



Университет настоящих
профессий

**Красноярский
Государственный
Аграрный
Университет**

1952



СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Материалы XIX Всероссийской студенческой
научной конференции

Часть 3

Красноярск, 27-29 февраля 2024 г.

www.kgau.ru

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»

СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА - ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции
(27-29 февраля 2024 г.)**

Часть 3

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ

*Секция 5. Техническое обеспечение агропромышленного комплекса
Секция 6. Энергетика, электротехнологии, автоматизация и энергосбережение в АПК*

Электронное издание

Красноярск 2024

Ответственные за выпуск:

А.В. Коломейцев, М.В. Горелов

Редакционная коллегия:

Литвинова В.С., канд. с.-х. наук, доцент
Кузьмин Н.В., канд. техн. наук, доцент
Романченко Н.М., канд. техн. наук, доцент
Бастрон А.В., канд. техн. наук, доцент

С 88 Студенческая наука – взгляд в будущее [Электронный ресурс]: мат-лы XIX Всерос. студ. науч. конф. Часть 3 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – 138 с.

В третьей части представлены доклады, сделанные на XIX Всероссийской студенческой научной конференции, которая проходила в Красноярском государственном аграрном университете 27-29 февраля 2024 г.

(Секция 5. Техническое обеспечение агропромышленного комплекса; Секция 6. Энергетика, электротехнологии, автоматизация и энергосбережение в АПК).

ББК 4

Статьи публикуются в авторской редакции, авторы несут полную ответственность за подбор и изложение информации.

СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ПОДСЕКЦИЯ 5.1. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 630*375

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА

Аполонов Максим Андреевич, студент

Сибирский университет науки и технологий им. М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
apolonovmaksim9@gmail.com

Научный руководитель: Коршун Виктор Николаевич

кандидат технических наук, доцент
Сибирский университет науки и технологий им. М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия
korshunvn@sibsau.ru

Аннотация. Приводятся условия работы тракторов в лесном хозяйстве. Даются результаты исследований гибридной силовой установки лесохозяйственного трактора. Изучается применение электрических приводов с частотным регулированием скорости вращения. При анализе используются механические характеристики электропривода и тяговой силы трактора.

Ключевые слова: лесохозяйственный трактор, лесная поверхность, электропривод, механическая характеристика.

Актуальность проблемы. Анализ условий функционирования лесохозяйственного трактора показывает, что режимы движения тракторов в лесной экосистеме представляются более тяжелыми, чем на сельскохозяйственных площадях. Основные факторы: 1) машины работают в древостоях; 2) лесная поверхность имеет низкую несущую способность; 3) всегда присутствует неровный микро и макрорельеф; 4) имеются единичные включения и препятствия (деревья, пни, погребённая древесина, камни, штабели лесоматериалов и т.д.). Перемещение машин по лесу ограничено их габаритами, низким удельным давлением и коэффициентом сцепления. Концепция компоновки лесохозяйственного трактора отличается от компоновки пропашного трактора. Новая концепция была разработана в середине 20 века. До этого в лесном хозяйстве применялись сельскохозяйственные и промышленные тракторы. Было создано две концепции трактора для лесного хозяйства. Наиболее полно в середине 70-х годов концепция лесохозяйственного трактора была реализована в лесохозяйственном тракторе ТТ-4М (Рисунок 1) [3].

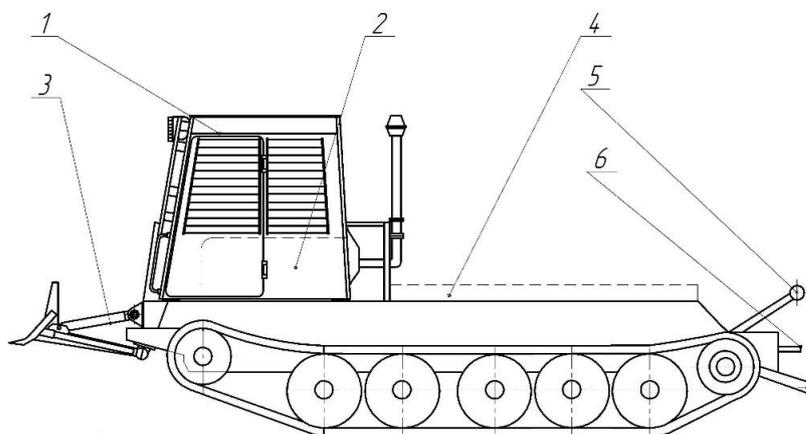


Рисунок 1 – Концепция лесохозяйственного гусеничного трактора

1 – кабина; 2 – двигатель (сбоку от кабины); 3 – толкатель; 4 – технологическая площадка;
5 – навесная система; 6 – ВОМ [3]

Трактор ТТ-4М выпускался в различных модификациях. Производился на Алтайском тракторном заводе вплоть до 2010 года, когда завод официально прекратил своё существование. Трактор эффективно функционировал в стабильно сложных и тяжелых условиях. Трансмиссия ТТ-4М была прогрессивной для того времени и позволяла создавать тяговое усилие до 110 кН (лебёдки – 130 кН). Машина была способна преодолевать уклон в 45° , снежный покров толщиной 1 м, брод глубиной 1 м. Компоновка трелевочного трактора ТТ-4М была настолько удачной, что многие технические параметры машины актуальны и не превзойдены до настоящего времени.

Исследование механической трансмиссии. В результате анализа было выявлено, что в тракторе ТТ-4М применяется ступенчатая механическая трансмиссия, что являлось характерным для большинства наземных машин того времени. Основным рабочим режимом функционирования трактора в лесу является трелёвка хлыстов или деревьев. При данном режиме часть веса хлыстов приходится на машину, а часть на волок. Часть веса воза, приходящаяся на машину, образует тяговый вес, приходящийся на ведущие элементы. Часть веса, приходящаяся на волок, создает тяговое сопротивление. Расчёты показывают, что соотношение этих частей может составлять 50:50. Механическая характеристика ведущих элементов трактора (зависимость тяговой силы от скорости движения) обусловлена механической характеристикой двигателя внутреннего сгорания, применяемого в машине. Механическая характеристика на двигателе ступенчатая и зависит от номера передачи. Анализ показывает, что при нулевой скорости движения машины при трогании с места тяговой силы на двигателе нет.

Исследование силы сопротивления. Сила сопротивления при трелёвке хлыстов пропорциональна скорости движения машины. В работе [2] установлено, что тяговое сопротивление «...возрастает при увеличении скорости». В момент трогания трактора с места сила сопротивления не равна нулю. Если рассматривать трансмиссию трактора как динамическую систему, то режим разгона машины будет неустойчивым. При таком режиме возникают рывки, проскальзывание движителя по отношению поверхности движения, что приводит к повреждению почвенного покрова и подстилки. В результате проходимость машины снижается, а тяговые возможности трактора не могут быть практически реализованы.

Решение проблемы. Решением проблемы является замена механической трансмиссии трактора на гибридную, включающую двигатель внутреннего сгорания, функционирующего в режиме постоянной мощности, и электрического привода. Однако замена механического привода на электропривод от электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением полностью не решает проблему. Механические характеристики двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя с независимым возбуждением не совпадают. Требуется сложная система регулирования и накопления энергии. Идеальным является конструктивное решение, при котором используются электродвигатели с частотным регулированием скорости вращения. Такие двигатели не требуют тяжелых трансформаторов напряжения. Технология дает возможность плавно изменять скорость движения машины в широком диапазоне. При нулевых значениях скорости движения машины угловая скорость электропривода является минимальной. Это приводит к плавному троганию машины с места, что особенно актуально для вырубок с низким коэффициентом сцепления. В современных лесохозяйственных тракторах подобные трансмиссии не применяются.

В рамках выпускной работы были разработаны конструктивные решения по модернизации трансмиссии лесохозяйственного трактора. Электрическая часть трансмиссии была заимствована от троллейбуса. Использовалось оборудование ПТА-180НЛ - комплект оборудования тягового асинхронного электропривода троллейбуса (ООО НПФ "ИРБИС").

С трактора ТТ-4М снимают механическую трансмиссию, включающую коробку передач, карданную передачу, главную передачу, задний мост с ведущими колесами. Гусеничный ход не изменяется. Разрабатывается электромеханическая схема гибридной трансмиссии (Рисунок 2).

Схема гибридной трансмиссии включает: штатный двигатель трактора ТТ-4М (А-01МЛ), высокочастотный генератор «Орион-18», фильтры, аккумуляторную батарею, выпрямитель, два тяговых инвертора по 60кВт для привода ведущих колес и один инвертор на 30 кВт для привода лебедки. В качестве тяговых приводов применяются синхронные электродвигатели «Орион 18-1-04» по 60 кВт. Все элементы трансмиссии являются заимствованными и выпускаются фирмой «Орион» (Беларусь). Система управления трактором выпускается ООО «Чергос» (С-Петербург). Гусеничный ход трактора ТТ-4М не модернизируется. Предложенная схема подходит для других марок тракторов. Генератор «Орион-182М» с приводом от двигателя «А-01МЛ» вырабатывает электрическую энергию напряжением 380 В и с частотой 210 Гц. Электрический ток выпрямляется и распределяется на три фазы. Ток с регулируемой частотой через фильтры поступает на тяговые

инверторы, а затем на синхронные электродвигатели «Орион-18-1-04», оснащенные устройствами обратной связи. В зависимости от нагрузки на ведущих колесах трактора изменяется мощность генератора.

