, вследствие чего корпуса клапанов выходят из строя. Гидроудары связаны с высоким давлением в трубопроводе в 10 бар, так как установленные последовательно друг за другом центробежные насосы, при закрывании кормораздаточного клапана не отключаются. Действие химически активной среды в животноводческом помещении приводит к отказам плат управления сенсорных датчиков кормушек, так как они расположены в распределительной коробке на трубопроводе вблизи кормораздаточных клапанов.

Нами предлагается заменить тупиковую линию кормопровода, на кольцевую с емкостью под техническую воду. На рисунке 1 представлена усовершенствованная технологическая схема кормления с емкостью для технической воды.

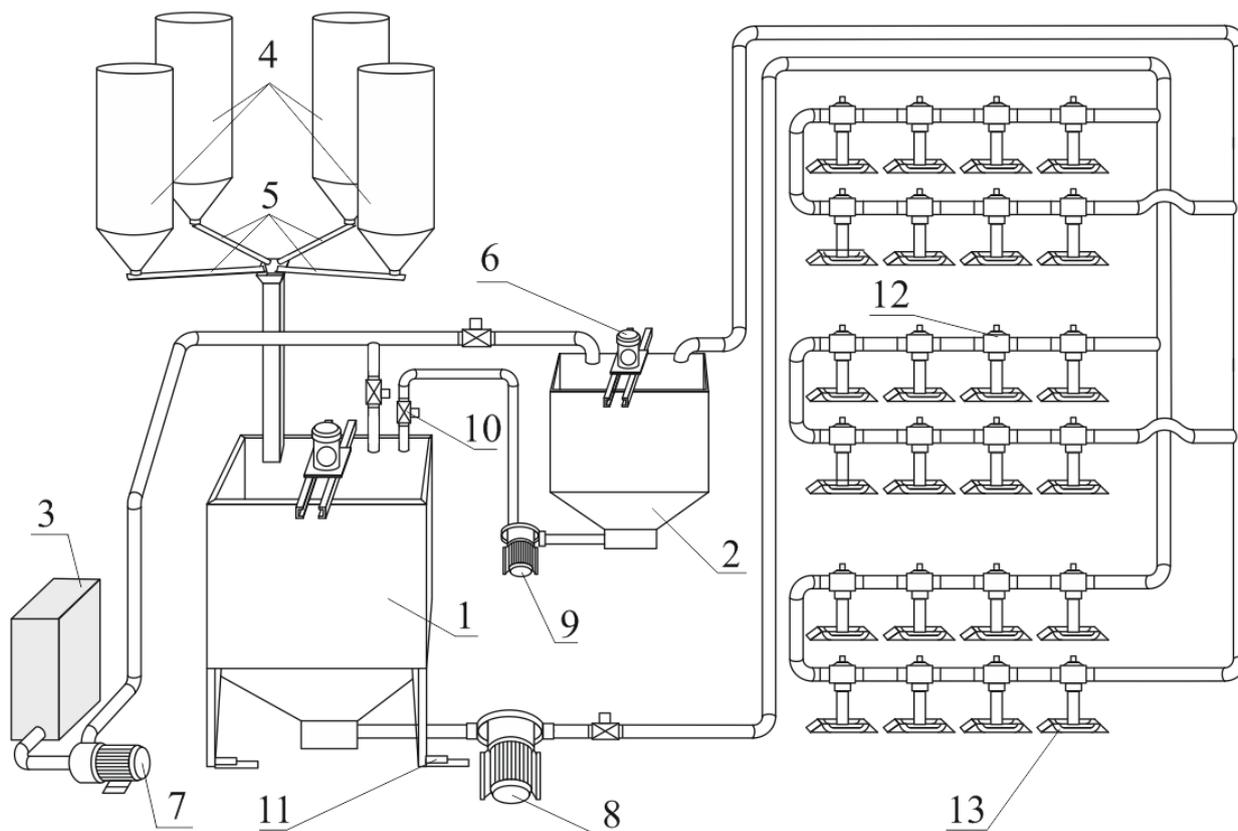


Рисунок 1 – Усовершенствованная технологическая схема кормления

Технологическая схема кормления состоит из следующих основных элементов:

1. Емкость для приготовления и раздачи корма.
2. Емкость для технической воды.
3. Емкость для чистой воды.
4. Загрузочный бункер.
5. Шнек.
6. Мешалка.
7. Насос перекачки воды.
8. Кормовой насос.
9. Насос технической воды.
10. Электропневматические шаровые краны.
11. Весы.
12. Кормораздаточный трубопровод с клапанами.
13. Кормушки.

В усовершенствованной технологической схеме кормления компьютер начинает в заданный период времени смешивать корм. Необходимая для этого информация (количество корма, процентная доля различных кормовых компонентов) предварительно программируется в программном обеспечении - программе кормления. Вначале подаются в бак-смеситель жидкие кормовые компоненты. В комплекте оборудования с промывной трубой вначале выгружается в бак-смеситель цистерна с технической водой, если количество

воды из цистерны с технической водой недостаточно, то автоматически подливается свежая вода (или другой жидкий компонент корма), затем в бак-смеситель производится дозированная подача всех других сухих компонентов корма, которые нужны для кормовой смеси. Тензометрические датчики под баком-смесителем контролируют точность дозировки по весу и передают фактическую информацию на компьютер. Кормовая смесь перекачивается в трубопровод первого кормопровода, где открывается прямой и обратный клапан. Тем самым вытесняется свежая вода, находящаяся в периоде между кормлениями в нём, в ёмкость для технической воды. Корм закачивается до последнего кормового клапана и закрывается обратный клапан, после этого производится дозированная раздача корма последовательно на кормовые клапана.

Длина кормопровода и количество корма находящегося в кормопроводе известна компьютеру и соответственно учитывается при замешивании кормовой смеси. Взвешивание корма проводится при помощи измерения изгиба стержней с датчиком, которые установлены под чанами для смешивания корма и его выдачи. Как при дозированной подаче кормовых компонентов, так и при дозированной раздаче кормовой смеси, изгибными стержнями учитывается изменение веса содержимого чана. Результаты измерений посылаются посредством первичного преобразователя (трансммиттера) на компьютер для кормления, который управляет дальнейшим кодом процесса приготовления кормовой смеси и его раздачи. Когда в емкости для приготовления и раздачи корма, достигнут ограниченный и наименьший вес, заливается чистая вода таким количеством, которое необходимо для данного поддержания кормопровода и происходит проталкивание корма на последние клапана чистой водой. Кормление на других кормопроводах имеет тот же процесс, что описан выше.

Модернизация системы кормления «Comrig» позволяет повысить надёжность оборудования, снизить расход воды, улучшить качество корма за счет снижения его закисания. Исключение гидроударов, обеспечивает стабильность давлений в кормопроводах, что увеличивает срок службы клапанов, сальниковых уплотнений и минимизирует затраты на обслуживание оборудования. Экономия от применения кольцевой системы кормораздачи при эксплуатации, достигается за счет уменьшения технологических потерь, снижения потребления электроэнергии и минимизации затрат на ремонтные работы за счет сокращения сроков простоя оборудования.

Список литературы

1. *Бажов, Г. М.* Справочник свиновода / Г. М. Бажов, В. А. Погодаев, Л. А. Бахирева. – Москва : Издательство "Колос", 2009. – 288 с.
2. *Бородин И.Ф., Судник Ю.А.* Автоматизация технологических процессов.- М.: Колос, 2004.- 344 с.
3. Виртуальная модель асинхронного двигателя в ортогональной системе координат / А. Ю. Прудников, В. В. Боннет, А. Ю. Логинов, Я. В. Боннет // Актуальные

вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 23–24 сентября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 112-119.

4. Концепция обеспечения надежности в электроэнергетике / *Н.И. Воронай, Г.Ф. Ковалев, Ю.Н. Кучеров [и др.]*. – М.: Энергия, 2013. – 212 с.

5. *Пешков А. А.* Повышение эффективности работы газовой камеры инкубатора / *А. А. Пешков, А. Ю. Прудников, Я. В. Боннет, М. В. Боннет* // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской научно-практической конференции, п. Молодежный, 05–06 марта 2020 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 84-89.

6. Результаты моделирования асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора в режиме холостого хода / *А. Ю. Прудников, В. В. Боннет, А. Ю. Логинов, Я. В. Боннет* // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 23–24 сентября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 119-125.

7. *Свинарев, И.* Проблемы и перспективы индустриального свиноводства / *И. Свинарев* // Животноводство России. – 2020. – № 11. – С. 20-23. – DOI 10.25701/ZZR.2020.95.33.013.

8. *Синельников А.М.* Техническое обслуживание и эффективность диагностирования асинхронных электродвигателей / *А.М. Синельников, В.В. Боннет* // Вестник ИрГСХА. – 2009. – Вып. 37. – С. 94-98.

9. *Тунханеева А. Г.* Автоматизация управления сушкой зерна как поточный информационный процесс / *А. Г. Тунханеева, А. Ю. Логинов, А. Ю. Прудников* // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 25–26 марта 2021 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 280-286.

10. *Тунханеева А. Г.* Рекуперативная система вентилирования как способ энергосбережения / *А.Г. Тунханеева, А.Ю. Логинов, А.Ю. Прудников* // «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК» – Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, - 2020 - С. - 350-356

Сведения об авторах

Крылов Дмитрий Сергеевич - студент, кафедры электроснабжения и электротехники Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89500621904, e-mail: bvvirk@mail.ru).

Боннет Вячеслав Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики Иркутского государственного аграрного университета имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89500621904, e-mail: bonnet74@mail.ru).

УДК 632.9:633.1

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ SIMULINK

Перфильев В.А., Кузнецов Б.Ф., Клибанова Ю.Ю

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,

п. Молодёжный, Иркутский район, Россия

Современное развитие России, характеризующееся увеличением мощности нагрузок на предприятиях, автоматизацией производственных процессов, ростом коммунально – бытовых нагрузок, влечёт за собой ухудшение качества электрической энергии в системах электроснабжения и как следствие приводит к снижению эффективности работы и сокращения срока службы как электроприёмников, так и самих систем электроснабжения.

Переход к концепции интеллектуальных сетей (Smart Grid) в развитии электроэнергетических систем и внедрение интеллектуальных систем управления электросетевым хозяйством на базе цифровых технологий – один из пунктов Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [9].

В данной работе рассматривается процесс создания модели для анализа работы электрической сети 0.38 кВ с последующим её использованием для расчёта коэффициентов несимметрии по обратной и нулевой последовательности.

В статье для анализа будут использоваться схема электроснабжения участка села Баклаши от ТП – 505 ТМГ – 400 кВА, электрические сети которого выполнены воздушными линиями электропередачи с использованием самонесущих изолированных проводов (СИП).

Ключевые слова: интеллектуальные сети, несимметрия напряжений, качество электрической энергии, обратная и нулевая последовательность.

Общие сведения о среде математического моделирования Simulink

Simulink – это подсистема имитационного математического моделирования динамических процессов. Simulink является составной частью пакета Matlab и полностью интегрирован с ним [2, 3].

Модель в Simulink представляет собой набор графических блоков, представляющих компоненты объекта или какие – то функциональные элементы и направленных связей между ними.

Каждый блок имеет набор настраиваемых параметров. При создании модели пользователь может модернизировать или создавать свои собственные блоки, а также конфигурировать новые библиотеки блоков.

При моделировании пользователь может выбрать метод решения дифференциальных уравнений, а также способ изменения модельного времени (фиксированный или переменный шаг). Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц. В процессе моделирования есть возможность следить за процессами, происходящими в системе. Для этого в составе библиотеки Simulink используются специальные устройства наблюдения [4, 5].

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

После создания модели запускается моделирование, воспроизводящее процессы во времени, происходящие в объекте. Этот этап называется – **симуляцией**.

Описание виртуальной модели

Виртуальная модель сельской электрической сети 0,38 кВ (рисунок 1) создана на основе реальной электрической сети (рисунок 2) и представлена простейшей четырёхпроводной сетью, которая состоит из трёхфазного источника напряжения, трансформатора, четырёхпроводной ЛЭП выполненной проводами СИП, трёхфазного потребителя и однофазной нагрузки [1, 6].

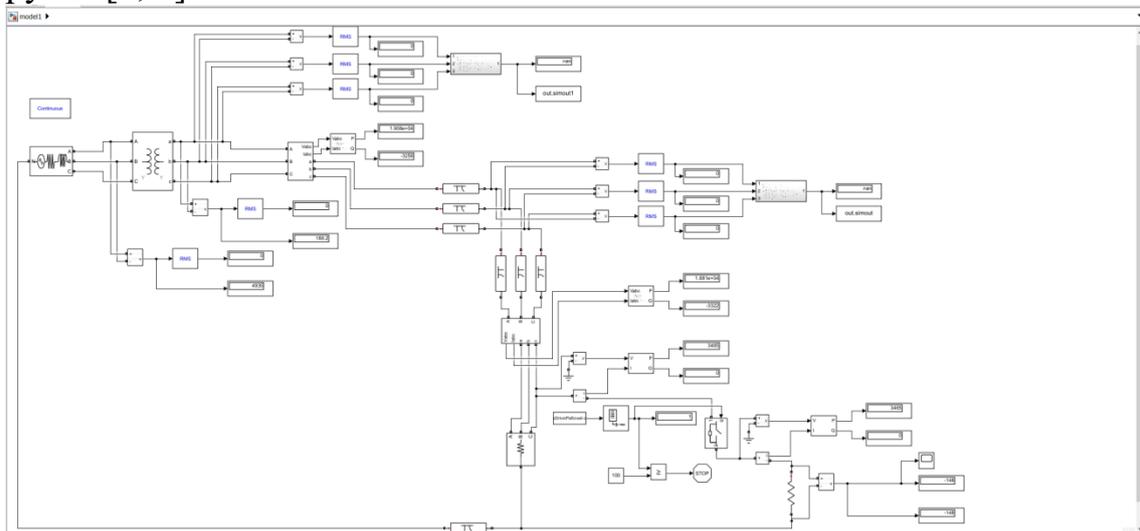


Рисунок 1 – Схема виртуальной модели сельской электрической сети 0,38 кВ

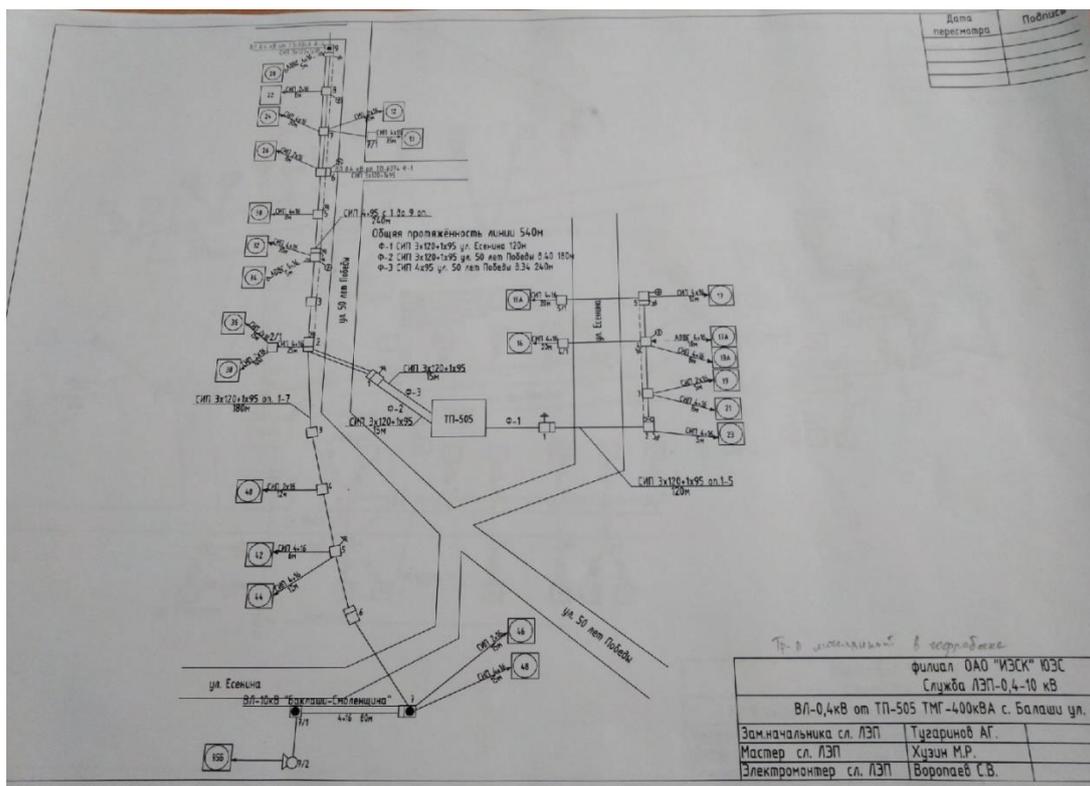


Рисунок 2 – Схема реальной сельской электрической сети 0,38 кВ

Схема виртуальной модели сельской электрической сети состоит из [10]:

1. Блока трёхфазного источника напряжения (Three – PhaseSource) из библиотеки SimPowerSistem / ElectricalSources.

Назначение блока:

Моделирует трёхфазный источник напряжения. Модель построена на основе трёх источников переменного напряжения, соединённых в звезду с нулевым проводом или без него. Каждая фаза источника обладает внутренним активно – индуктивным сопротивлением. Внутренние сопротивления всех фаз источника одинаковы. Внутреннее сопротивление источника может быть задано непосредственно с помощью значений сопротивления и индуктивности фазы или косвенно, с помощью параметров короткого замыкания.

Основные параметры блока:

- Действующее значение линейного напряжения (В).
- Частота источника (Гц).
- Соединение фаз источника. Значение выбирается из списка:
- Y – звезда.
- Y_n – звезда с нулевым проводом.
- Y_g – звезда с заземлённой нейтралью.

2. Блока трёхфазного двухобмоточного трансформатора (Three – Phase Transformer) из библиотеки SimPowerSistem / Elements.

Назначение блока:

Моделирует двухобмоточный трёхфазный трансформатор. Модель построена на основе трёх однофазных трансформаторов. Модель трансформатора учитывает нелинейность характеристики намагничивания материала сердечника. Активные сопротивления и индуктивности обмоток, а также параметры цепи намагничивания задаются в относительных единицах аналогично модели трансформатора без учёта насыщения сердечника.

Характеристика намагничивания задаётся аналогично модели трансформатора с учётом насыщения сердечника.

Основные параметры блока:

- Номинальная полная мощность (ВА) и частота (Гц) трансформатора.
- Схема соединения первичной и вторичной обмоток. Значение выбирается из списка:
- Y – звезда.
- Y_n – звезда с нейтралью.
- Y_g – звезда с заземлённой нейтралью.
- Параметры первичной и вторичной обмоток:
- Линейное напряжение (В).
- Активное сопротивление обмотки (о.е).
- Индуктивность обмотки (о.е).
- Измеряемые переменные. Значения выбираются из списка:

- None – нет переменных для измерения.
- Winding voltages – напряжение обмоток.
- Winding currents – токи обмоток.
- Flux and excitation currents – поток и ток холостого хода.
- Flux and magnetization current – поток и ток намагничивания.
- All measurements – все напряжения, токи и поток.

3. Блоков, моделирующих фазные и нулевой провода сети 0.38 кВ (Pi Section Line) из библиотеки SimPowerSistem / Elements. Однофазные блоки используются с целью моделирования параметров линии при различных длинах фазных проводов и различных сечений фазных и нулевого провода.

Назначение блока:

Моделирует однофазную линию электропередачи с сосредоточенными параметрами. В реальной линии электропередачи сопротивления, индуктивность и ёмкость равномерно распределены вдоль линии. Приближённая модель линии может содержать от одной до нескольких идентичных секций с сосредоточенными параметрами. Число секций зависит от диапазона, который необходимо охватить при моделировании.

Основные параметры блока:

- Частота работы линии (Гц).
- Сопротивление линии на 1 км длины (Ом / км).
- Индуктивность линии на 1 км длины (Гн / км).
- Ёмкость линии на 1 км длины (Ф / км).
- Длина линии (км).
- Измеряемые переменные. Значения выбираются из списка:
 - None – нет переменных для измерения.
 - Input and output voltages – входные и выходные напряжения.
 - Input and output currents – входные и выходные токи.
 - All voltages and currents – все напряжения и токи.

4. Блоков, моделирующих однофазную и трёхфазную нагрузку (Series RLC Load и 3 – Phase Series RLC Load) из библиотеки SimPowerSistem / Elements.

Назначение блоков:

Блок 3 – Phase Series RLC Load моделирует трёхфазную цепь, состоящую из трёх последовательных RLC нагрузок. Схема соединения цепей может быть различной.

Основные параметры блока:

- Схема соединения цепей. Значение выбирается из списка:
- Y (grounded) – звезда с заземлённой нейтралью.
- Y (floating) – звезда без нулевого провода.
- Y (neutral) – звезда с нулевым проводом.
- Delta – треугольник.

- Номинальное линейное напряжение (В).
- Номинальная частота (Гц).
- Активная мощность на три фазы (Вт).
- Реактивная мощность индуктивности на три фазы (ВАр).
- Реактивная мощность ёмкости на три фазы (ВАр).

Блок Series RLC Load моделирует последовательное включение резистора, индуктивности и конденсатора. Параметры цепи задаются через мощность цепи при номинальном напряжении и частоте.

Основные параметры блока:

- Номинальное напряжение (В).
- Номинальная частота (Гц).
- Активная мощность (Вт).
- Реактивная мощность индуктивности (ВАр).
- Реактивная мощность ёмкости (ВАр).
- Измеряемые переменные. Значения выбираются из списка:
 - None – нет переменных для измерения.
 - Branch voltage – напряжение на зажимах цепи.
 - Branch current – ток цепи.
 - Branch voltage and current – напряжение и ток цепи.

5. Измерителей активной и реактивной мощности (Active & Reactive Power) в начале и конце исследуемого участка сети из библиотеки SimPowerSistem / ExtraLibrary / Measurement.

6. Измерителей напряжения (Voltage Measurement) и измерителей тока (Current Measurement) из библиотеки SimPowerSistem / Measurement.

Назначение блоков:

Блок Voltage Measurement выполняет измерение мгновенного значения напряжения между двумя узлами схемы. Выходным сигналом блока Voltage Measurement является обычный сигнал Simulink, который может использоваться любым Simulink – блоком.

Блок Current Measurement выполняет измерение мгновенного значения тока, протекающего через соединительную линию. Выходным сигналом блока Current Measurement является обычный сигнал Simulink, который может использоваться любым Simulink – блоком.

7. Блоков Display в каждой фазе для количественного представления измеренных мощностей (Вт и вар) в определённых участках сети из библиотеки Simulink / Sinks.

8. Блока пользователя (Powergui), который в зависимости от настройки параметров измерения на каждом элементе модели показывает в заданном формате рассчитанные напряжения в начале и в конце участка, токи нагрузки в фазных и нулевом проводах (действующие – RMS values или амплитудные – Peak values значения), а также угол сдвига измеряемой величины по фазе.

Имитационная модель трёхфазного потребителя с однофазной нагрузкой

В качестве однофазной нагрузки был выбран бытовой водонагреватель объемом 80 литров и мощностью 2 кВт. Водонагреватель расположен в загородном доме, в котором постоянно проживают два человека. Длительность наблюдения составила 30 дней.

Имитационная модель водонагревателя (рисунок 3) построена на основе вычисленных характеристик в среде Mathcad (рисунок 4), рассмотренных в работе [7].