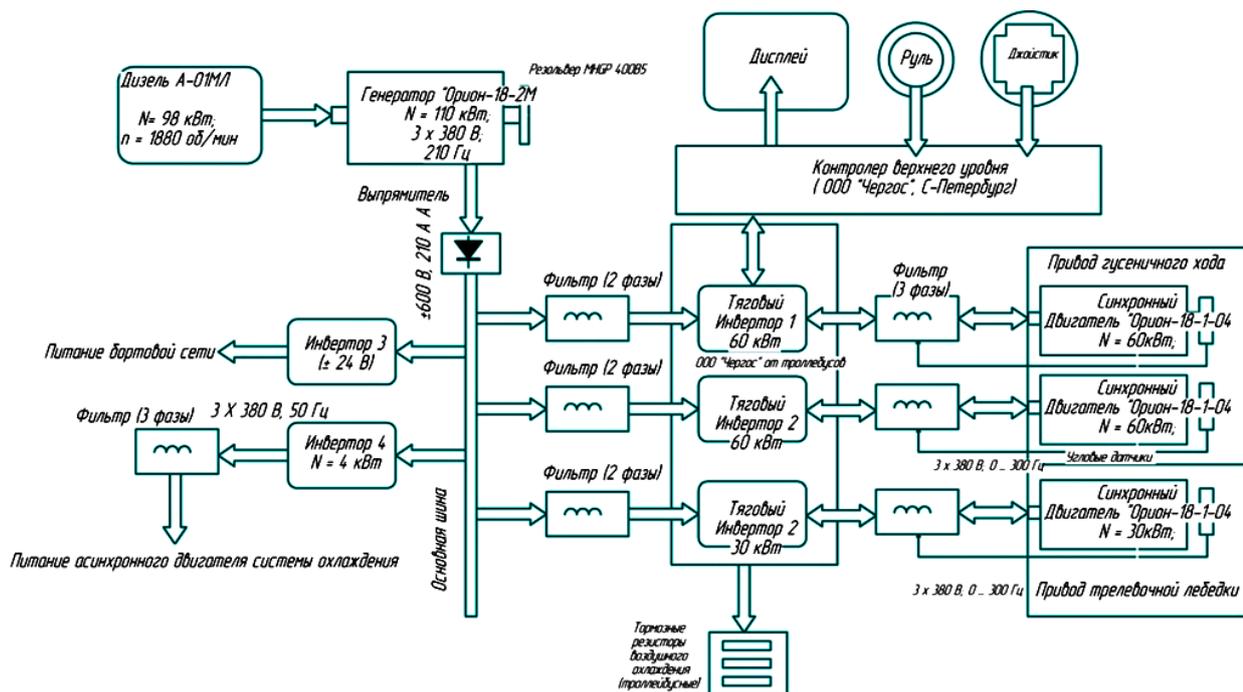


Рисунок 2 – Схема модернизированной трансмиссии трактора

Поворот трактора выполняется изменением скоростей вращения синхронных электродвигателей. Расчеты показывают, что требуется дополнительная система охлаждения электродвигателей. Имеют собственную систему охлаждения. В трансмиссии трактора устанавливается три электродвигателя. Два электродвигателя служат для привода каждой ведущей звездочки ходовой системы трактора и один – для привода лебедки. Характеристики привода приведены в учебном пособии [1].

Вывод. Модернизация трансмиссии лесохозяйственного трактора позволит повысить его проходимость и манёвренность в условиях лесной вырубki.

Список литературы

1. Дементьев Ю. Н. Электрический привод: учебное пособие. / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 232 с.
2. Илюхин И.Е., Попутчиков Д.П. Исследование вопроса сопротивления движению хлыстов при их трелёвке лесозаготовительными машинами // Технологические измерения в науке и технике. Пермь, 2018. – С. 36-38.
3. Коршун, В.Н. Концепция трактора для лесного хозяйства / В.Н. Коршун // Тракторы и сельхозмашины. - 2007. – № 5. – С. 16-19.

ОБЗОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВОГО ТИПА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Богиня Николай Михайлович, аспирант

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nik_211@mail.ru

Резер Артур Викторович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
rezer@list.ru

Научный руководитель: Богиня Михаил Васильевич

кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
bmw-1964@yandex.ru

Аннотация. В статье проведен обзор дисковых рабочих органов машин для поверхностной обработки почвы, сформулированы необходимые требования для создания нового рабочего органа дискового типа в составе культиватора для предпосевной обработки почвы.

Ключевые слова: предпосевная обработка, комбинированная машина, культиватор, дисковый рабочий орган.

Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» по проекту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»

В настоящее время основной задачей сельского хозяйства является увеличение валового производства зерна. Большое влияние на урожайность зерновых культур, возделываемых в Красноярском крае, оказывает обработка почвы, в связи с этим важной и актуальной задачей является создание современной почвообрабатывающей техники, которая способна производить предпосевную обработку почвы в соответствии с агротехническими требованиями. При проведении поверхностной обработки почвы необходимо сохранить запасы накопленной почвенной влаги, обеспечить минимальный вынос влажной почвы на дневную поверхность, создать выровненное семенное ложе, произвести полное подрезание сорняков.

Для качественного осуществления поверхностной обработки почвы на кафедре «Механизация и технический сервис в АПК» была разработана конструкция прицепного культиватора модульного типа (рисунок 1) [3], на которую получен патент [2], изготовлен опытный образец и проведены полевые испытания данного культиватора [5]. Испытания опытного образца культиватора показали, что установленные под углом атаки секции игольчатой бороны хорошо измельчают пласт почвы, который подрезают стрельчатые лапы культиватора, но при этом происходит перемещение почвы в поперечном направлении относительно хода культиватора, что способствует образованию почвенного гребня между секциями. Для исключения этого недостатка необходимо применить рабочий орган, который при хорошем качестве измельчения и выравнивания почвы не приводил бы к гребнеобразованию.

Анализ применяющихся в настоящее время комбинированных почвообрабатывающих машин показал, что широкое распространение получили дисковые рабочие органы. Диски по типу рабочей поверхности принято разделять на плоские, сферические, волнистые, ножевидные, игольчатые [1,4].

Плоские диски применяют в основном в качестве плужных ножей или сошников сеялок. Такие диски при качении заземляют растительные остатки, перерезают их, при установке их под определенным углом атаки диски сдвигают почву в сторону и образуют гребнистое дно борозды.

Гладкие и вырезные полусферические диски используют как рабочие органы луцильников и дисковых борон, при работе такие диски перерезают растительные остатки, измельчают почвенные комки, частично оборачивают слой почвы, работают такие диски с углом атаки до 35°, что обуславливает их недостатки (гребнистое дно борозды и гребнистую поверхность поля). Для

уменьшения гребнеобразования требуется их установка в несколько рядов, что приводит к увеличению габаритов орудия и его массы.

Волнистые диски хорошо измельчают растительные остатки и почву, но при работе на почвах с высокой влажностью возможно их залипание, так как из-за геометрически сложной конфигурации поверхности диска трудно обеспечить его качественную очистку. Подобные недостатки можно отнести и к ножевым дискам.

Таким образом, для дальнейшего совершенствования конструкции прицепного культиватора модульного типа необходимо разработать рабочий орган дискового типа, который производил бы измельчение растительных остатков, крошение почвенного пласта, подрезанного лапами культиватора, при этом данный рабочий орган не должен образовывать гребней на поверхности обрабатываемой почвы, а также сохранять ровное дно борозды. Геометрическая форма рабочей поверхности дискового рабочего органа должна способствовать очистке диска при его работе на влажных почвах (позволять установить чистики).

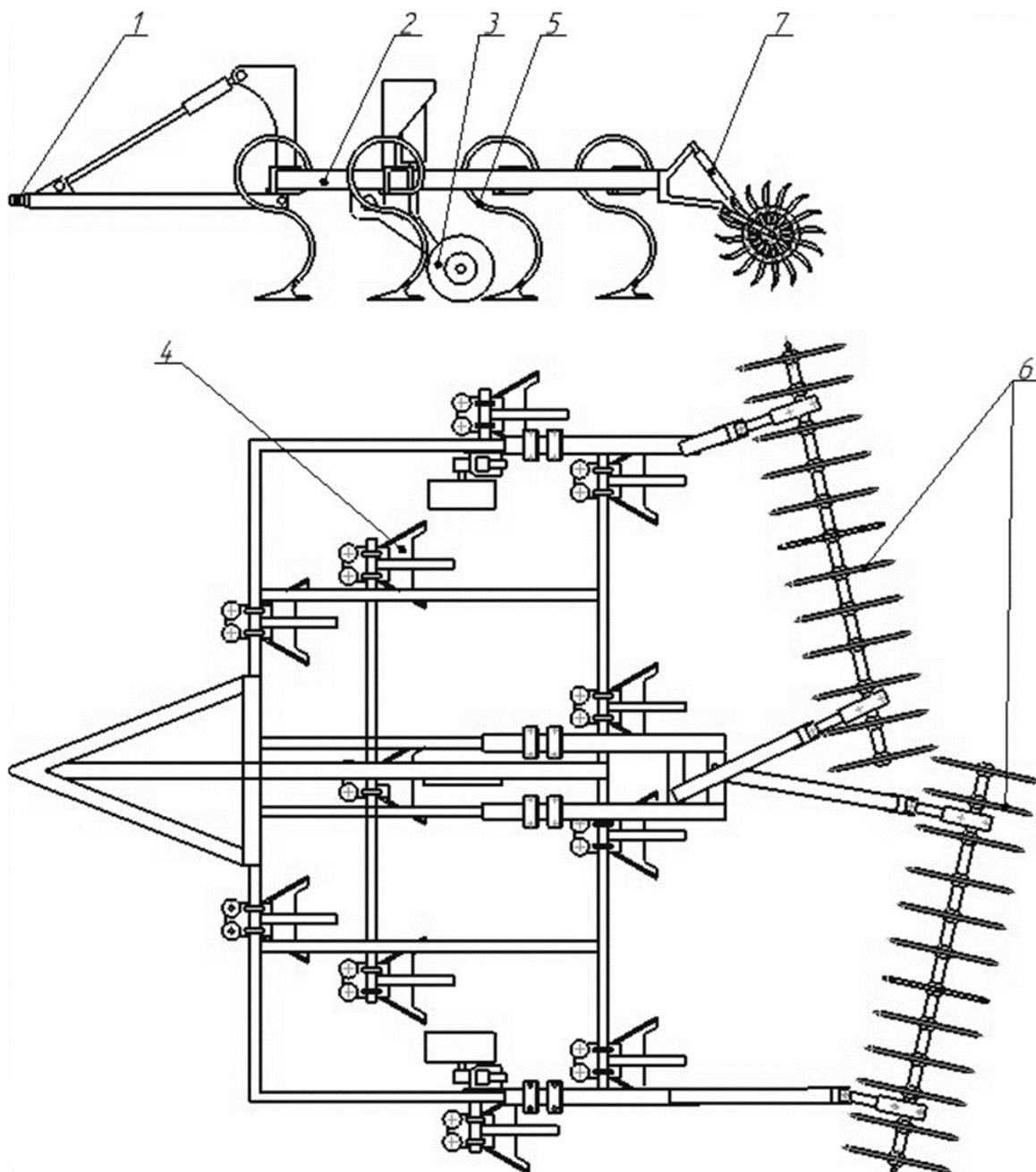


Рисунок 1-Культиватор прицепной для сплошной обработки почвы

1-рама; 2-прицепное устройство; 3-опорное колесо; 4-лапы; 5-S-образные стойки; 6-секция игольчатой бороны; 7-догрузатель