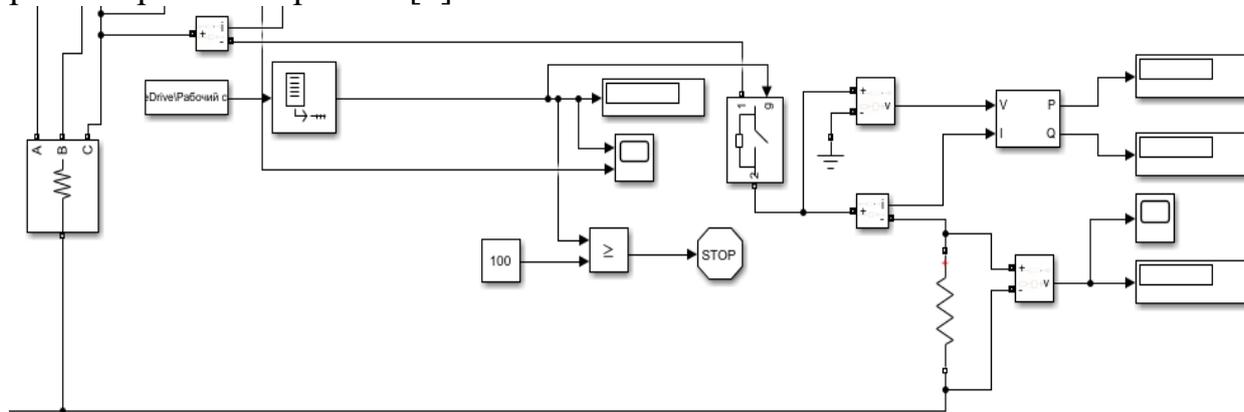


Рисунок 3 – Имитационная модель водонагревателя

Имитационная модель водонагревателя состоит из:

1. Блоков, моделирующих трёхфазного потребителя (3 – Phase Series RLC Load) и однофазную нагрузку (Series RLC Load) из библиотеки SimPowerSistem / Elements.

Назначение блоков:

Блок 3 – Phase Series RLC Load моделирует трёхфазную цепь, состоящую из трёх последовательных RLC нагрузок. Схема соединения цепей может быть различной.

Основные параметры блока:

- Схема соединения цепей. Значение выбирается из списка:
- Y (grounded) – звезда с заземлённой нейтралью.
- Y (floating) – звезда без нулевого провода.
- Y (neutral) – звезда с нулевым проводом.
- Delta – треугольник.
- Номинальное линейное напряжение (В).
- Номинальная частота (Гц).
- Активная мощность на три фазы (Вт).
- Реактивная мощность индуктивности на три фазы (ВАр).
- Реактивная мощность ёмкости на три фазы (ВАр).

Блок Series RLC Load моделирует последовательное включение резистора, индуктивности и конденсатора. Параметры цепи задаются через мощность цепи при номинальном напряжении и частоте.

Основные параметры блока:

- Номинальное напряжение (В).
- Номинальная частота (Гц).

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

- Активная мощность (Вт).
- Реактивная мощность индуктивности (ВАр).
- Реактивная мощность ёмкости (ВАр).
- Измеряемые переменные. Значения выбираются из списка:
 - None – нет переменных для измерения.
 - Branch voltage – напряжение на зажимах цепи.
 - Branch current – ток цепи.
 - Branch voltage and current – напряжение и ток цепи.

2. Измерителей активной и реактивной мощности (Active & Reactive Power) из библиотеки SimPowerSistem / ExtraLibrary / Measurement.

3. Измерителей напряжения (Voltage Measurement) и измерителей тока (Current Measurement) из библиотеки SimPowerSistem / Measurement.

Назначение блоков:

Блок Voltage Measurement выполняет измерение мгновенного значения напряжения между двумя узлами схемы. Выходным сигналом блока Voltage Measurement является обычный сигнал Simulink, который может использоваться любым Simulink – блоком.

Блок Current Measurement выполняет измерение мгновенного значения тока, протекающего через соединительную линию. Выходным сигналом блока Current Measurement является обычный сигнал Simulink, который может использоваться любым Simulink – блоком.

4. Блоков Display в каждой фазе для количественного представления измеренных мощностей (Вт и вар) в определённых участках сети из библиотеки Simulink / Sinks.

| | | | |
|---|---|--|---|
| 1 | $m := 100$ | $i := 0..m-1$ | количество событий |
| 2 | $\zeta_1 := \text{runif}(m, 0, 1)$ | $\zeta_0 := \text{runif}(m, 0, 1)$ | векторы с равномерным распределением в интервале [0,1] |
| 3 | $\text{corr}(\zeta_1, \zeta_0) = -8.424 \times 10^{-3}$ проверка на статистическую независимость | | |
| 4 | $\lambda_1 := 0.052$ | $\lambda_0 := 0.012$ | параметры экспоненциальных распределений |
| 5 | $\xi_1 := -\frac{1}{\lambda_1} \cdot \ln(\zeta_1)$ | $\xi_0 := -\frac{1}{\lambda_0} \cdot \ln(\zeta_0)$ | преобразование в экспоненциальное распределение |
| 6 | $\text{mean}(\xi_1) = 20.217$ | $\frac{1}{\lambda_1} = 19.231$ | оценки параметров сгенерированных случайных последовательностей |
| | $\text{mean}(\xi_0) = 88.862$ | $\frac{1}{\lambda_0} = 83.333$ | |
| 7 | $\xi_1 := \text{ceil}(\xi_1)$ | $\xi_0 := \text{ceil}(\xi_0)$ | округление до целого (дискретность моделирования 1 мин) |
| 8 | $\text{lenght} := \sum_i \xi_{1i} + \sum_i \xi_{0i}$ $\text{lenght} = 1.1 \times 10^4$ расчет длины результирующего вектора | | |
| 9 | $P_WH := \begin{cases} \text{for } k \in 0..m-1 \\ \quad \text{for } l_1 \in 0.. \xi_{1k} - 1 \\ \quad \quad t \leftarrow t + 1 \\ \quad \quad D_t \leftarrow 1 \\ \quad \text{for } l_0 \in 0.. \xi_{0k} - 1 \\ \quad \quad t \leftarrow t + 1 \\ \quad \quad D_t \leftarrow 0 \end{cases}$ | | |

Рисунок 4 – Математическая модель водонагревателя в Mathcad

На первом шаге моделирования задается общее количество событий. Исходными последовательностями для моделирования является равномерно распределённые на интервале $[0, 1]$ случайные последовательности ζ_1 и ζ_0 , генерируемые на 2 шаге моделирования. Проверка на статистическую взаимосвязь является необязательным, но несмотря на многочисленные положительные тестирования датчика случайных чисел системы Mathcad, такая проверка даёт уверенность в достоверности получаемых результатов.

На четвёртом шаге вводятся параметры распределения и далее выполняется нелинейное преобразование равномерно распределённых случайных последовательностей ζ_1 и ζ_0 для формирования последовательностей ζ_1 и ζ_0 с экспоненциальным распределением. Следующим шагом является проверка оценок параметров сформированных случайных последовательностей и сравнение их с заданными. Значительные отклонения оценок от заданных параметров распределения объясняется малым объёмом выборки, в данном случае всего 100 элементов. В силу того, что исходные данные представлены измерениями с дискретизацией по времени в 1 мин, то и модель должна воспроизводить процесс с той же дискретностью, а, следовательно, элементы последовательностей ζ_1 и ζ_0 должны быть целыми числами. На шаге 7 производится округление элементов последовательностей до ближайшего целого числа. После расчета размера результирующего вектора (шаг 8) в цикле производится заполнение выходной последовательности нормированными значениями (1 / 0 – включено / выключено).

Частный результат моделирования (поток событий) приведен на рисунке 5.

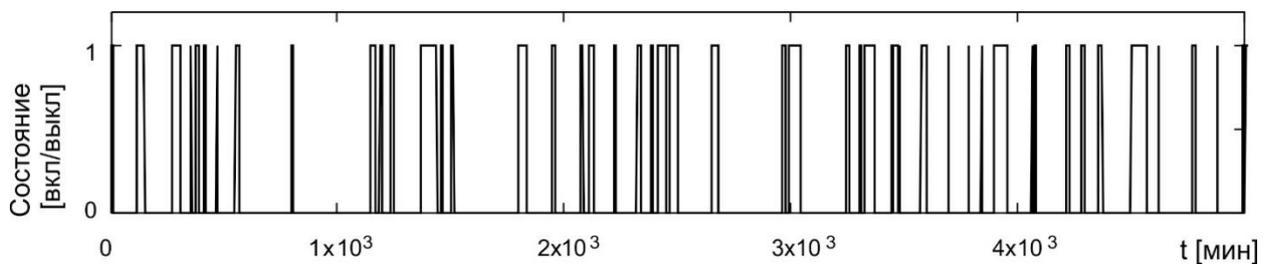


Рисунок 5 – Смоделированный поток событий

Обсуждение результатов и заключение

Созданная модель позволит строить вероятностные модели качества электроэнергии для конкретных распределительных сетей. Входными данными для модели является схема сети и характеристик потребителя.

В результате сможем получать вероятностную модель и зависимости качества электроэнергии. Вероятностная модель представляется в виде эмпирического распределения вероятностей или в виде близкого теоретического распределения (например, нормального) и временных параметров, таких как автокорреляционная функция.

Созданная в среде SimInTech «имитационная модель» позволит провести все этапы исследования, которые присущи экспериментальному или опытному образцу, а именно [8]:

1. Планирование модельных экспериментов.
2. Реализация плана эксперимента.
3. Анализ и интерпретация результатов.

Использование математических пакетов специализированных программ позволит исследовать схему сельского электроснабжения и достичь приемлемой точности расчётов.

Список литературы

1. Джендубаев А.З. Simulink и SimPowerSystems в электроэнергетике: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» - Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 136 с.
2. Дьяконов В.П. Matlab 6 / 6.1 / 6.5 + Simulink 4 / 5. Основы применения. Полное Руководство пользователя. М.: Солон – Пресс. – 2002. – 768 с.
3. Дьяконов В.П. Simulink 4. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
4. Дьяконов В.П. Simulink 5 / 6 / 7: Самоучитель. – М.: ДМК – Пресс, 2008. – 784 с.
5. Дьяконов В.П., Пеньков А.А. MATLAB и Simulink в электроэнергетике. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 816 с.
6. Костюченко Л.П. Имитационное моделирование систем электроснабжения в программе Matlab: учеб. пособие / Л.П. Костюченко; Краснояр. Гос. аграр. ун – т. – Красноярск, 2012. – 215 с.
7. Кузнецов Б.Ф., Клибанова Ю.Ю., Сукьясов С.В., Луговнина В.В. Построение стохастической модели бытовой нагрузки на примере водонагревателя // Вестник Иркутского государственного технического университета – 2019. – Т. 23. – №5 (148).
8. Кузнецов Б.Ф., Перфильев В.А. Моделирование систем сельского электроснабжения в программе SimInTech // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона: сборник научных тезисов студентов. – Молодёжный: Изд – во ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2020 – 175 с.
9. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> – Загл. с экрана.
10. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

Сведения об авторах

Перфильев Валерий Андреевич – студент 2 курса направление подготовки 35.04.06 Агроинженерия, профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный)

Клибанова Юлия Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89086473947, e-mail: malozemova81@mail.ru)

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Кузнецов Борис Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89021723331, e-mail:kuznetsovbf@gmail.com

УДК 621.316

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Покацкий Д.В., Шпак О.Н., Кудряшев Г.С.
ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ

п. Молодёжный, Иркутский район, Иркутская область, Россия

В научной работе рассмотрен вопрос использование сельскохозяйственных для создания микроклимата в теплицах, птичниках и получения тепловой и электрической энергии. Представлены способы обеспечивающие работу биоэнергетических установок. Актуальность данного вопроса, позволит определить как из отходов сельскохозяйственного производства можно получить электрическую, тепловую энергию. Рассмотрены способы получения биомассы, и описание конструкции биоэнергетических установок для технологических процессов. Решение данной задачи позволит определить эффективность работы биоэнергетических установок и внедрение новых технологий для сельского хозяйства. Проведён обзор конструкции превращения биомассы в энергию. Рассмотрены технологические процессы по обработке органических отходов. На сегодня использование сельскохозяйственных отходов позволит обеспечить сельхозпредприятия разными видами топлива. Применение двух известных категорий источников энергии могут воспользоваться потребители АПК. Первая категория это невозобновляемые источники потребления электрической энергии (нефть, природный газ) вторая категория это возобновляемые источники получения электрической энергии (солнце, ветер, вода и переработка производственной и бытовой биомассы) Технологические установки по обработке вторичного сырья являются не только экологичными, но и экономически выгодными для производственных предприятий.

Ключевые слова: биоэнергетическая установка, биомасса, тепловая энергия, биогаз, отходы

Введение. Сегодня сельхозпредприятия производит тонны отходов. Новейшие технологические процессы, позволяющие не утилизировать их, а использовать проходление переработки продукции, топливо используется в качестве обогрева зданий и для выработки электрической энергии [6]. Основные виды сельскохозяйственных отходов:[1]

- остатки растений (сено, ботва от сельскохозяйственных культур);
- древесные отходы;
- помёт животных на фермах
- некондиционные фрукты, овощи, крупы, другие пищевые продукты;
- биологические отходы животноводства.

Целью научной работы является переработка сельскохозяйственных отходов в фермерских хозяйствах и получения тепловой энергии с помощью энергосберегающих технологий.

Материалы исследования. Каждый месяц на агропромышленных комплексах от производства продукции, остаются сельскохозяйственные отходы. Таким образом, от переработанных отходов фермерских предприятий, получается биомасса, которая превращается в энергию. В наше время использование технологий по производству и переработки отходов

большое количество[2]. Самое распространённое это - сжигание древесных отходов, переработка оставшихся сельхозпродуктов микроорганизмами.

Основные результаты. В настоящее время страны, где внедряют энергосберегающие технологии биологических материалов, составляют не более 12% сырьевого продукта для энергетики, и это в основном древесина [7, 8]. Объём полученной биомассы очень большой, его оценивают приблизительно в 100 млрд. тонн. Основную часть сельскохозяйственных отходов сжигают, полученную энергию расходуют на отопление помещений после минимальной переработки и подготовки. [4]

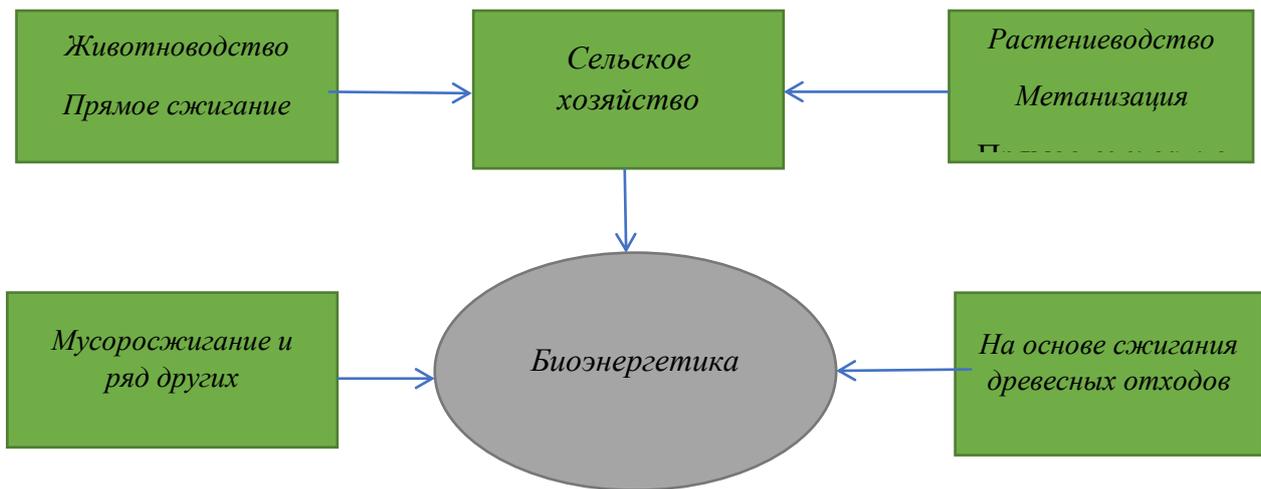


Рисунок 1-. Основные источники биоэнергетики в России

Принцип технологии топлива заключается в следующем: биомассу необходимо просушить, для этого её мелко нарезают и прессуют в гранулы разной формы, так же используют навоз для топливных брикетов. Для получения тепла бактерии перерабатывают биомассу, тепловую энергию используют для обогрева тепличных ферм. Эффективное использование биомассы позволит обеспечить животноводческие комплексы тепловой энергией [3]. Реактор заполняется отработанным сырьём, где происходит процесс брожения с участием бактерий. Выделяемый газ поступает в газгольдер, где очищается; спиртовое брожение, используется для соломы и других целлюлозных отходов. Сначала массу гидролизуют, чтобы получить смесь пентоз и гексоз; затем происходит процесс брожения, и этанол выделяют из полученной массы с помощью дистилляции [9]. Наиболее эффективным является использование установок газификации биомассы на газотурбинных и парогазовых электростанциях.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

Таблица 1 - Выход биогаза из различного сырья

| Исходное сырьё | Выход биогаза из 1 кг сухого вещества л/кг | Содержание метана в газе, % |
|-------------------------|--|-----------------------------|
| Трава | 630 | 70 |
| Листва древесины | 210...294 | 59 |
| Сосновые иглы | 37 | 69 |
| Ботва картофеля | 420 | 60 |
| Стебли кукурузные | 420 | 53 |
| Солома пшеничная | 342 | 60 |
| Твёрдый навоз | 300 | 60 |
| Домашние отходы и мусор | 600 | 50 |

Производство биогаза и спиртов из органики — самый удобный и перспективный способ получения энергии из сельскохозяйственных отходов: такое топливо универсально и подходит для многих типов современных энергостанций. В мире успешно разработано и испытано несколько технологий: сельскохозяйственные отходы сжигают в специальных установках и получают биогаз – пиролиз, использование бактерий в процессе брожения, получается выделяемый газ [5].

Технологический процесс анаэробного сбраживания биомассы проводится без доступа кислорода в специальных реакторах-метантенках, конструкция которых обеспечивает максимальное выделение метана.



Рисунок 2 –Биогазовая установка

В биогазовых установках самым главным является это - процесс анаэробного сбраживания и создание наилучших технологических условий в реактореметантенке: (поддержание температурного режима, поступление

кислорода, концентрация питательных веществ, допустимого значения рН, отсутствия или низкой концентрации токсичных веществ).



Рисунок 3 – Технологическая схема биогазовой установки

На рисунке 3 представлена технология переработки отходов при получении биогаза, позволит использовать тепловую и электрическую энергию на птицефабрике, животноводческих комплексах. Данная технология позволит в сельских регионах существенно сэкономить органическое топливо.

Выводы: Таким образом, применение различных технологий для получения тепловой и электрической энергии, а также биотопливо фермерских хозяйствах позволят решить проблему утилизации сельскохозяйственных отходов. Предложенные виды отходов переработки сельскохозяйственного производства, позволят оценить эффективность работы биоэнергетических установок.

Список литературы

1. Безруких П.П. Роль возобновляемой энергетики в энергосбережении в мире и России // *Электрика*. – 2004. – № 4. – С. 3–5.
2. Велихов Е.П., Гагаринский А.Ю., Субботин С.А., Цибульский В.Ф. Россия в мировой энергетике XXI века // – М.: ИздАТ, 2006. – С. 48.
3. Горин В.Л. Управление агропромышленным производством (теория и практика). Белгород: Крестьянское дело. 2004 - 376с.
4. Сельское хозяйство России. Портал «Агровидение». [Электронный ресурс].- URL: http://agrovision.ru/Selskoe_hozyaystvo_Rossii/
5. Сузьменко В.А. Региональные аспекты энергопотребления АПК // АПК: экономика и управление. 2001. - № 1. - С.52-57 Миндрин А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2006. - №5. - С. 11-14
6. Плачкова, С. Г. Энергетика. История, настоящее и будущее. Книга 5. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире / С. Г. Плачкова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5>

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

7. Рупошев А. Р. Ресурсосбережение при производстве растительного сырья // Аграрное решение . - 2011. - № 4. с. 26-31.

8. Энергосбережение в сельском хозяйстве. Тематическое сообщество «Энергоэффективность и Энергосбережение» [Электронный ресурс].- URL: <http://solexun.ru/energo/predmetnaya-osnova/energoberezhenie-v-selskom-khozyaistve>

9. Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Я. Ушаков. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 446 с.

Сведения об авторах

Кудряшев Геннадий Сергеевич – д.т.н., профессор кафедры энергообеспечения и теплотехники (664038, Иркутский р-он, п. Молодежный, 1, тел. 89148880030, Kudryashev@list.ru).

Покацкий Дмитрий Валерьевич – студентка 3 курса энергетического факультета 13.03.02 -Электроснабжения и электротехники (664038, Иркутский р-он п. Молодежный,1, тел. 89526336013, e-mail:dima.pokatskiy.23@gmail.com).

Шпак Оксана Николаевна – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электротехники (664038, Иркутский р-он, п. Молодежный, 1, тел. 89027625641, e-mail: ok.shpak2015@yandex.ru).

УДК 621.182:662.66

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ УГЛЯ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Салмонов С.Р.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,
п. Молодёжный, Иркутский район, Россия

Аннотация. Основным видом твердого топлива является уголь, и фундаментальными проблемами сжигания угля на котлах с удалением твердого шлака являются: повышенные значения удельного выброса оксида азота в атмосферу и механическое не дожигание, а также режим горения котлоагрегатов на пониженных нагрузках. В статье будут рассмотрены возможные пути оптимизации сжигания угля, а также снижения содержания примесей в угле за счет улучшения качества.

Ключевые слова: обогащение угля, сушка угля, подготовка угля

Наиболее распространенным и важным применением угля является сжигание, при котором выделяется тепло для производства пара, который, в свою очередь, приводит в действие турбины, вырабатывающие электроэнергию. Сжигание угля для выработки электроэнергии коммунальными предприятиями является конечным видом использования угля, добываемого в России. Сушка угля осуществляется для повышения его теплотворной способности и облегчения его транспортировки. Влажный уголь трудно загружать или выгружать из железнодорожных вагонов из-за замерзания, что является проблемой в более холодном климате. Наличие влаги приводит к снижению рыхлости угля, усложняет контроль операций смешивания, ухудшает качество измельчения (если уголь измельчен), а также разделение и классификацию препятствий, а также пневматическую транспортировку пылевидного угля.

Это, например, отмечено в [4], где рассматриваются добыча и смерзаемость угля при транспортировке и хранении.

Преобразование химической энергии, содержащейся в твердом топливе, которым является уголь, в тепловую энергию в виде воды или пара, которые используются для технологических процессов отопления промышленных котлов.[8]

Интерпретации идиомы паровой котел, определяют котлы, в которых происходит процесс превращения жидкости (воды) в насыщенный пар. В зависимости от способа сжигания топлива котлы делятся на гранулированную пыль, сжигаемую на твердом угле или буром угле. Второй тип - это так называемые колосниковые котлы, в которых уголь сжигается на различных типах колосниковых решеток, используемых в основном для отопления и выработки пара в различных типах.

Растущие экологические стандарты вынуждают внедрять решения, которые будут способствовать сокращению выбросов парниковых газов в

атмосферу [2]. Это особенно важно в России, поскольку Российская Федерация занимает второе место по запасам угля (всего 157 миллиардов тонн, из которых 107,9 миллиарда тонн бурого угля и 49,1 миллиарда тонн каменного угля).[3,8]

В статье [5] этот вывод по существу классифицирован и предложена перспективная многоступенчатая технология сжигания, включающая термическую подготовку внутри печи, а также для уменьшения образования оксида азота и повышения надежности котлов.