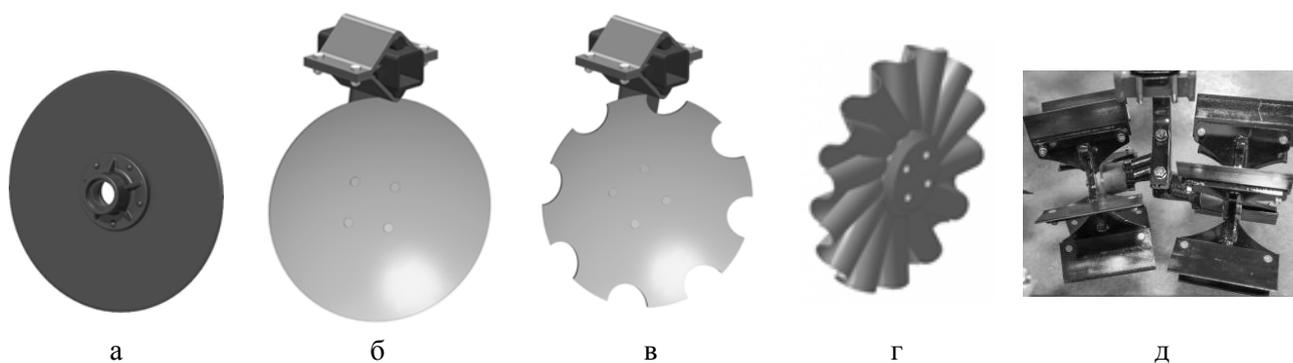


Рисунок 2-Дисковые рабочие органы
а-плоский; б-гладкий полусферический; в-вырезной полусферический; г-волнистый;
д-ножевой

Список литературы

1. К обоснованию типа дискового рабочего органа почвообрабатывающего агрегата для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях / Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межведомственный тематический сборник / Вып. 55 Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства" Минск : Беларуская навука, 2022. -С.148-157.
2. Патент на полезную модель № 214966 U1 Российская Федерация, МПК А01В 49/02 (2006.01), А01В 35/18 (2006.01). Культиватор прицепной для сплошной обработки почвы: № 2021132619: заявл. 08.11.2021: опубл. 22.11.2022 / О. В. Лисунов, М. В. Богиня, А. А. Васильев [и др.] заявитель, патентообладатель Красноярский государственный аграрный университет – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный.
3. Прицепной культиватор модульного типа для предпосевной обработки почвы / О. В. Лисунов, А. А. Васильев, М. В. Богиня, Н. М. Богиня // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года / Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 57-59.
4. Рабочие органы дисковых борон и луцильников / Е. И. Трубилин, К. А. Сохт, В. И. Коновалов, О. В. Данюкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 91. – С. 752-771.
5. Экспериментальные исследования комбинированного культиватора / А. А. Васильев, М. В. Богиня, О. В. Лисунов, Н. М. Богиня // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года / Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 142-147.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В МОНГОЛИИ

Болд Эрдэнэ Усукбаяр, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
usukhuu.0809@gmail.com

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
girenkov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сведения о свойствах, способах получения и местах расположения в Монголии медных руд, служащих для получения меди – важнейшего конструкционного и электротехнического металла, нашедшего применение в практике сельскохозяйственного и автотракторного машиностроения, в области электрооборудования и электротехнологий в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: конструкционные и электротехнические материалы, медь, бронзы, латуни, медные руды, месторождения, флотация.

Инженеры всех отраслей промышленности, в том числе работающие в области электрооборудования и электротехнологий в агропромышленном комплексе, должны обладать знаниями о конструкционных черных и цветных металлах и сплавах, их свойствах, строении, получении и применении. В соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров по направлению «Агроинженерия» (по профилю электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе), выпускаемых в институте инженерных систем и энергетики Красноярского ГАУ, дисциплина «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» является обязательной.

Основой важнейших конструкционных материалов, используемых в электроэнергетике – сталей, чугунов, бронз, латуней, дуралюминов, силуминов и других – являются черные и цветные металлы. Наука, которая изучает методы получения черных и цветных металлов, называется металлургией. Важнейшие вопросы металлургии, которые касаются добычи полезных ископаемых, обогащения руд и выплавки металлов рассматриваются в ходе изучения дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» [7]. При выполнении лабораторной работы «Исходные материалы и продукты металлургического производства» студенты знакомятся с образцами важнейших руд, металлургического топлива, флюсов, огнеупорных материалов. Отдельно обсуждаются вопросы, связанные с местонахождением и ценностью месторождений этих полезных ископаемых на территории Красноярского края.

В институте инженерных систем и энергетики существует практика обмена информацией между студентами, проживающими в разных странах или регионах Российской Федерации, о месторождениях полезных ископаемых, находящихся на их территориях. Это происходит как при выполнении вышеуказанной лабораторной работы, так и при подготовке и представлении докладов на студенческих конференциях [6].

Такая форма участия в учебной и научной деятельности позволяет осваивать коммуникативные способности обучающихся в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» [9].

В предыдущей работе нами представлены сведения о современных рудных месторождениях Монголии [2].

Цель настоящей работы – анализ литературы и обобщение данных о свойствах, применении, способах получения и местах расположения в Монголии меди, важнейшего конструкционного и электротехнического металла.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной, учебной литературы по тематике исследования, официальной статистической информации.

Медь относится к полублагородным цветным металлам, она, как и благородные, отличается высокой коррозионной стойкостью. Чистая медь имеет ряд других ценных технических свойств. Благодаря высокой пластичности, высокой электро- и теплопроводности, этот металл широко

используется в промышленности. Именно высокая электропроводность меди обуславливает ее преимущественное применение в электротехнике как проводникового металла.

В технике наряду с чистой медью широко используются ее сплавы. Наибольшее распространение получили сплавы меди с цинком, называемые латунями, и сплавы с другими элементами (Sn, Si, Al, Be и т.д.), получившие название бронзы. Медные сплавы можно обрабатывать давлением, резанием и сваривать. Для изменения их свойств применяют термическую обработку. Детали из медных сплавов изготавливают литьем и пластическим деформированием.

Латуни и бронзы нашли широкое применение в практике сельскохозяйственного и автотракторного машиностроения – из них изготавливают ленты, трубы, проволоку, гайки, шестерни, подшипники скольжения, втулки, прокладки, зубчатые колёса, сальники, пружины [7].

Для получения меди применяют медные руды, а также отходы меди и ее сплавов (лом).

В рудах медь обычно находится в виде сернистых соединений, окислов или гидрокарбонатов. Важнейшие минералы приведены в таблице 1 [8].

Таблица 1 – Важнейшие медные минералы

Минерал	Формула	Плотность, кг/м ³	Твердость по Моосу
Борнит	Cu_3FeS_4	4900...5200	3
Медный блеск	Cu_2S	5500...5800	2,5...3
Ковеллин	CuS	4600	1,5...2
Халькопирит	$CuFeS_2$	4100...4300	3,5...4
Малахит	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	3700...4100	3,5...4
Хризаколла	$CuSiO_3 \cdot H_2O$	2000...2200	2,4
Самородная медь	Cu	8900	-

Наибольшее промышленное применение имеют сульфидные руды ($CuFeS_2$; Cu_2S ; CuS), которые содержат 1...6 % меди. Горную породу, содержащую меньше 0,5 % Cu, не перерабатывают, так как при современном уровне техники и технологии извлечение из нее меди нерентабельно. В небольших количествах встречаются так называемые самородные руды, в которых медь находится в свободном состоянии.

Большинство медных руд обогащают способом флотации. Флотация основана на всплывании в растворе медьсодержащих частиц руды. Флотирующиеся минералы под влиянием химических реагентов приобретают способность не смачиваться водой и, прилипая к проходящим пузырькам воздуха, поднимаются с ними вверх в виде пены. В дальнейшем всплывшие частицы собирают, сушат и получают концентрат, содержащий 20...30 % меди.

Известны два способа извлечения меди из руд и концентратов: пирометаллургический и гидрометаллургический, который не нашел широкого применения. Пирометаллургический способ пригоден для переработки всех руд и особенно эффективен в том случае, когда руды подвергают обогащению.

Производство меди состоит из следующих основных стадий [8]:

- обжиг руд и концентратов;
- получение медного штейна;
- получение черновой меди;
- рафинирование меди.

В Монголии в настоящее время зарегистрировано более 8000 месторождений на 1170 шахтах, в которых добываются более 80 видов минералов и металлов (железа, цветных металлов, золота, угля, урана и других).

На долю горнодобывающей промышленности приходится 77% от общего объема производства промышленного сектора.

По экспорту концентрата меди Монголия входит в десятку ведущих стран мира (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Важнейшие мировые экспортёры медного концентрата

Страны	Медный концентрат, т/год
Чили	2410360
Индонезия	1862790
Австралия	756137
Аргентина	467367
Перу	421976
Канада	369570
Монголия	163607
Ботсвана	103272
Португалия	91430
США	87332
Казахстан	71922

По данным [5] в России в 2021 году производство медных концентратов из руд техногенных месторождений составило 937,8 тыс. тонн.

Самые известные медные месторождения Монголии – Оюу-Толгой. Оно находится в пустыне Гоби на юге Монголии и состоит из нескольких рудных тел, содержащих медь, золото и серебро. Из них 20 % расположены близко к земной поверхности, а 80 % залежей сосредоточены на глубине от 700 до 1300 метров под землей.

Месторождение Южный Оюу Толгой, являющееся одним из трех основных месторождений Оюу Толгой, разрабатывается открытым способом. Добыча началась в апреле 2012 года. В настоящее время на карьере трудятся около 560 человек, в сутки добывается 100 тысяч тонн руды.

Выемки высотой 15 метров соединены дорогой шириной 40 метров, по которой 290-тонные самосвалы перевозят грунт и руду на первичные дробилки или отвалы.

Этапы ведения горных работ на месторождении следующие:

1. Бурение
2. Взрыв
3. Транспортирование добытой руды на первичную дробилку, пустой породы на свалку. Руда транспортируется компанией Комацу.
4. Дробление. Привезенная руда измельчается до размера 5-7 см и доставляется на обогатительную фабрику конвейерной лентой длиной 2,7 км.