Для улучшения качества угля применяются процессы обогащения. В процессе обогащения угля получают два продукта[1]:

1. концентрат (низкозольный, малосернистый);
2. (отвальные) и иные отходы обогащения.

Выделяют две основные группы способов обогащения угля[6]:

а. Гравитационные - методы, основанные на разнице плотностей угля и породы в разделяющей среде. Разделение минералов осуществляется в жидкой среде – воде или минеральных суспензиях (мокрое обогащение) или в воздушной среде (пневматическое или сухое обогащение). Методы мокрого гравитационного обогащения включают следующие методы: осаждение, обогащение в тяжелых средах, обогащение в наклонно протекающем потоке. Методы сухого гравитационного обогащения осуществляются в пневматических отсадочных машинах, сухих лотках и концентрационных столах;

б. Флотационные – методы, основанные на различиях в смачиваемости угля и породы. Этот метод используется для небольших классов углей (менее 0,5 мм).

Также возможно использование специальных методов, таких как электрическая сепарация, агломерация нефти, магнитное обогащение и т.д. Однако такие методы обогащения угля применяются довольно редко. В зависимости от обогатимости угля, добытого на определенном месторождении, применяют различные методы обогащения (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Основные способы обогащения угля и их применимость

| Способ обогащения | Применимость способа |
|---|--|
| Гравитационное обогащение сухим способом | Легкообогатимый уголь с малой крупностью кусков (до 80 мм) и 3% - 5% внешней влаги |
| Гравитационное обогащение мокрым способом | Все виды угля |
| Отсадка | Легкообогатимый уголь |
| Обогащение в тяжелых средах | Труднообогатимый уголь |
| Флотация | Угольный шлам (<0,5 мм) |

Так, например, в статье [7] был сделан вывод о том, что для получения комплексных показателей эффективности сжигания угля лучше всего использовать метод механического обогащения (обогащение в тяжелых

средах), который позволит одновременно снизить содержание серы примерно вдвое и зольность угля на 10-15%.

Таким образом, все процессы способствуют повышению теплотворной способности угля и улучшению консистенции топлива, что приводит к более эффективному и контролируемому сгоранию, а также решает многие технические, экономические и экологические проблемы угольных электростанций и тепловых станций.

Список литературы

1. Авдохин В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2 т. — М. : Изд-во Московского государственного горного университета, 2006. — Т. 1. Обогачительные процессы. — 417 с.
2. Архипов А.М. Возможные пути оптимизации ступенчатого сжигания угля с пониженным выходом летучих // Теплоэнергетика. 2009. № 1. С. 60–62.
3. BP Statistical Review of World Energy 2019 / BP. — URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>
4. Гущин А.А., Ермаков А.Ю., Мирошников А.М. Исследование смерзаемости угля при складировании и транспортировке. – 2016. – С. 140-154.
5. Дубровский В.А., Зубова М.В. Повышение эффективности энергетического использования углей с применением нового способа многостадийного сжигания // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 241 - 243.
6. Турченко В. К., Байдал А. К. Технология и оборудование для обогащения углей. — М. : Недра, 1995. — 360 с.
7. Усов Н.П., Мирошников С.Ф. Применение технологий обогащения для бурого угля харанорского месторождения забайкальского края // Кулагинские чтения: Техника и технологии производственных процессов. М.: Изд-во ЗабГУ, 2018. С. 136-140.
8. Добыча и обогащение угля: ИТС, Бюро НДТ, 37 – 2017. 301 с. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293740/4293740288.pdf#1>

Сведения об авторах

Салмонов Саъдуллохон Рахматуллоевич - студент 3 курса энергетического факультета, направления подготовки Теплоэнергетика и теплотехника, Иркутского государственного аграрного университета им А.А.Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный).

УДК 621.365.46:634.1/8

ИК – ОБРАБОТКА И СУШКА ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Свинарева А.М., Быкова С.М.

ФГБОУ ВО иркутский ГАУ

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Данная работа посвящена исследованию воздействия импульсных керамических нагревателей на плодово-ягодное сырье, а именно яблок и груш. Сушка плодово-ягодного сырья производилась в производственно-экспериментальной установке, в которой смонтировано шесть импульсных керамических нагревателей. Одной из задач данного исследования состояла в том, чтобы посмотреть, как уменьшается влажность яблок и груш от времени сушки при одновременном расположении сырья в сушильной камере. Было выявлено, что для яблок и груш оптимальная температура сушки при данных условиях расположена в пределах от 30°C до 45°C, так как при более высоких температурах яблоко начинает подгорать, а это недопустимо из-за снижения качества конечного продукта.

Ключевые слова: сушка, влажность, сушеные продукты, импульсные керамические нагреватели, яблоки, груши.

Яблоко – плод яблони, который употребляется в пищу в свежем виде, служит сырьём в кулинарии и для приготовления напитков. В данной работе были использованы яблоки сорта «Голден».

Груша – плод одноименного плодового дерева или кустарника семейства розовых (*Rosacea*). Для сушки использовались груши сорта «Вильямс».

В настоящее время сушёные продукты становятся все более и более востребованы. В первую очередь это связано с тем, что после сушки значительно увеличивается срок сохранности того или иного продукта, например: яблока, груши, ананаса, томатов, моркови, свёклы и т.п. Немаловажным фактором служит то, что для хранения сушеных продуктов необходимы меньшие площади помещений и упрощается процесс поддержания оптимальных условий хранения [3].

Сушка – это действие тепломассообмена, а также удаление влаги из твердых, жидких элементов или их смесей путем испарения. Больше всего в свойстве устранимой влаги выступает влажность и летучие органические растворители [1].

Сушёные яблоки и груши — самые популярные сухофрукты в России. Сушёными яблоками называется продукт из плодов яблони дикорастущих и культурных сортов, произведённый методом искусственной или естественной сушки [3, 4, 7].

Плодово-ягодное сырье легко сушится, а в конечном продукте сохраняется состав витаминов и аромат свежих фруктов [5]. Продукт, полученный в результате сушки фруктов, можно использовать в пищевой промышленности и кулинарии, например:

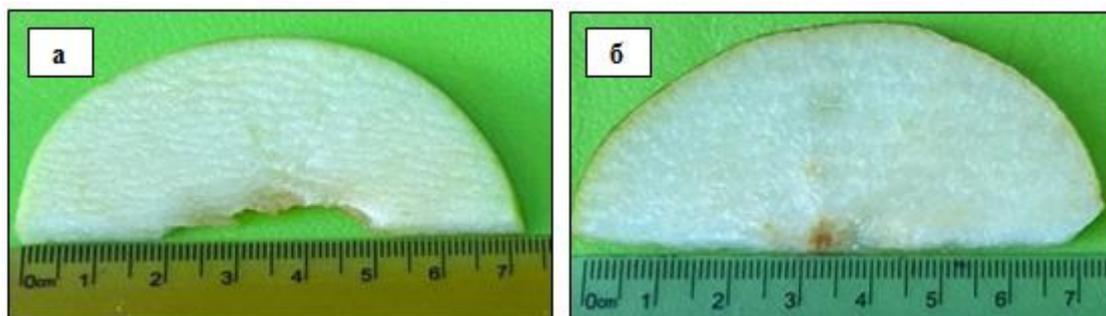
- в десертах (их добавляют в компоты и другие блюда, едят в сухом виде);
- в приготовлении соусов из сухофруктов со специями;
- в приготовлении компотов;
- в изготовлении пирогов;
- в получении варенья из сухих яблок и груш.
- В изготовлении пастилы и т.п.

Содержащиеся в сушёных грушах вещества поддержат сердечно-сосудистую систему и принесут немало другой пользы [3, 6, 7]:

- В сушёных грушах присутствуют в большом количестве органические кислоты, пищевые волокна, глюкоза, фруктоза, витамин С.
- Среди всех сухофруктов именно в грушах больше всего антиоксидантов, без которых невозможна нормальная работа сердца.
- В грушах есть арбутин – природный антибиотик.
- Сушёные груши стоит употреблять при проблемах с поджелудочной железой.
- Нормализует пищеварение, укрепляет сосуды.
- А также этот сухофрукт прекрасно подходит для перекусов между приёмами пищи [4, 10].

Подготовка плодово-ягодного сырья для сушки. Прежде чем поместить яблоки и груши в сушильный шкаф, необходимо провести предварительную обработку плодов [9]. Перед началом сушки фруктовых плодов промываются под проточной водой, затем проходят непосредственную сушку, до того, как испарится вся влага с поверхности плода. После того, как вся влага удалится, удаляется сердцевина и производится взвешивание плодов.

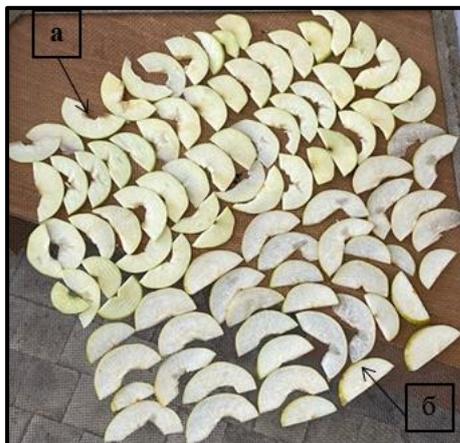
В данной работе были исследованы яблоки сорта «Голден» и груша сорта «Вильямс». Масса сырья для каждого вида была принята в пределах 240 г, чтобы оценить воздействие излучателей на тот или иной вид плодово-ягодного сырья. Далее была произведена нарезка плодов. Каждый плод был разделен на несколько долек и проведен замер параметров каждой дольки, а именно: длина, ширина и высота (см. рис. 1).



а – яблоки; б – груши.

Рисунок 1 – Пример измерения геометрических параметров

Способ нарезки выбран согласно работе авторов [8]. Заключительным этапом предварительной обработки плодово-ягодного сырья являлась укладка плодов на лоток и загрузка их в рабочую камеру сушильного шкафа. Укладка плодов на лоток представлена на рисунке 2.



а – яблоки; б – груши.

Рисунок 2 – Укладка плодов на лоток

Общая масса загрузки составила – 480,23 г (240,08 г – яблоки; 240,15 г – груши), средняя длина дольки – 71 мм, средняя высота – 30 мм, средняя ширина – 5 мм.

Описание экспериментальной установки. Каркас установки изготовлен из металлического профиля с обшивкой из листовой стали. Камера ИК облучения и обшивка разделены теплоизоляционным материалом в нижней части установки расположен центробежный вентилятор. Пульт управления смонтирован в отдельном отсеке. В камере сушильного шкафа размещено шесть керамических нагревателей, которые размещены таким образом, чтобы соблюдался принцип объемного облучения [2]. Расположение керамических нагревателей в сушильном шкафу представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 - Расположение керамических нагревателей в сушильном шкафу

Характеристика керамических нагревателей. Обогревающие устройства с реостатной проволокой, с прочной рабочей поверхностью из керамики называются инфракрасными керамическими обогревателями. Излучатели покрыты специальной краской – керамической глазурью, которая защищает их от воздействия многих внешних разрушающих факторов: пыль, конденсат, и различные химические реагенты [2].

Излучатели – это приборы, которые имеют средневолновой диапазон воздействия, их еще называют «темными» излучателями, т.к. в рабочем состоянии они не излучают свечение. Диапазон длины волны данных нагревателей от 2,9 до 5 мкм.

Результаты исследований. В процессе проведения исследования каждые 15 минут производились замеры массы каждого вида плодово-ягодного сырья. В результате данных замеров построена зависимость массы каждого вида сырья от времени сушки (см. рис. 4).

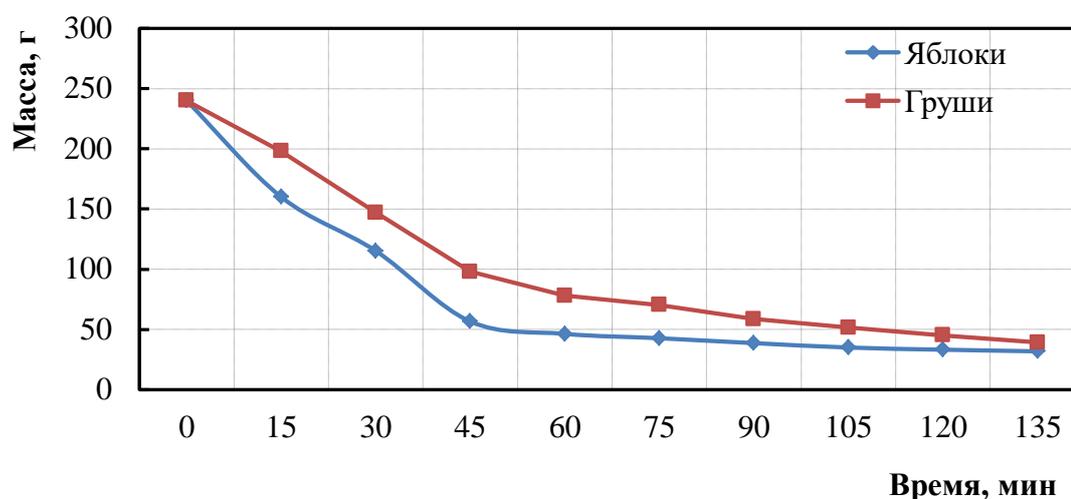


Рисунок 4 – Зависимость массы плодов от времени сушки

Из рисунка 3 видно, что с течением времени масса плодово-ягодного сырья снижается. Через 135 минут пребывания плодов в сушильном шкафу общая масса загрузки уменьшилась в 6 раз.

Вывод. В результате проведенного исследования можно сказать, что сушка плодово-ягодного сырья в сушильных шкафах с импульсными керамическими нагревателями позволяет уменьшить время сушки. Сравнение двух видов плодово-ягодного сырья показало, что удаление влаги из яблок происходит значительно интенсивнее, чем из груш, при одновременном нахождении продуктов в камере сушильного шкафа.

Список литературы

1. Алтухов, И. В. Классификация методов и способов сушки плодово-овощной продукции / И. В. Алтухов, С. М. Быкова, А. М. Свинаярева // Байкальский Вестник ДААД. – 2020. – № 1. – С. 42-47.
2. Быкова, С. М. Сушка томатов в сушильном шкафу с импульсными керамическими нагревателями / С. М. Быкова, А. М. Свинаярева // Научные исследования

и разработки к внедрению в АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых, Иркутск, 25–26 марта 2021 года. – Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 269–274

3. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 527 с.

4. Кох Д.А. Технология получения полуфабриката и мучных кондитерских изделий из замороженных плодов мелкоплодных яблок Красноярского края: автореф. дис. канд. техн. наук. – Красноярск, 2011. – 17 с.

5. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

6. Макарова, Н. В. Влияние предварительной обработки фруктов перед сушкой на их химический состав и антиоксидантную способность / Н. В. Макарова, А. Н. Дмитриева // Пищевая промышленность. – 2013. – № 5. – С. 50-51.

7. Раичков Г., Кименов Г. Теплофизични характеристики на ябълков концентрат // Научни трудове Висш. институт хранит. и вкус. пром. – Пловдив. – 1983. – Т. 30 – № 1. – С. 309–314. 16.

8. Свинаярева, А. М. Технологическая подготовка томатов перед инфракрасной обработкой / А. М. Свинаярева, С. М. Быкова // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской научно-практической конференции, п. Молодежный, 05–06 марта 2020 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 107-113.

9. Федотов, В. А. Исследование процесса приготовления “яблочных сухариков” при изменении координат в системе “излучатель - объект” / В. А. Федотов // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2021. – № 39. – С. 19-24.

10. Филоненко Г.К. и др. Сушка пищевых растительных материалов. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 439 с. 15.

Сведения об авторах

Свинаярева Анастасия Максимовна, студентка 3-го курса, направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041147575, e-mail: svinareva.nastya@mail.ru).

Быкова Светлана Михайловна, старший преподаватель кафедры энергообеспечения и теплотехники энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru).

УДК 621.365.46:635.64:66.047.75

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОМАТНОГО ПОРОШКА И ОБЛАСТЬ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Свинарева А.М., Быкова С.М.

ФГБОУ ВО Иркутский,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

В работе рассматривается технология получения томатного порошка. Разработана и апробирована схема получения порошка из свежих томатов. Одним из основных этапов является получение сухих томатов посредством инфракрасной обработки и сушки свежих томатов. Сушка томатов производилась в производственно-экспериментальной сушильной камере с импульсными керамическими инфракрасными облучателями и в шкафах марки «Универсал СД-4». Томатный порошок, полученный по разработанной технологии, на 85-90% сохраняет витаминный состав свежего томата. Проведен анализ литературных источников и рассмотрены области применения томатного порошка.

Ключевые слова: томаты, томатный порошок, сушка, инфракрасная обработка, пищевая индустрия.

Сушка - подразумевает определенный сложный процесс теплообмена. Продукты, подверженные сушке обладают существенно высокими качественными показателями. Несмотря на положительные эффекты продуктов, подверженных усадке, существует ряд негативных факторов. Для того чтобы в конечном итоге получить продукт высокой пищевой ценности и соответствовать всем требованиям, предъявляемым к конкретному сырью, необходимо очень ответственно подойти к этому технологическому процессу [5].

Томаты являются самым известным овощем в кухнях всего мира, из этой культуры готовятся тысячи разнообразных блюд [8]. Томаты пользуются популярностью и в свежем, и в консервированном виде. Сушеные томаты – вполне традиционный продукт, используемый в итальянской кухне, и считается вполне достойной заменой свежим томатам.

Полезные свойства такого продукта обширны. Вяленые помидоры относятся к продуктам средней калорийности. Такие томаты рекомендуется употреблять при дефиците в организме витаминов и микроэлементов. В вяленых помидорах содержится грубая клетчатка, которая улучшает моторику пищеварительного тракта.

Этот продукт является прекрасной профилактикой различных проблем со зрением. Вяленые томаты помогают уменьшить риск возникновения тромбов в кровеносных сосудах [3].

К преимуществам вяленых томатов относится возможность длительного хранения. Для этого нужно взять чистую банку, сложить туда вяленые помидоры, налить немного оливкового масла и закрыть плотной крышкой [9]. Благодаря этому в любое время можно насладиться полезными и вкусными томатами.

Также сушеные томаты можно измельчить в порошок и использовать для производства томатного сока [2].

При сушке томатов применяют различные методы и способы теплового воздействия, такие как, инфракрасная сушка, сверхвысокочастотная сушка, конвективная сушка, конвективно - вакуум - импульсная сушка и т. д. широкое применение в настоящее время получил инфракрасный способ сушки томатов. Сушка нарезанных плодов томатов осуществляется на экспериментальной инфракрасной сушильной установке, разработанной на кафедре энергообеспечения и теплотехники, и сушильном шкафу «Универсал - СД - 4». Измельчение сушёных томатов в порошок проводится на лабораторной центробежной мельнице [6, 7].

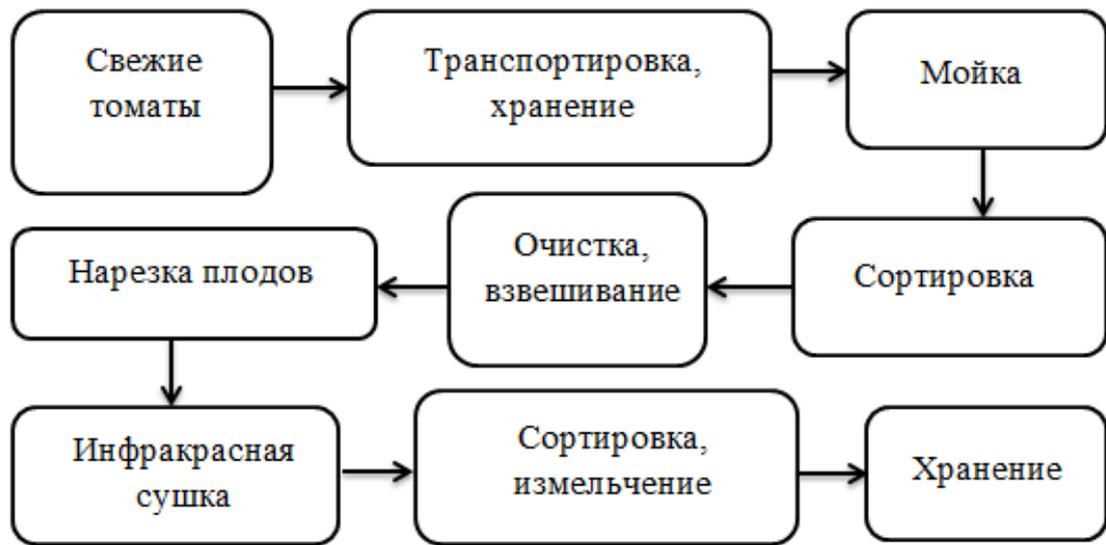
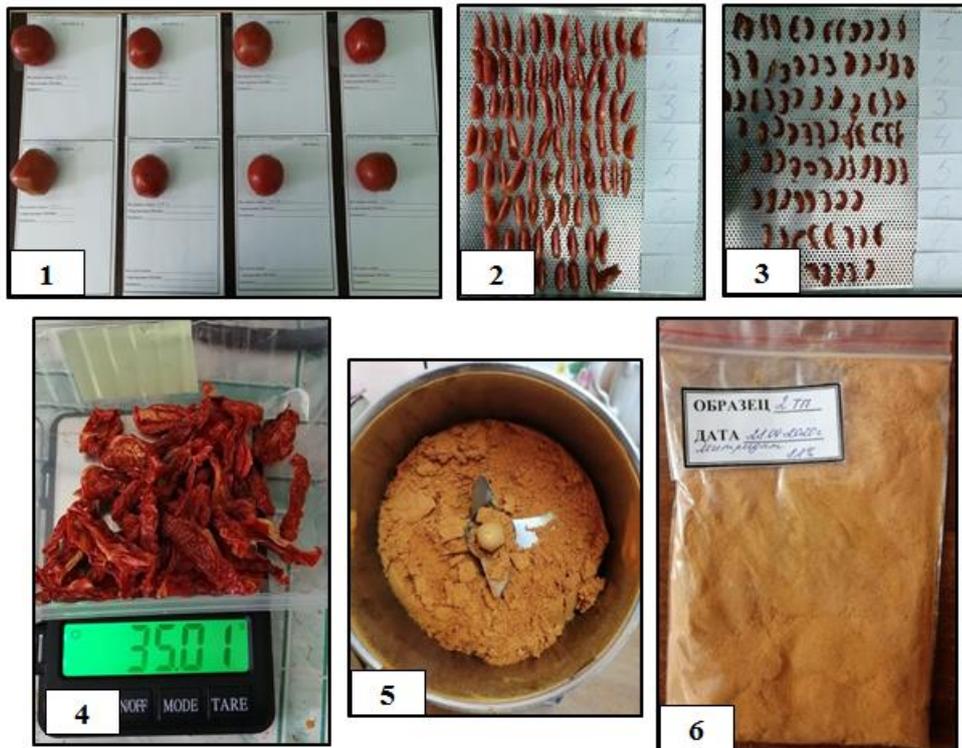


Рисунок 1 – Схема получения томатного порошка

Одной из важнейших характеристик томатного порошка является его восстанавливаемость, то есть способность поглощать влагу и приближаться к свойствам натурального растительного сырья. В ходе экспериментов была определена степень извлекаемости томатного порошка при различных дозировках воды, которая наилучшим образом подходит для использования в производстве различных продуктов [3, 4].

Последовательность получения томатного порошка из свежих томатов приведен на рисунке 2.

Полученный томатный порошок сохраняет витаминный состав свежего томата. Исследование данного порошка на содержание витаминов показал, что в томатном порошке содержатся витамины групп А, В, С, Е [1].