Добытая руда имеет очень низкое содержание меди (3-5 %). В тонне руды, добытой открытым способом, содержится менее 5 килограммов меди и менее трети грамма золота. Руда из карьера поступает на обогатительную фабрику по ленточному конвейеру от первичной дробилки, проходит несколько полных механических и химических процессов, очищается от пустой породы и примесей и становится конечным продуктом, готовым к экспорту в виде концентрата. Мелкодисперсный порошкообразный продукт под названием Байджмал содержит 25-30 % меди, а также небольшое количество золота и других металлов.

Обогатительная фабрика способна перерабатывать до 100 000 тонн руды в сутки.

Оюу-Толгой – монгольская компания, которой совместно владеют правительство Монголии (34 %) и англо-австралийская группа Rio Tinto (66 %).

По предварительным данным, к 2030 году текущая добыча Оюу Толгой увеличится в 2-3 раза. Открытые и подземные рудники будут производить в среднем 500 тыс. тонн меди в год с 2028 по 2036 годы [3].

Таким образом, поскольку Монголия является одной из стран с богатыми природными минеральными ресурсами и удачным географическим расположением рядом с крупными азиатскими странами, она считается благоприятной средой для прямых иностранных инвестиций, что послужит мощным инструментом для увеличения ВВП страны.

Список литературы

1. Беспалов В.Ф. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов: учеб. пособие / В.Ф. Беспалов, Н.М. Романченко: Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 324 с.
2. Болд Эрдэнэ Усухбаяр. Горнодобывающая промышленность Монголии // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России [Электронный ресурс]:

мат-лы IV Международной научной конференции / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2024. – с. 351-356.

3. В Монголии открыли подземный рудник на крупнейшем месторождении золота и меди. [Электронный ресурс]. – URL: <https://bigasia.ru/v-mongolii-otkryli-podzemnyj-rudnik-na-krupnejshem-mestorozhdenii-zolota-i-medi/> (дата обращения 08.02.2024)

4. ГОК «Эрдэнэт»: история и перспективы развития [Электронный ресурс]. – URL: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/15279-gok-erdenet-istoriya-i-perspektivy-razvitiya> (дата обращения 09.02.2024)

5. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. [Электронный ресурс]. – URL: <https://gd2021.data-geo.ru/nfm/cu/> (дата обращения 09.02.2024)

6. Каюмов Ш.А., Мамарахимов М.М. Перспективные месторождения полезных ископаемых Республики Таджикистан / Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века, 2019, № 13. – с. 252-256.

7. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.

8. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть II. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – 267 с. URL: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/115.pdf> (дата обращения 09.02.2024)

9. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 23.09.2017 г. № 813 [Электронный ресурс]. – URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/350306_B_3_15062021.pdf (дата обращения 01.02.2024)

УДК 662.756

ПОЛУЧЕНИЕ БИОДИЗЕЛЯ ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Будылина Елизавета Алексеевна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
elizavetabisop@gmail.com

Зенго Станислав Евгеньевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
staszengo@yandex.ru

Научный руководитель: Доржеев Александр Александрович

кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
dorzheeva.1985@mail.ru

Аннотация: предложен способ очистки масла-сырца для получения биодизельного топлива в условиях сельскохозяйственного предприятия из некондиционного рапсового масла, обозначены задачи исследований для разработки технического задания «Технологический модуль для обработки некондиционного растительного масла» для сельскохозяйственных предприятиях Красноярского края.

Ключевые слова: технология, дизельное топливо, семена масличных, очистка, биодизельное топливо.

Сельское хозяйство Красноярского края приближает среднюю урожайность семян рапса к 25 ц/га, помимо экспорта семян становится актуальными переработка и получение рафинированного масла в регионе. Однако столь стремительный рост посевных площадей и валового сбора рапса сделали невозможным быстрое перевооружение существующих фондов многих хозяйств, как под хранение, так и под переработку сырья. В связи с указанным появилась тенденция использования некондиционного рапсового масла, т.е. непригодного для пищевых и кормовых целей, такое сырье обладает свойствами, близкими к техническим маслам, при этом требуют доработки со стороны

физико-химических характеристик – очистки от механических примесей, обезвоживания, нейтрализации и т.д.

Полученное в хозяйствах региона сырое масло неоднократно подвергалось химическим анализам в лабораториях ФГБОУ ВО Красноярского ГАУ, результаты показывали сопоставимые показатели по кислотному числу, вязкости, плотности и механическим примесям [1].

Исследования экологических, энергетических и экономических вопросов применения растительных масел в качестве топлива на мобильной технике в условиях агропромышленного комплекса (АПК) показывают определенную эффективность на данном этапе развития масложировой отрасли страны [1-4].

Переработка семян и получение растительных масел в сельскохозяйственных предприятиях, возделывающих рапса на семена и имеющих собственную переработку, имеет ряд проблем, связанных с наличием продуктов окисления и трудностями при реализации процессов их отделения от пресовых масел, особенно после продолжительного хранения без очистки. Перерабатывающие предприятия малой мощности, которые на сегодняшний день получают растительные масла должны иметь более простые и доступные технологии при одновременном стремлении к максимуму маслосъема однократным отжимом. Данное условие приводит к повышению содержания групп липидов, вызывающих химическое старение получаемого масла. Свободные жирные кислоты вызывают окисление масла в процессе дальнейшего хранения, масло становится непригодным для последующей переработки в пищевое и кормовое сырье.

Причиной перехода растительного масла в некондиционное является наличие влаги в семенах, которая остается как в жмыхе, так и переходит частично в сырое масло, что приводит дополнительному его насыщению свободным кислородом. С самого начала извлечения масла из семян оно подвергается окислению, и, если не принять соответствующих мер, стремительно портится, при этом образуются новые соединения, не позволяющие его использовать конечный продукт по назначению.

Наличие некондиционных масел позволяет организовать очистку сырья посредством нейтрализации и вымораживания смеси с минеральным дизельным топливом (ДТ) с последующим получением этиловых (ЭЭРМ), или метиловых МЭРМ эфиров этих масел. Такие эфиры называют биодизельным топливом. При достаточном количестве сырья возможна частичная замена минерального дизельного топлива для тракторов и комбайнов предприятия (фермерского хозяйства).

Существующие промышленные способы производства МЭРМ и ЭЭРМ предусматривает максимальное извлечение масла экстрадированием, очистку отдельными стадиями рафинации в зависимости от сырья и последующую переэтерификацию с использованием спиртов. В АПК региона экстрадирование семян рапса, в основном, используется в линиях производства комбинированных кормов. При получении биодизельного топлива максимальное извлечение масла из семян не требуется по причине ограничений со стороны питательности (масличности) жмыха, вполне достаточным является маслосъем 30-35%. Эффективность стадий очистки определяется качественными показателями получаемого продукта. Основными отличиями от промышленных способов получения биодизельного топлива при внутрихозяйственном производстве являются: получение масла-сырца преимущественно на маслопрессах холодного отжима; использование только этилового спирта; ограничение получения и использования до марки В-70 (при получении смесей после всех стадий очистки).

Поточно-технологическая линия получения биодизеля в условиях предприятий АПК ориентирована на предприятия малой мощности без первичной очистки и без рафинации рапсового масла. Такая линия позволит получать сырое пресовое масло, жмых и моторное топливо В-70 (70% эфиров РМ).

В работе нами предлагается получение биодизеля без предварительной влаготепловой подготовки маслосемян, без обрушивания и других подготовительных операций. В общем виде основным в линии остается маслопресс. Очищенные семена в маслопресс должны подаваться транспортером, а полученное сырье после пресса поступать на вторую ступень посредством промежуточного питающего транспортера. На прессе окончательного отжима масло максимально извлекается из подаваемого с первой стадии сырья и подается на фузоловушку с пеногасителем, а жмых подается транспортером в промежуточный накопительный бункер для последующей реализации (либо приготовления комбинированного корма, с последующей доработкой в виде кондиционирования по влажности, гранулирования, спрессовывания и т.д.). Сырое масло перекачивается насосом в отстойник для естественного осаждения тяжелых фракций под действием сил гравитации (осветление), здесь же происходит медленное охлаждение и удаление части

свободного кислорода. Отстоявшееся масло нейтрализуется и смешивается с дизельным топливом в указанном соотношении в нейтрализаторе-смесителе, а затем вымораживается в винтеризаторе при температуре +10°C [5], после чего смесь фильтруется на полотняном рамном фильтре, собирается в накопитель и перекачивается в емкость для готового биодизеля В-70.

Функционировании биодизельной линии в три рабочих смены в сутки обеспечит бесперебойность работы без остановки маслопресса. На разогрев в пусковом режиме необходимо время для выхода на рабочий режим и заданную производительность. На это ориентированы прессы Т7-МОА, ММШ-450, АР-500 и другие, с производительностью от 450 кг/час (10,8 тонн в сутки) по сырью и более. Для хозяйств с большим запасом семян, либо отдельных маслозаводов с необходимым элеватором, подходят подобные агрегаты и их компоновка в линиях на 2-3 основных машины. При применении маслопрессов типа ПШМ, а также других, с производительностью до 450 кг/час, линия может работать как в одну, так и в 2 – 3 смены. Таким образом обусловлено, что производительность и загрузка основных агрегатов обозначена запасами маслосемян и возможностью его предварительной подготовки. Такие машины, например, как маслоотжимной агрегат МП-68, производительностью до 60 тонн в сутки, приобретать, обслуживать и ремонтировать, хозяйствам края очень дорого.

Кроме стремительного окисления сырых масел, отрицательным является наличие растительных восков, которые плавятся на стадии извлечения и образуют структуры, повышающие вязкость и ухудшающие низкотемпературные свойства. В работе эти вопросы решаются на стадии винтеризации смеси нейтрализованного масла с ДТ. В предлагаемой поточной линии представляется возможным снижение кислотности, вязкости и коэффициента фильтруемости, что дает технический результат, позволяющий использовать смеси В-70 в качестве топлива для дизелей без наддува.

Проведенная в работе [1] лабораторная оценка низкотемпературных свойств биодизеля по ГОСТ 20287-91 и ГОСТ 5066-91 позволила обосновать предлагаемый способ очистки сырого масла. Предложенный способ может быть реализован в поточных линиях извлечения масла из семян рапса в сельскохозяйственных предприятиях региона.

Дальнейшие исследования в данной области будут направлены на разработку технического задания структурной схемы технологии производства биодизеля В-70. Предложенный способ получения биодизеля из некондиционного рапсового масла может найти применение в сельскохозяйственных предприятиях, возделывающих рапс на семена и получающих прессовое масло. Взяв за основу проведенные ранее исследования по адаптации дизелей к использованию смесового моторного топлива на основе рапсового масла и сопоставив реальную себестоимость и закупочные цены на минеральный дизель для действующих хозяйств Красноярского края, можно предположить их разницу почти в 50%. Это означает, что при стоимости дизельного топлива 60 руб./л, себестоимость биодизеля В-70 составит около 30 руб./л. При таком соотношении подтверждается эффективность получения и использования биодизеля указанной марки на тракторах определенных классов и на определенных видах работ.

Список литературы

1. Доржеев, А.А. Получение биодизельного топлива из некондиционного рапсового масла / А.А. Доржеев, С. В. Грищенко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(49). – С. 152-160. – DOI 10.48136/2222-0364_2023_1_152. – EDN НСКССН.
2. Запевалов М.В., Сергеев Н.С., Редеев Г.В. Применение рапсового масла в качестве биодизельного топлива/ Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(44). – С. 198-206.
3. Моделирование оптимального компонентного состава биодизельного топлива / Д. В. Варнаков, С. А. Симачков, В. В. Варнаков // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 3. – С. 313-320.
4. Селиванов, Н.И. Технология производства и эффективность использования смесового топлива на основе рапсового масла / Н.И. Селиванов, А.А. Доржеев // Вестник КрасГАУ. - 2015. - Вып. 5. - С. 81-86.
5. Способ очистки биотопливных композиций на основе рапсового масла: пат. 2706123 Российская Федерация № 2018105221/13, заявл. 12.02.2018; опубл. 14.11.2019; Бюл. № 32 – 3 с.

СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ СОЛОМОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Егошин Павел Олегович, студент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
egoshin@yandex.ru

Научный руководитель: Агафонова Екатерина Васильевна

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
ekateri79@mail.ru

Аннотация. Современные зерноуборочные комбайны имеют режущие рабочие органы с низкой износостойкостью, которые работают в тяжелых условиях износа. Для увеличения срока эксплуатации рабочих органов, на их рабочие поверхности наносят упрочненные слои или покрытия с высокими физико-механическими свойствами. В качестве упрочнения рабочих кромок ножа соломоизмельчителя комбайна предлагается нанесение специального железоуглеродистого сплава на кромки ножа с помощью индукционной пайки в специальные канавки, выполненные штамповкой. Специальный железоуглеродистый сплав обеспечит высокие показатели износостойкости рабочих кромок ножа, и увеличит срок его эксплуатации.

Ключевые слова: нож соломоизмельчителя, упрочнение, индукционная пайка, режущая кромка, самозатачивание, штамповка, матрица для штампа.

Исследования проведены в рамках НИР ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в рамках государственной темы № АААА-А20-120110690008-2 «Исследование неисправностей и причин отказов автомобилей, тракторов, сельскохозяйственной спецтехники и оборудования животноводческих комплексов в процессе эксплуатации» под руководством к.т.н. Коноревым Р.В.

В соломоизмельчителе зерноуборочных комбайнов главным рабочим органом являются ножи, которые выполняют ключевую роль в процессе измельчения. Они нарезают солому на более мелкие части, что упрощает ее дальнейшую обработку и использование. Конструктивной особенностью соломоизмельчителя является высокая частота вращения ротора до 3800 об/мин. Из этого следует, что ножи соломоизмельчителя должны изготавливаться с минимальными допусками по весу, чтобы избежать вибрации, а также в процессе работы износ ножей должен происходить равномерно по всей длине ротора, так как вибрация приводит к накоплению повреждений в материале, что приводит к появлению усталостных трещин и разрушений. Помимо этого, вибрационное воздействие приводит к постепенному ослаблению неподвижных соединений.

При взаимодействии режущей кромки ножа с соломой и другими пожнивными остатками, его режущая кромка подвергается изнашиванию, что впоследствии приводит к его затупливанию, могут образовываться сколы частей ножа, забоины и выкрашивание режущей кромки, деформация и изгибы. В рабочую зону соломоизмельчителя могут попадать камни и прочий мусор, который может легко обломить нож, если он не будет обладать достаточной пластичностью, но в то же время нож должен обладать достаточно твердой кромкой, чтобы долгое время не терять своей геометрической формы во время эксплуатации. В процессе работы ножи соломоизмельчителя изнашиваются неравномерно по длине, это вызвано их непостоянной нагрузкой.

Ножи соломоизмельчителя изготавливаются из сталей, которые обладают достаточной пластичностью, но в то же время имеют низкую износостойкость, что приводит к изнашиванию рабочих кромок ножей. Для повышения износостойкости режущих поверхностей применяют различные технологии упрочнения. Такие как индукционная наплавка покрытиями из многокомпонентных сплавов систем Fe-Cr-C-B, FeB-Fe-B [3] или покрытиями на основе бора, нанесение на поверхности электроискрового покрытия из аморфного сплава марки 84КХСР [4], упрочнение на основе армирования рабочих углов металлокерамическими твердыми сплавами с применением железоуглеродистых припоев, позволяющих решать проблему прочности и твердости рабочих поверхностей [5], плазменное напыление, которое позволяет наносить тонкий равномерный слой из порошок ПР-С27 на железной основе с высоким содержанием хрома на поверхности ножей [1].

Ножи соломоизмельчителей изготавливаются с разными размерами и формами, в зависимости от типа соломоизмельчителя и режимов работы комбайна. Их изготавливают разными по толщине, по форме продольного сечения, могут иметь зазубрины или трапециевидную форму. Длина ножей варьируется от 160 до 187мм, ширина от 50 до 60мм, толщина от 3 до 5мм. Ножи изготавливают из полосовой стали прокаткой, по меньшей мере, одной из ее продольных кромок в призматическое лезвие с закругленной режущей кромкой требуемой остроты [1]. Однако закругленная режущая кромка, образованная из-за недостаточной износостойкости материала, в процессе работы соломоизмельчителя не обеспечивает эффект самозатачивания режущей кромки ножа, что приведет к скруглению (затупливанию) рабочей кромки ножа соломоизмельчителя. Явление износа ножей отражается на сроке эксплуатации соломоизмельчителя целиком, так как при работе такие ножи изнашиваются неравномерно и довольно быстро, что приводит к разбалансировке вала и впоследствии разбивает опорные подшипники, а в самых запущенных случаях принуждает к замене корпуса целиком.

Для упрочнения режущей поверхности предлагается использовать подвижные ножи соломоизмельчителя с двусторонней заточкой, которая позволяет увеличить рабочий ресурс за счет перестановки в случае затупления одной из сторон. Такой нож изготавливается без нанесения упрочняющего покрытия, что снижает его срок эксплуатации, по сравнению с ножами других производителей, изготовленных с применением технологий упрочнения режущей поверхности.

В качестве упрочняющей технологии ножей соломоизмельчителя предлагается индукционная наплавка режущей поверхности специальным железуглеродистым сплавом [6], используемым для пайки режущего инструмента и упрочнения рабочих органов сельскохозяйственной техники, который содержит углерод, кремний и марганец, медь и железо в определенном соотношении. Данный железуглеродистый сплав обеспечивает более высокий уровень механических свойств наплавленного слоя по сравнению с другими наплавленными материалами, позволяет уменьшить толщину наплавленного слоя, а также увеличить срок эксплуатации ножей соломоизмельчителя особенно при их работе в тяжелых условиях. Такая технология упрочнения позволит сформировать наплаваемый слой на ноже соломоизмельчителя, который будет обладать высокой твердостью и вязкой микроструктурой.

Для наилучшего получения упрочняющего слоя предлагается железуглеродистый сплав помещать в специальную канавку в ноже определенной глубины вдоль режущей кромки ножа по большему основанию трапеции (Рисунок 1). Во время процесса штамповки паза, возникает явление нагартовки (наклепа), возникающем в процессе холодной деформации, что приводит к изменению свойств режущей кромки, заключающихся в увеличении прочности и твердости. Канавку предлагается выполнять на гидравлическом прессе, однако для этого требуется определенной формы матрица [2].

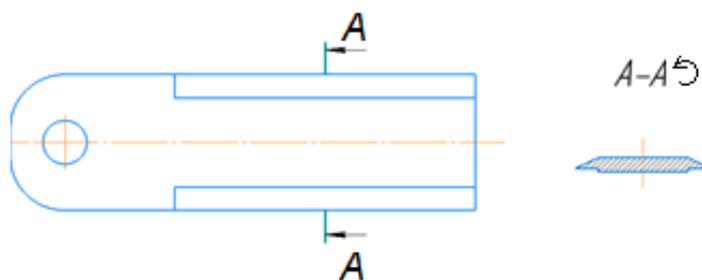


Рисунок 1 – Нож соломоизмельчителя с канавкой для железуглеродистого сплава

В качестве основы материала для ножа соломоизмельчителя предлагается использовать листовой прокат из конструкционных нелегированных сталей, обладающих достаточной пластичностью, для изготовления специальной канавки по краям режущей кромки штамповкой. Толщина заготовки определяется исходя из режимов работы будущего ножа и модели зерноуборочного комбайна, на который он устанавливается, но толщина будет ограничиваться максимальным усилием, которое может развить шток гидроцилиндра штампового пресса. Используемый пресс может развивать максимальное усилие в 40 тонн, при максимальном рабочем давлении масла в гидросистеме 20 МПа [7].

Форма матрицы штампа должна обеспечивать максимально эффективное использование металла при штамповке ножа, что поможет снизить затраты на производство и оптимизировать работу оборудования. Также необходимо учитывать зазор между матрицей и пуансоном. Давно принятый в производстве практический метод, используемый производителями матриц,

предполагает, что зазор между пуансоном и матрицей составляет 5% от толщины материала по каждой стороне. Таким образом обеспечивается приемлемая высота облоя и контроль над отходом. Всесторонние исследования и тестирования показали, что значительное увеличение зазора между пуансоном и матрицей может уменьшить высоту облоя, увеличить срок службы пуансона, а также улучшить качество отверстия.

Для нанесения железоуглеродистого сплава в канавку ножа соломоизмельчителя предлагается использовать индукционную пайку. Для улучшения процесса пайки железоуглеродистого сплава и основы ножа, можно применить автоматизированные системы контроля температуры в индукционной печи. Это позволит обеспечить более точное и равномерное распределение железоуглеродистого сплава по канавкам ножа, что повысит качество упрочнения и эффективность процесса. температура нагрева для индукционной пайки железоуглеродистого сплава не должна превышать 1200°C, это оптимальная температура, для формирования упрочняющего слоя без трещин и формирования диффузионной зоны между железоуглеродистым сплавом и материалом основы ножа. Слой, образованный железоуглеродистым сплавом на поверхности, обеспечивает более высокий уровень механических свойств по сравнению с другими сплавами.