1 – инспектирование и взвешивание образцов; 2 – раскладка на лоток; 3 – конечный продукт (сухие томаты); 4 – взвешивание конечного продукта; 5 – измельчение в мельнице; 6 – упаковка томатного порошка

Рисунок 2 - Последовательность получения томатного порошка

Применение томатного порошка в пищевой промышленности изображено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема применения томатного порошка в пищевой промышленности

Потребление томатного порошка приводит к [3]:

- повышению иммунитета;
- снижению холестерина;
- улучшению пищеварения;
- улучшению работы кишечника;
- предотвращению развития онкозаболеваний;
- регенерации кожи;
- снижению артериального давления;
- поддержанию здоровья костной ткани;
- стабилизации сахара в организме.

Недостатки потребления томатного порошка: противопоказанием к употреблению данного продукта выступает, в первую очередь, пищевая аллергия. Помимо этого, ограничить употребление нужно людям, страдающим артритом и имеющим заболевания желчного пузыря и почек [10].

Анализ литературных источников показал, что перспектива применения томатного порошка как пищевого концентрата целесообразна. На основе томатного порошка можно разнообразить приготовление салатов, горячих блюд и супов. Особенно эффективно использование томатного порошка в области туризма, так как вес данного порошка незначителен, а вот состав питательных веществ и витаминов на 85-90% может заменить употребление свежего томата. Первичные исследования показали, что томатный порошок показал хорошие результаты при применении его в кондитерских изделиях, а именно в приготовлении песочного печенья.

Список литературы

1. *Алтухов И.В.* Способ получения порошков из сельскохозяйственных культур / И. В. Алтухов, С. М. Быкова, Н. Н. Бураева, А. М. Свиная // Научно-практические аспекты развития АПК : Материалы национальной научной конференции, Красноярск, 12 ноября 2020 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 7-10.
2. *Алтухов И.В.* Технология получения сушёных томатов / И. В. Алтухов, С. М. Быкова, В. А. Федотов, В. Д. Очиров // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 23–24 сентября 2021 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2021. – С. 105-111.
3. *Беляева, М. А.* Роль пищевых добавок в производстве мясных рубленых полуфабрикатов / М. А. Беляева, Р. А. Гульванский, К. Г. Спасский // Пищевая промышленность. – 2019. – № 3. – С. 54-57.
4. *Гаджиева А.М.* Переработка вторичного овощного сырья с использованием электрофизических методов: расширение ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности на основе томатного сырья / А. М. Гаджиева, Г. Хабагинова, З. Атаева, С. Шайхалова // Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности: сборник научных трудов преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов технологического факультета ДГТУ. – Махачкала : Издательство ДГТУ, 2020. – С. 47-49.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

5. *Гаджиева А.М.* Технология получения сухих и вяленых томатов, сухих томатных порошков / А. М. Гаджиева, М. С. Мурадов, Г. И. Касьянов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 8. – С. 21-24.

6. *Гаджиева А.М.* Эффективная технология комплексной переработки томатов/А.М. Гаджиева, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 1. С. 76.№ 1. С. 10-11.

7. *Очиров В.Д.* Обработка сельскохозяйственного сырья инфракрасным нагревом / В. Д. Очиров, И. В. Алтухов, В. А. Федотов, О. Н. Цыдыпова // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В.А.. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 175-177.

8. Патент № 2204913 С1 Российская Федерация, МПК А23L 1/24, А23L 1/39. Кетчуп-соус томатный "лечо" : № 2002111373/13 : заявл. 27.04.2002 : опубл. 27.05.2003 / А. К. Антипов ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Балтимор-Холдинг".

9. *Свинарева А. М.* Технологическая подготовка томатов перед инфракрасной обработкой / А. М. Свинарева, С. М. Быкова // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : материалы всероссийской научно-практической конференции, п. Молодежный, 05–06 марта 2020 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. – С. 107-113.

10. *Чернышев С. В.* Разработка и научное обоснование технологии сушеных томатов. Автореферат диссерт. на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук. -Кишинев, 2011. -29 с.

Сведения об авторах

Свинарева Анастасия Максимовна, студентка 3-го курса, направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041147575, e-mail: svinareva.nastya@mail.ru).

Быкова Светлана Михайловна, старший преподаватель кафедры энергообеспечения и теплотехники энергетического факультета (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041216961, e-mail: bsm2212@mail.ru).

УДК: 621.316

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ
НЕСИММЕТРИИ ОДНОФАЗНЫХ НАГРУЗОК В ЧАСТНОМ
ЖИЛОМ ДОМЕ**

Чурин А.В., Сукьясов С. В.

ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ,

п. Молодежный, Иркутский р-он, Иркутская обл., Россия

Неравномерное распределение однофазных потребителей в трехфазной сети 0,38 кВ является характерной особенностью частного жилого сектора. Возникающая при этом несимметрия напряжения приводит не только к ухудшению качества электрической энергии, но и негативно отражается на работе электрического оборудования, увеличение тока в нулевом проводнике, ложное срабатывание устройств защиты, увеличению потерь мощности. Работа посвящена исследованию эффективности мероприятий по снижению несимметрии напряжения в коммунально-бытовом секторе, на примере частного жилого дома. Измерения проводились с помощью прибора Ресурс-UF, на границе ответственности энергоснабжения жилого дома с разрешенной мощностью подключения 15 кВт.

Ключевые слова: однофазная нагрузка, коэффициенты несимметрии, качество электрической энергии, неравномерная загрузка фаз.

На сегодняшний день показатели качества электрической энергии нормируются межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная» [1]. Данный стандарт устанавливает показатели и нормы качества электроэнергии в точках ее передачи пользователям.

Одной из главных причин ухудшения показателей качества электрической энергии является состояние трехфазной системы энергоснабжения переменного тока, в которой среднеквадратические значения основных составляющих междуфазных напряжений или углы сдвига фаз между основными составляющими междуфазных напряжений не равны между собой. Такое явление определяется как несимметрия напряжений, которая характеризуется двумя показателями качества электрической энергии: коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности (K_{0U}) и коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_{2U}) [1].

$$K_{2U} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%, \quad K_{0U} = \frac{U_0}{U_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где U_1 , U_2 и U_0 - напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности соответственно.

В декабре месяце 2020 года в жилом доме поселка Молодежный Иркутского района для оценки качества электрической энергии были

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

проведены измерения. Замеры параметров сети проводились в соответствии с нормативными документами.

Исследования показали, что в сети 0,38 кВ присутствует несимметрия напряжения, превышающая нормально допустимые значения в 2-4 раза. Была поставлена задача выявления причин отклонения показателей от требований ГОСТа с последующей разработкой технических мероприятий.

Многие авторы [4,7,10] в работах по изучению несимметричных режимов сетей 0,38 кВ рассматривают, как основную причину, не только неравномерность подключения однофазных потребителей, но и необходимость учета их количества и единичную мощность.

По этой причине был проведен более подробный анализ всех электроприемников жилого дома (таблица 1).

Таблица 1 - Мощность однофазных потребителей частного дома

| Вид электроприёмника | Мощность электроприемника, кВт |
|----------------------|--------------------------------|
| Холодильник | 0,8 |
| Телевизор | 0,15 |
| Стиральная машина | 3,0 |
| Электрочайник | 2 |
| Электроплита | 5,0 |
| Компьютер | 0,8 |
| Пылесос | 2,0 |
| Утюг | 1,8 |
| СВЧ | 0,7 |
| Освещение | 0,6 |
| Отопление | 9 |
| Всего | 25,85 |

Как показывает анализ данных таблицы 1 необходимо уделить внимание системе отопления, данный электроприёмник является самым мощным, так же характер его работы в отопительном сезоне нашего региона практически постоянен [7]. К тому же некоторые однофазные нагрузки (стиральная машина, электроплита, пылесос, утюг) способны создавать несимметрию напряжения. Можно предположить, что именно они при неравномерном распределении в сети 0,38 кВ, будут создавать неравномерную загрузку фаз [2, 5]. Это доказывает и изменение коэффициентов несимметрии по нулевой и обратной последовательности (рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что в большей степени не соответствует требованиям ГОСТа коэффициент по нулевой последовательности напряжения, практически в 100 % времени измерений он больше максимально допустимого - 2 %.

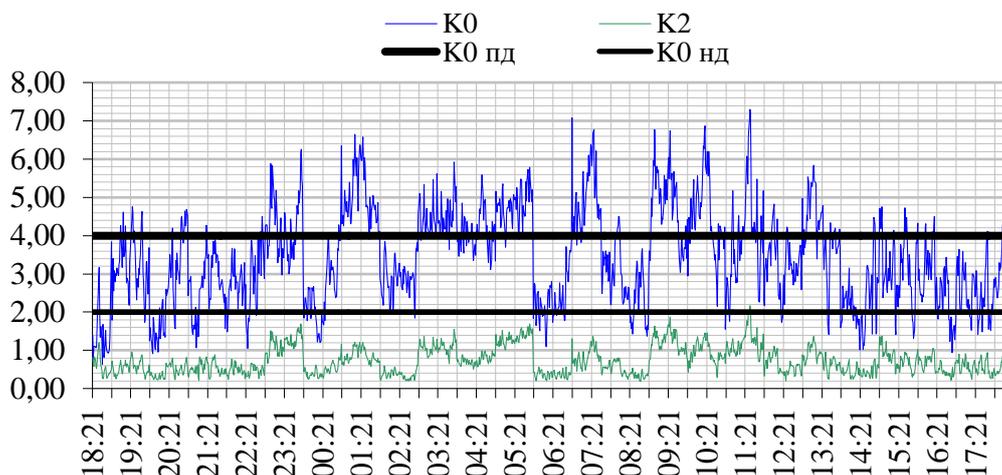


Рисунок 1 – График изменения коэффициентов несимметрии по нулевой и обратной последовательности напряжения в декабре 2020 года.

Для устранения несимметрии напряжения и повышения качества электрической энергии были разработаны и реализованы следующие мероприятия:

1. Замер фазного и междуфазного напряжения питающей линии без нагрузки. Данное мероприятие позволит узнать отклонения от нормируемых значений при вводе в дом, что позволит более точно распределить нагрузку потребителей по фазам [9].

2. Определение характера работы некоторых мощных потребителей в течение суток. Цель - выяснить какие потребители могут потреблять наибольшее количество энергии. Так же это позволит сформировать график работы электропрёмников в течение дня [4].

3. Замена ламп накаливания на светодиодные светильники. Данное мероприятие позволит уменьшить мощность, потребляемую системой освещения. Кроме того, светодиоды, в сравнении с лампами накаливания имеют большой срок службы [3].

4. Составлена схема подключения однофазных потребителей фазам и проведено перераспределение нагрузки в квартирном силовом щите. Следующее мероприятие является самым важным, так как именно из-за неправильного распределения нагрузки возникают проблемы в электроснабжении. Опираясь на первоначальные показатели питающей сети и анализ мощности однофазных потребителей, необходимо выполнить реконструкцию существующей схемы подключения [5].

После выполненных мероприятий, для оценки их эффективности в ноябре 2021 года, было принято решение провести повторный замер показателей качества электрической энергии. Для измерений, как и при первом замере, использовался прибор «Ресур-UF» [9].

Полученные данные были обработаны в электронных таблицах «MS EXCEL», используя инженерные функции в соответствии с ГОСТ 32144-

2013. На основании вычислений, был построен график несимметрии по нулевой и обратной последовательности напряжения после мероприятий [6].