Таким образом, получаемый упрочненный слой режущей поверхности на ноже соломоизмельчителя будет обладать высокой твердостью 52...61 HRC, но в то же время вязкой микроструктурой, а в процессе работы изнашиваясь нож будет обеспечивать эффект самозатачивания, который позволяет ножу сохранять геометрическую форму и эффективность даже при продолжительной работе, что значительно увеличивает его срок эксплуатации. Следовательно, нож соломоизмельчителя с упрочненными режущими кромками железоуглеродистым сплавом будет обладать большей надежностью и износостойкостью, чем заводской нож, выполненный из легированной стали. Современные технологии упрочнения ножей соломоизмельчителя с использованием процесса штамповки для получения нагартовки по краям режущих кромок и индукционной пайки железоуглеродистого сплава открывают новые горизонты в области повышения производительности и долговечности оборудования для сельского хозяйства и других отраслей промышленности.

Список литературы

1. Егошин, П. О. Способы повышения износостойкости ножей барабанных измельчителей зерноуборочных комбайнов / П. О. Егошин, Е. В. Агафонова // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной научной конференции, Майский, 14–15 марта 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 281-282. – EDN RVNWFD.
2. Егошин, П. О. Технология повышение износостойкости ножей соломоизмельчителя комбайна/ П. О. Егошин, Е. В. Агафонова // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: Материалы XV международной научно-практической конференции, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 09–11 ноября 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ "Золотой колос", 2023. – С. 100-103. – EDN JRAZIO.
3. Особенности изнашивания деталей сельхозмашин, упрочненных композиционными боридными покрытиями Fe nB-Fe-B / В. И. Черноиванов, В. П. Лялякин, В. Ф. Аулов [и др.] // Трение и износ. – 2015. – Т. 36, № 2. – С. 174-180. – EDN TRUWQZ.
4. Повышение долговечности восстанавливаемых деталей режущего аппарата зерноуборочных машин/ А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко, Ю. А. Кузнецов, И. С. Кузнецов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – № 10. – С. 11-15. – DOI 10.31044/1684-2561-2019-0-10-11-15. – EDN VHJOCT.
5. Повышение эксплуатационной надежности молотков кормодробильных машин конструктивно-технологическими методами / В. В. Коноводов, Е. В. Агафонова, С. В. Щелоков, В. Ф. Аулов // Труды ГОСНИТИ. – 2018. – Т. 132. – С. 216-224. – EDN YNKKJV.
6. Патент № 2076795 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/30. Припой для пайки инструмента: № 5036802/08: заявл. 10.04.1992: опубл. 10.04.1997 / С. У. Глазачев, Ю. В. Каллойда, В. В. Коноводов, А. А. Малышко. – EDN WUFGDJ.
7. Технические характеристики. Пресс гидравлический ОКС 1671М. – Текст: электронный // URL: <https://clck.ru/374Nm6> (дата обращения: 11.12.2023).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ

Ипатов Михаил Михайлович, студент

Политехнический колледж №8, Москва, Россия
Kalashnikov2033@yandex.ru

Научный руководитель: Бондарева Анжела Владимировна

Политехнический колледж №8, Москва, Россия
bondareva70@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается роль кремния в современном технологическом процессе создания процессоров. Раскрывается значение кремния как основного полупроводникового материала, обеспечивающего проводимость и производительность процессоров. Приведен обзор различных методов обработки кремния и его соединений с другими материалами для достижения максимальных характеристик процессора. Кроме того, будущее кремния рассматривается в контексте развития нанотехнологий и потенциала создания еще более мощных процессоров на его основе.

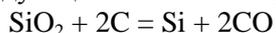
Ключевые слова: технический кремний, электронный кремний, фоторезист, экпонирувание, фотолитография.

Электроника является одной из стремительно развивающихся и наукоемких областей науки. На современном этапе развития технологий персональный компьютер стал уже частью повседневности современного человека, без него невозможно представить не одну отрасль экономики. Ключевым компонентом любого компьютера является процессор, именно от него зависит мощность и скорость работы компьютера.

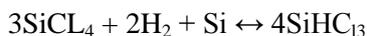
Производственный процесс процессора является достаточно сложным и наукоемким и включает в себя выращивание цилиндрического монокристаллического кремниевого слитка из расплавленного кремния на специализированном оборудовании. Следующей стадией производства процессора является охлаждение и нарезка полеченного слитка на "пластины", а затем тщательная полировка до зеркального блеска. Впоследствии в "чистых помещениях" полупроводниковых заводов интегральные схемы создаются на кремниевых пластинах с помощью таких методов, как фотолитография и травление. После тщательной очистки пластин специалисты лаборатории проводят выборочное тестирование процессоров под микроскопом. Если все в порядке, готовые пластины разрезаются на отдельные части, которые затем упаковываются в корпуса [2].

Давайте рассмотрим весь процесс более подробно. Содержание кремния в земной коре составляет примерно 25-30 % по массе, что делает его вторым по распространенности элементом после кислорода. Песок, особенно кварцевый, имеет высокий процент содержания кремния в виде диоксида кремния (SiO_2) и служит основным компонентом на ранних стадиях производства полупроводников.

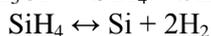
Для начала берется SiO_2 в виде песка, который в дуговых печах (при температуре около 1800°C) восстанавливают коксом по следующей химической формуле:



Получаем тип кремния, называемый «техническим», имеет уровень чистоты 98-99,9 %. Однако для производства процессоров требуется гораздо более чистое сырье, известное как "Электронный кремний", которое должно содержать не более одного постороннего атома на миллиард атомов кремния. Достижение такого уровня чистоты требует тщательного процесса очистки, по сути, заново создавая кремний. При хлорировании технического кремния получают тетрахлорид кремния (SiCl_4), который впоследствии превращается в трихлорсилан (SiHCl_3) по следующей химической формуле:



Далее необходимо провести реакции с использованием рецикла образующихся побочных кремнийсодержащих веществ, по следующим химическим формулам:



В результате данных реакций было получено два продукта. Водород, который позже можно будет применить во многих других областях инженерии, и необходимый нам «электронный» кремний с чистотой 99,99999 %. После этого заправку (точка роста) погружают в кремниевый расплав. Со временем она удлиняется и дает начало монокристаллу, достигающему высоты среднего взрослого человека. В промышленных условиях кристалл такого типа весит приблизительно 100 кг. Далее полученный кристалл шкурят «нулевкой» и режут алмазной пилой. На выходе получают разные от стандартов производящих их компаний диски, со средней толщиной 1мм и диаметром в 300мм. Каждые такие диски (пластины) полируют, делая ее идеально ровной, доводя поверхности до блеска. Таким образом мы получили материал, который теперь можно использовать в качестве «подложки» для будущего процессора [1].

Чтобы обеспечить успешную реализацию будущего процессора, крайне важно перенести его архитектуру на усовершенствованные кремниевые пластины. Это предполагает включение примесей в определенные участки кремниевой пластины, что в конечном итоге приводит к появлению транзисторов. Для выполнения данного этапа существует технология фотолитографии - процесса избирательного травления поверхностного слоя с использованием защитного фотошаблона. Технология построена по принципу «свет-шаблон-фоторезист» и проходит следующим образом:

- На кремниевую подложку наносят слой материала, из которого нужно сформировать рисунок. На него наносится фоторезист — слой полимерного светочувствительного материала, меняющего свои физико-химические свойства при облучении светом.
- Производится экспонирование (освещение фотослоя в течение точно установленного промежутка времени) через фотошаблон.
- Удаление отработанного фоторезиста.

Фотографии, включающие использование негативной пленки, демонстрируют, что свет проникает сквозь пленку и падает на фотобумагу, изменяя ее химические свойства. Схожий принцип применяется в фотолитографии, где свет проходит через фотошаблон на фоторезисте. В местах, которые пропускают свет, определенные участки фоторезиста изменяют свои свойства. Процесс также включает использование масок, через которые проходит световое излучение, фокусирующееся на подложке. Для точной фокусировки необходима специальная система линз и зеркал, способная не только уменьшить изображение, вырезанное на маске, до размеров чипа, но и точно его спроецировать на заготовку. Конечные печатные пластины обычно имеют размеры, которые в четыре раза меньше, чем сами маски.

При обработке фоторезиста, изменяющего свою растворимость под воздействием облучения, специальным химическим раствором происходит удаление всего отработанного материала. Вместе с ним также растворяется определенная часть подложки, на которой находится облученный фоторезист. Тем не менее, та часть подложки, которая не была подвержена освещению маской, остается нерастворенной. Именно эта нерастворенная часть создает проводник или будущий активный элемент, в результате чего возникают различные схемы соединений на каждом слое микропроцессора [3].

При выполнении фотолитографии требуется соединить логические элементы, которые возникают в процессе. Для этой цели обычно используются пластины, которые помещаются в раствор сульфата меди. Под воздействием электрического тока, атомы металла начинают оседать в незаполненных участках на поверхности пластин. Это приводит к образованию проводящих областей, которые на свою очередь создают необходимые соединения между различными частями процессорной "логики". Лишнее проводящее покрытие после этого процесса удаляется полировкой.

Осталось хитрым способом соединить «остатки» транзисторов — принцип и последовательность всех этих соединений (шин) и называется процессорной архитектурой. Для каждого процессора эти соединения различны — хоть схемы и кажутся абсолютно плоскими, в некоторых случаях может использоваться до 30 уровней таких «проводов».

В заключение, кремний сегодня играет ключевую роль в создании современных процессоров. Его уникальные свойства позволяют создавать мощные и эффективные микрочипы, которые стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Кремниевые процессоры обладают высокой производительностью, низким энергопотреблением и большим количеством транзисторов на кристалле. Это позволяет им обрабатывать огромные объемы данных с высокой скоростью и точностью. Благодаря этому, мы можем наслаждаться быстрыми компьютерами, умными телефонами и инновационными устройствами, которые значительно облегчают нашу жизнь.

Список литературы

1. Демидов А.А., Рыбалка С.Б. Современные и перспективные полупроводниковые материалы для микроэлектроники следующего десятилетия (2020-2030 ГГ.) // Прикладная математика & Физика. 2021. №1.
2. Поначугин А.В. Создание и перспективы открытых аппаратно-программных систем сетевого управления технологическими процессами / Информационные технологии в организации единого образовательного пространства (сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции преподавателей, студентов, аспирантов, соискателей и специалистов). Кафедра Прикладной информатики и информационных технологий в образовании. Н.Новгород : Мининский университет, 2015. - С.75-79;
3. Султанов, М. И. Роль кремния в современной микроэлектронике / М. И. Султанов, О. А. Денисова // Материалы 74-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ, Уфа, 17–28 апреля 2023 года. – Уфа: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2023. – С. 532-533. – EDN HPTLKE.

УДК 532.61

ВЕСОВОЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Колпаков Валерий Павлович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
valera.pavlovich.05@mail.ru

Искорнева Анастасия Владимировна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nas.isk@mail.ru

Павлюков Владимир Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
pavlykov427@gmail.com

Научный руководитель: Чжан Анатолий Владимирович

доктор физико-математических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
avchz@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены способы определения коэффициента поверхностного натяжения и выявлен новый метод отрыва кольца

Ключевые слова: поверхностное натяжение, коэффициент натяжения, жидкость.

Поверхностным натяжением обладают тела в жидком состоянии, что вызвано напряженным состоянием приповерхностного слоя толщиной в несколько нанометров. Наличие поверхностного натяжения имеет огромное значение как в природных явлениях, так и при использовании жидкостей в разных областях.

Например, поверхностное натяжение воды приводит к капиллярным явлениям, которые играют основополагающее значение в жизнедеятельности биологических организмов растительного и животного происхождения. Эффекты смачивания между жидкостью и поверхностью твердых тел также связаны с силами поверхностного натяжения, что играет большую роль при использовании смазочных материалов для уменьшения трения. Поэтому, для жидкостей важным параметром является коэффициент поверхностного натяжения σ , который равен силе, действующей на единицу длины контура на поверхности жидкости.

Одним из распространенных методов измерения σ является метод капиллярного подъема. Для этого используется капиллярная трубка с известным радиусом. Жидкость поднимается внутри трубки под воздействием капиллярных сил.

Измеряя высоту подъема жидкости, можно определить искомую величину по формуле Лапласа. Но такой метод обладает небольшой точностью. Известен также способ определения σ с помощью отрыва кольца, подвешенного на пружине с известным коэффициентом упругости. Значения σ устанавливается по величине растяжения пружины под действием сил поверхностного

натяжения. В этом методе необходимо, чтобы коэффициент упругости должен оставаться постоянным, что не всегда выполнимо.

В настоящей работе предлагается весовой метод определения коэффициента поверхностного натяжения с помощью кольца, погружаемого в жидкость. Суть метода состоит в следующем. Тонкостенное кольцо из пластика погружается в жидкость и, затем, медленно поднимается. С помощью высокоточных цифровых весов устанавливается динамика изменения силы тяжести системы в момент подъема кольца от поверхности жидкости.

Измерения проводятся с использованием видео записи показаний цифровых весов. Момент отрыва кольца хорошо фиксируется из графика изменения силы тяжести системы от времени (по точке минимума показаний весов). На рисунке 1 показаны основные моменты проводимого эксперимента и определяемый вес.

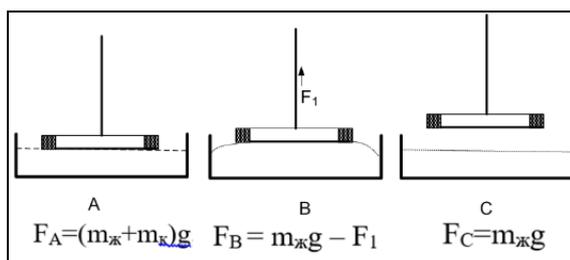


Рисунок 1 – Основные моменты проводимого эксперимента

Здесь $m_{ж}$ – масса жидкости и чашки, $m_{к}$ – масса кольца, g – ускорение свободного падения, F_1 – сила натяжения нити. Сравнивая показания весов в моменты А, В и С находим, что сила натяжения воды F_{σ} , действующей на кольцо, определяется как:

$$F_{\sigma} = F_C - F_B - m_k g. \quad (1)$$

Так как $F_{\sigma} = 2\pi d\sigma$, где d – диаметр кольца (удвоение происходит за счет натяжения жидкости на внутренней и внешней стороне кольца), из (1) получим:

$$\sigma = \frac{(F_C - F_B - m_k g)}{2\pi d}. \quad (2)$$

Из изменения веса при подъеме кольца определялось значение F_B – точка минимума показаний весов. Вес жидкости вместе с чашкой F_C , а также вес кольца находится путем их взвешивания.

В работе были определены значения коэффициента поверхностного натяжения следующих жидкостей: мыльный раствор 10%, вода, спирт. Полученные данные приведены в таблице 1.

Из таблицы (1) следует, что полученные значения σ для воды с высокой точностью совпадают к табличным данными. Расхождение в случае спирта и мыльного раствора ожидаемо, что связано с различием используемых и сравниваемых образцов.

Таблица 1 - Результаты измерений с различными жидкостями

	№ опыта	σ , Н/м	$\sigma_{ср}$, Н/м	σ_1 , Н/м	$ \sigma_{ср} - \sigma_1 / \sigma_1$
Вода	1	0,073	0,072	0,073	$\pm 1,36\%$
	2	0,071			
	3	0,071			
Спирт	1	0,023	0,023	0,022	$\pm 6,2\%$
	2	0,023			
	3	0,023			
Мыльный раствор	1	0,035	0,034	0,040	$\pm 13,5\%$
	2	0,034			
	3	0,0342			

где σ_1 — справочные данные.

Предлагаемый метод позволяет проводить измерения коэффициента поверхностного натяжения при различных условиях (температурах и давлениях). Всё это указывает на то, что данный метод может быть использован на практике для определения коэффициента поверхностного натяжения различных жидкостей. Результаты опытных измерений с машинным маслом представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты измерений с машинным маслом

Температура, °С	№ опыта	σ_1 , Н/м	σ_{cp} , Н/м
22	1	0,051	0,04825
	2	0,051	
	3	0,046	
	4	0,045	
5	1	0,041	0,04425
	2	0,049	
	3	0,04	
	4	0,047	
-15	1	0,107	0,09
	2	0,074	
	3	0,089	
	4	0,09	

Преимуществом данного метода является его простота, он не требует дополнительных устройств, например, пружины, что повышает его точность.

Список литературы

1. Волобуев, В. С. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей методом отрыва кольца / В. С. Волобуев, А. С. Богатин. // Юный ученый. - 2015. - № 2. - С. 102-104.
2. Грачева, Е. В. Физическая и коллоидная химия: методические указания и задания для контрольной работы / Краснояр. гос. аграр. ун-т; сост.: Е. В. Грачева, О. В. Демина, Л. П. Рубчевская. - Красноярск: с. 59.
3. Как измерить коэффициент поверхностного натяжения: методы и способы определения. – Текст : электронный // URL: <https://zvenst.ru/poverxnostnoe-natyazenie-sposoby-opredeleniya-koefficienta-poverxnostnogo-natyazeniya/> (дата обращения: 15.02.2024)
4. Новоселова, Н.В. Физико-химические методы анализа: курс лекций: [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям 110201.65 "Агроэкономика" и 110102.65 "Агроэкология"] / Н. В. Новоселова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2009. - 162 с.
5. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца | Авторская платформа Pandia.ru. – Текст: электронный // URL: <https://pandia.ru/text/80/276/53095.php> (дата обращения: 15.02.2024)
6. Чжан, А. В. Краткий курс физики: учебное пособие для студентов инженерных и технологических направлений подготовки / А. В. Чжан, И. Ю. Сакаш, Т. О. Чичикова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск: КрасГАУ, 2019. - 129 с.

УДК 514.18

ТЕОРИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО

Маслов Егор Викторович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
egorka.m.04@mail.ru

Худяков Матвей Васильевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
hudyakov matvei@yandex.ru

Научный руководитель: Корниенко Владимир Владимирович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kornienko-vv@mail.ru

Аннотация. При современной компьютеризации практически всех областей промышленности привычные и общеизвестные положения классической геометрии Евклида далеко не всегда несут исчерпывающий характер методологических факторов исследований. На помощь в

этих случаях приходят геометрии, имеющие иные аксиомы и понятия. Одной из наиболее распространенных геометрий такого рода является геометрия Лобачевского.

Ключевые слова. Геометрия, аксиома, теорема, прямая, плоскость, параллельность.

Исторически геометрия Лобачевского возникла, как первая неевклидова, осознанная как таковая. Именно с представлениями о геометрии Лобачевского как о типичном представителе пространств отрицательной кривизны связаны в основном физические приложения этой науки. Среди этих приложений наиболее традиционными являются приложения в общей теории относительности, которая, с математической точки зрения, базируется на геометрии искривленных пространств. Геометрия Лобачевского моделирует экспоненциальную неустойчивость геодезических точек на пространствах отрицательной кривизны. Аналогично, сфера моделирует возникновение сопряженных точек на пространствах положительной кривизны.

Исходным пунктом геометрии Лобачевского является принятие всех предложений геометрии Евклида, не зависящих от 5-го постулата, и присоединение к ним (взамен отброшенного 5-го постулата) следующей аксиомы: через точку, расположенную вне прямой, можно провести не менее двух прямых, не пересекающих данную прямую.

Существование хотя бы одной прямой, проходящей через данную точку и не пересекающей данную прямую, есть факт абсолютной геометрии. Аксиома Лобачевского утверждает существование по крайней мере двух таких прямых. Отсюда следует, что таких прямых существует бесконечное множество.

Плоскость, в которой предполагается выполнение аксиомы Лобачевского, называется плоскостью Лобачевского. Геометрию Лобачевского называют гиперболической геометрией, в соответствии с чем, плоскость и пространство Лобачевского называются гиперболическими.

В плоскости Лобачевского две прямые могут либо пересекаться, либо могут быть параллельными в некотором направлении, либо расходящимися. Поэтому в плоскости Лобачевского существует три вида пучков прямых:

1) пучок прямых, пересекающихся в одной точке, называемой центром пучка; такой пучок называется центральным или эллиптическим;

2) пучок прямых, параллельных в заданном направлении некоторой прямой, называемой осью пучка; такой пучок называется параболическим;

3) пучок расходящихся прямых, перпендикулярных к некоторой прямой, называемой базой пучка; такой пучок называется гиперболическим.

Любой из этих пучков определяется двумя своими прямыми, а параболический – одной с выбранным на ней направлением и что через всякую точку плоскости (кроме центра эллиптического пучка) проходит одна и только одна прямая пучка.