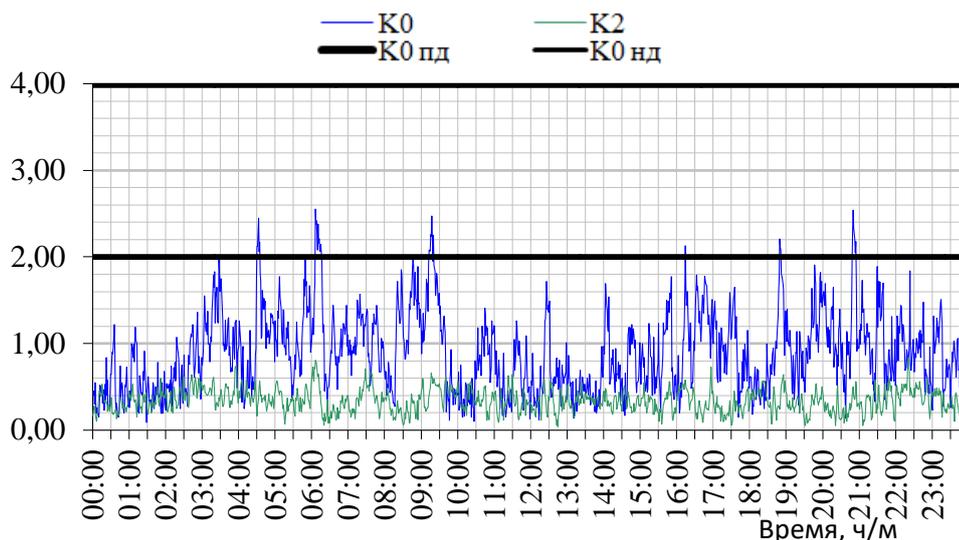


Рисунок 2 – График несимметрии по нулевой и обратной последовательности напряжения в декабре 2021 года

Анализ данных рисунка 2 показывает, что коэффициенты несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательности практически в 100 % исследуемого времени находятся в пределах нормально допустимого значения – 2 %. Только в нескольких случаях коэффициент K_{0U} выходит за значение установленное ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная» 2 % и составляет 2,4 % [7].

Вывод. В сети 0,38 кВ с коммунально-бытовой нагрузкой, в виду наличия мощных однофазных потребителей и случайного характера их включения, присутствует несимметрия напряжения.

Разработанный комплекс мероприятий, помогает уменьшить несимметрию напряжений, и тем самым улучшить показатели качества электрической сети [6, 8].

В дальнейшем необходимо рассмотреть возможность улучшения теплоизоляции дома, что позволит уменьшить потребляемую мощность системы отопления.

Список литературы

1. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Изд-во стандартов, 2013. 16 с.
2. Иванов Д. А. Исследование потерь электрической энергии в сети 0,38 кВ / Д. А. Иванов, И. В. Наумов, С. В. Подъячих // Вестник ИрГСХА. – 2017. № 81-2. С. 70-77. 3.
3. Кудряшев Г.С. Технические средства для нормализации качества электрической энергии / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак // Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса: мат. всеросс. науч - практ. конф. с

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

международ. уч., посвящ. памяти А.А. Ежевского, Иркутск, 15-16 ноября 2018 г. – Иркутск: Изд-во Иркутский ГАУ, 2018.

4. Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст] / РД 153-34.0-15.501-00 – М.: ООО «Научный центр ЛИНВИТ», 2000. – 34 с.

5. *Сукьясов С. В.* Определение экономического ущерба в сети 0,38 кВ с производственной нагрузкой при изменении качества электрической энергии / *С. В. Сукьясов, А. В. Рудых* // Вестник ИрГСХА. - 2016.- № 77. - С. 136-144.

6. *Сукьясов С. В.* Повышение эффективности использования электрической энергии в сельскохозяйственном производстве / *С. В. Сукьясов, А. А. Горобей* // Актуальные вопросы аграрной науки. -2019. - № 30. - С. 27-35.

7. *Сукьясов С.В.* Анализ показателей качества электрической энергии в сети 0,4 кВ с коммунально-бытовой нагрузкой / *С. В. Сукьясов* // В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы всероссийской научно-практической конференции. - 2019. С. 3-10.

8. *Сукьясов С.В.* Способы и технические средства нормализации показателей качества электрической энергии для повышения устойчивости функционирования электрооборудования / *А. В. Рудых, С. В. Сукьясов* // В сборнике: Актуальные проблемы энергетики АПК. Материалы VIII международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 225-229.

9. *Сукьясов С.В.* Эффективность мероприятий по улучшению качества электрической энергии в СХ ПАО «Белореченское» / *С. В. Сукьясов* // В сборнике: Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2020. С. 211-222.

10. *Бадейникова Н.Г.* Влияние несимметрии напряжения на изоляцию асинхронного электродвигателя. / *Н.Г. Бадейникова, А.В. Чурин* // В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Молодежный, 2021 С. 264-268

Сведения об авторах

Чурин Александр Васильевич - студент 1 года обучения по направлению 35.04.06 энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская обл., Иркутский р-н., пос. Молодежный, тел. 89500927779, e-mail: aleksandrcurin43@gmail.com)

Сукьясов Сергей Владимирович – к.т.н., доцент, декан энергетического факультета, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89027625506, e-mail: sukyasov@mail.ru).

ОГЛАВЛЕНИЕ

3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ ТО И РЕМОНТЕ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОТРЕБНОСТИ

Анищенко А.С., Бураева Г.М..... 3

ПРОФИЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА В АГРАРНОМ КОЛЛЕДЖЕ

Белобородова В.Г, Бричагина А.А..... 8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОТКАЗЫ И НЕИСПРАВНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ С ДВС IVECO CURSOR 9

Вагудаев А.П., Лорай А.С., Осипов И.Н., Шистеев А.В..... 13

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Гаев И.Д., Паньков Д.Д., Шистеев А.В. 19

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОНСТРУКЦИЙ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Горбунова Е.Д., Кузнецова К.В., Кузьмин А.В. 25

ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И ТЕНДЕНЦИИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Гусейнов Э.В., Шуханов С.Н.....31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛУБНЕЙ ПРИ УБОРКЕ КАРТОФЕЛЯ МАШИНАМИ

Долгополова В.Д., Испалова Т.А., Кузьмин А.В. 36

АНАЛИЗ МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОРПУСА ШЕСТРЁНЧАТОГО МАСЛЯННОГО НАСОСА

Егоров И.Б., Ильин П.И. 43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА В ПРОЦЕССЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Жернаков Н.Е., Туги К.А., Елтошкина Е.В. 59

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КЛУБНЕЙ ПРИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Кагерманова Я.С., Коковихина А.А., Кузьмин А.В..... 68

ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МАРАЛОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Карякин К.С., Медведева Ж.В..... 75

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ» СОГЛАСНО ASTM D7899-19

Корнеева В.К., Зыков Н.Д., Спиридович П.М., Капцевич В.М., Закревский И.В. 83

СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Кулдошев А.И., Шистеев А.В..... 90

АНАЛИЗ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИХ СВОЙСТВ ДВИЖИТЕЛЕЙ ТРАКТОРОВ

Логинов И.С., Шуханов С.Н. 97

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА БИННЕТА-ВЕРХОВСКОГО КАК ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОЙ РАМЫ ТРАКТОРОВ

Логинов И.С., Шуханов С.Н. 102

| | |
|--|-----|
| К ВОПРОСУ О ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ | |
| Луцкина А.А., Гуцалова А.Б., Кузьмин А.В..... | 108 |
| ВИБРОЗАЩИТА ТРАКТОРА BELARUS-1221 | |
| Мищенко Е.В., Кошкин И.А. | 114 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ИЗ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА В УСЛОВИЯХ ОАО «ЧЕРЕМНОВСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД» | |
| Прокопенко В.Р., Медведева Ж.В. | 118 |
| К ВОПРОСУ ПОДБОРА РЕШЕТ ДЛЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ | |
| Пасынкова А.Е., Бричагина А.А., Елтошкина Е.В. | 123 |
| РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЛИВА МАСЛА ИЗ КАРТЕРА ДВС | |
| Поздняков Н.А., Ильин П.И..... | 128 |
| ПРИВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ БАКАЛАВРАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ | |
| Полей О.Ю., Аносова А.И., Косарева А.В. | 135 |
| ОБОСНОВАНИЕ ПОЛЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СО СБОРОМ НЕВЕЯННОГО ВОРОХА | |
| Полей О.Ю., Поляков Г.Н., Косарева А.В..... | 141 |
| ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ОСНАЩЕННЫХ СИСТЕМОЙ VTES | |
| Раковская Д.Э., Беломестных В.А. | 145 |
| АНАЛИЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ИЗ МЕТАЛЛА | |
| Раковская Д.Э., Аносова А.И., Агафонов С. В..... | 151 |
| КЛАССИФИКАЦИЯ ТРЕНАЖЕРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ АГРАРНОГО ПРОФИЛЯ | |
| Раковская Д.Э., Белобородова В.Г., Бричагина А.А. | 155 |
| АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗАМЕНЫ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ И КОРОБКАХ ПЕРЕДАЧ | |
| Рудых А.А., Аносова А.И., Ильин П.И. | 160 |
| АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВ | |
| Рык М.М., Чубарева М.В..... | 166 |
| ОБЕСПЕЧЕНИЕ ООО «АМК» ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ LADA LARGUS | |
| Сайтова Д.Р., Поспелов Я.С., Астапов Я.И., Цэдашиев Ц.В..... | 175 |
| ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМОКОНВЕЙЕРА ПОЛЕВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ СБОРА МЕЛКОГО ЗЕРНОВОГО ВОРОХА | |
| Самусик Г.С., Поляков Г.Н., Косарева А.В. | 183 |
| ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ОСТАТКОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ | |
| Сергеев А.Л., Аносова А.И., Ильин П.И. | 191 |
| БЕСТОРМОЗНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ АНАЛИЗ | |
| Степанов Н.Н., Хабардин В.Н., Степанов Н.В. | 205 |

| | |
|---|-----|
| ДИСЦИПЛИНА РЕМОНТ МАШИН В ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ | |
| Суфьянов К. Ш., Степанова В. С., Аносова А.И. | 212 |
| ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ | |
| Тетерина Е.Р., Хороших О.Н. | 217 |
| АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ВАЖНЕЙШЕГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ МАШИН | |
| Хараев Ю.А., Шуханов С.Н. | 222 |
| АНАЛИЗ БУНКЕРНОГО ЗЕРНА ЗЕРОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ «РОСТСЕЛЬМАШ» | |
| Хмелёв И.В., Бричагина А.А. | 230 |
| К ЛОГИСТИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА | |
| Черноусов Е.П., Бураева Г. М. | 237 |
| «ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ ПО ВОЗДЕЛЫВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ В ПОДСОБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ» | |
| Хайдаров Р.И., Загиров И.И. | 243 |
| АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ | |
| Шодоров А.П., Аносова А.И., Алтухов С.В. | 250 |
| ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ | |
| Бородулин С.А. Кобцева Л.В. | 254 |
| ВАРИАЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ КОСУЛИ СИБИРСКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ | |
| Бузунова М.Ю., Майорова Е.К. | 259 |
| ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛКИ ОБЫКНОВЕННОЙ | |
| Елаев Д.Е., Бузунова М.Ю. | 264 |
| ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ЗАЙЦА РУСАКА | |
| Каргина Д.А., Бузунова М.Ю. | 269 |
| МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ В СВИНАРНИКЕ ОТКОРМОЧНИКЕ | |
| Крылов Д.С., Боннет В.В. | 273 |
| ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ СЕЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ПРОГРАММЕ SIMULINK | |
| Перфильев В.А., Кузнецов Б.Ф., Клибанова Ю.Ю. | 278 |
| ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ | |
| Покацкий Д.В., Шпак О.Н., Кудряшев Г.С. | 288 |
| ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ УГЛЯ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ | |
| Салмонов С.Р. | 293 |
| ИК – ОБРАБОТКА И СУШКА ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР | |
| Свинарева А.М., Быкова С.М. | 296 |

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОМАТНОГО ПОРОШКА И ОБЛАСТЬ ЕГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

Свинарева А.М., Быкова С.М. 301

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕСИММЕТРИИ
ОДНОФАЗНЫХ НАГРУЗОК В ЧАСТНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ**

Чурин А.В., Сукьясов С. В..... 306