Эти три вида пучков связаны с тремя основными кривыми плоскости Лобачевского, являющимися кривыми постоянной кривизны.

Секущей равного наклона к двум данным прямым называется прямая, которая при пересечении с данными образует равные внутренние односторонние углы.

Если a и b – две прямые пучка и (AB) – некая секущая равного наклона, пересекающая a и b в точках A и B , то эти точки называются взаимно соответственными относительно пучка.

Возьмём любую прямую a данного пучка и на ней произвольную точку A . Тогда, проводя через точку A секущие равного наклона ко всем прямым пучка, на каждой прямой пучка найдём точку, соответственную точке A относительно пучка. Геометрическое место всех таких точек определит на плоскости некоторую линию. В зависимости от того, какого рода пучок рассматривается, получают различные линии, построенные указанным выше способом.

Определение. Геометрическое место точек, соответственных некоторой точке A , взятой на одной прямой пучка, называется окружностью, орициклом (или, иначе, предельной линией) или эквидистантой в зависимости от того, будет ли данный пучок прямых соответственно эллиптическим, параболическим или гиперболическим. Сама точка A также включается в соответствующее геометрическое место.

Заметим, что прямая, как база гиперболического пучка, является частным случаем эквидистанты.

Орицикл может скользить по себе самому без деформации, подобно тому, как это имеет место для прямой и окружности.

Таким же свойством обладает и эквидистанта: если заставить скользить по самой себе базу эквидистанты, то и сама эквидистанта будет скользить сама по себе без деформации, ибо расстояния всех точек эквидистанты от базы равны между собой.

Таким образом, в геометрии Лобачевского имеется четыре типа линий постоянной кривизны: прямая, окружность, орицикл и эквидистанта.

В отличие от окружности орицикл и эквидистанта – линии незамкнутые.

В пространстве Лобачевского (в котором предполагается выполнение аксиомы Лобачевского) параллельность и расходимость прямых, а также прямой и плоскости, определяется следующим образом:

- Две прямые в пространстве называются параллельными (расходящимися), если они лежат в одной плоскости и в этой плоскости они параллельны (расходятся).

- Прямая a называется параллельной плоскости α , если она параллельна своей проекции на эту плоскость.

- Прямая a называется расходящейся с плоскостью α , если она расходится со своей проекцией на эту плоскость.

Из последних определений следует, что прямая, параллельная плоскости, неограниченно сближается с последней в сторону параллельности, а прямая, расходящаяся с плоскостью, имеет с этой плоскостью единственный общий перпендикуляр, в обе стороны от которого в проектирующей плоскости прямая неограниченно удаляется от плоскости.

Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве Лобачевского вполне характеризуется при помощи так называемого конуса параллельности, являющегося аналогом понятия угла параллельности.

Пусть дана плоскость α и не лежащая на ней точка A . Пусть AA' – перпендикуляр к α , проектирующий точку A в точку A' на плоскости α . Пусть далее AB – прямая, параллельная плоскости α , и $A'B'$ – её проекция на α . Тогда угол BAA' есть угол параллельности в точке A прямой AB относительно прямой $A'B'$. Будем вращать прямую AB около перпендикуляра AA' , тогда AB опишет круглую коническую поверхность с вершиной в точке A , все образующие которой параллельны плоскости α . Эта поверхность называется конусом параллельности в точке A относительно плоскости α . Таким образом, конусом параллельности в точке A относительно плоскости α называется геометрическое место всевозможных прямых, параллельных плоскости α в точке A .

Из этого определения ясно, что всякая прямая, проходящая через точку A и лежащая внутри конуса параллельности, пересекает плоскость α , а всякая прямая, проходящая через точку A и лежащая вне конуса параллельности, расходится с плоскостью α .

Конус параллельности в точке A позволяет все плоскости, проходящие через точку A , разбить на три категории:

- 1) плоскости, пересекающие конус по двум образующим,
- 2) плоскости, касающиеся конуса по образующей,
- 3) плоскости, имеющие с конусом лишь одну общую точку A .

Плоскости 1-й категории содержат прямые, проходящие через A и лежащие внутри конуса параллельности, а потому эти плоскости пересекают плоскость α . При этом прямая пересечения с плоскостью α параллельна в противоположных направлениях проекциям образующих, по которым плоскость 1-й категории пересекает конус параллельности. Плоскости 2-й и 3-й категории не содержат прямых, проходящих внутри конуса параллельности, а потому не могут пересекаться с плоскостью α .

Плоскость, проходящая через точку A , называется сходящейся с плоскостью α , параллельной плоскости α , или расходящейся с плоскостью α , смотря по тому, будет ли эта плоскость пересекать конус параллельности в точке A по паре образующих, или будет касаться конуса по образующей, или не будет иметь с конусом общих прямых.

В плоскости Лобачевского через точку, лежащую вне прямой, проходят две прямые, параллельные данной. В пространстве Лобачевского через точку, лежащую вне плоскости, можно провести бесконечное множество прямых, параллельных данной плоскости, это и будут образующие конуса параллельности.

В пространстве Лобачевского существует четыре типа поверхностей, которые могут без деформации передвигаться сами по себе, так, чтобы каждая точка поверхности совмещалась с любой другой её точкой и притом, чтобы направление любой касательной к поверхности в первой точке совместились с направлением любой касательной во второй точке. Эти поверхности являются

аналогами прямой, окружности, орицикла и эквидистанты на плоскости. Построение этих поверхностей может быть проведено по тому же плану, что и построение основных кривых на плоскости. Для этого воспользуемся понятием связки прямых.

Связкой прямых называется совокупность всех таких прямых в пространстве, каждая пара которых лежит в одной плоскости. Эти плоскости называются плоскостями связки.

Из этого определения вытекает, что в пространстве Лобачевского существует лишь три типа связок в соответствии с тремя возможностями взаимного расположения пары прямых в плоскости Лобачевского.

Действительно, пусть a и b – две прямые связки. Так как они по определению лежат в одной плоскости, то возможны три случая:

- 1) либо a и b пересекаются в некоторой точке O (такая связка называется эллиптической),
- 2) либо они параллельны (такая связка называется параболической),
- 3) либо они расходятся (такая связка называется гиперболической).

Таким образом, пространство Лобачевского имеет свои особенности и очень интересно в изучении.

Каждому уровню физической материи соответствует своя специфическая геометрия, ибо специфические физические явления того или иного уровня определяют специфические свойства пространства данного уровня. И бесконечно большое количество этих уровней (в силу бесконечного разнообразия мира) определяет бесконечное количество пространств и соответственно геометрий, описывающих свойства пространства.

В конечном итоге понятно, что можно построить другие геометрические системы, и все их наряду с евклидовой проверить на различных моделях физического пространства вселенной, то есть использовать физические соображения в качестве основы для доказательства. Классическая механика построена на основе евклидова пространства и, поскольку она достаточно достоверна, то достоверна и евклидовость пространства. Однако сама классическая механика ограничена предметом исследования, поэтому и подтверждение ею евклидовости пространства также ограничено. Поэтому одним каким-то опытом или даже некоторой ограниченной группой опытов евклидовость пространства однозначно не доказывается. Изменение же системы аксиом приводит к созданию новых геометрий.

Список литературы

1. Лобачевский, Н. И. Геометрические исследования по теории параллельных линий / Н. И. Лобачевский. - М.: Акад. наук СССР, 1945. – 267 с.
2. Норден, А. П. Элементарное введение в геометрию Лобачевского / А. П. Норден. – М.: Гостехиздат, 1953. – 257 с.
3. Черников, Н. А., сб. «Физика элементарных частиц и атомного ядра» / Н. А. Черников. - М.: Атомиздат, 1973. – 163 с.
4. Широков, П. А. Краткий очерк основ геометрии Лобачевского. 2-е изд. / П. А. Широков. – М.: Наука, 1983. – 178 с.

УДК 377.5

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА PYTHON В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ВЕТЕРИНАРИЯ

Сысоева Мария Дмитриевна, студент

Волоколамский аграрный техникум «Холмогорка», Волоколамск, Россия
mariasisoeva0@mail.ru

Научный руководитель: Анисимова Алёна Вячеславовна

Волоколамский аграрный техникум «Холмогорка», Волоколамск, Россия
av_anisimova@bk.ru

Аннотация. В настоящее время большую актуальность приобретает изучение языков программирования. В статье рассматриваются вопросы необходимости изучения языка программирования Python в образовательном процессе студентов специальности ветеринария. Описываются возможности и перспективы использования языка программирования в профессиональной деятельности будущих ветеринаров. Значение изучения современных цифровых технологий в процессе подготовки кадров для цифровой экономики.

Ключевые слова: профессиональное обучение, аграрное образование, язык программирования Python, цифровые технологии,

Сегодня информационные технологии занимают важное место в жизни современного общества, включая сферу ветеринарии. Одним из ключевых элементов информационных технологий является язык программирования. Python является одним из наиболее популярных языков программирования и широко используется во многих областях, в том числе в медицине и науке. В этой статье мы рассмотрим значимость изучения языка программирования Python для будущих ветеринаров, а также его роль в их профессиональной деятельности.

Актуальность и важность изучения языка Python для студентов в области ветеринарии обусловлена несколькими факторами. Во-первых, это позволяет студентам повысить свою профессиональную квалификацию и расширить свои возможности на рынке труда, поскольку знание программирования является важным навыком в современном мире. Во-вторых, изучение Python позволяет студентам разрабатывать собственные проекты, которые могут быть использованы в практической деятельности ветеринарных клиник или лабораторий. В-третьих, знание Python способствует развитию навыков работы с информационными технологиями, что является важным для специалистов в области ветеринарии. Наконец, изучение Python открывает возможность участия в международных проектах, что позволяет обмениваться опытом с коллегами и расширять свои знания в области программирования. Вопросом преподавания языков программирования для студентов аграрных специальностей в разные годы занимались такие исследователи, как Е.В. Болгарина, В.В. Лаптев и Ю.И. Петров. В своих работах Ю.И. Петров поднимает методические вопросы преподавания дисциплин, связанных с программированием в аграрных образовательных организациях. Е.В. Болгарина определяет современные требования, предъявляемые к языкам программирования.

Целью исследования является определение значимости изучения языка программирования Python для студентов, обучающихся по специальности ветеринария.

Задачи исследования включают в себя:

- Изучение особенностей и возможностей языка Python;
- Исследование перспектив использования Python в профессиональной деятельности ветеринаров;
- Определение преимуществ изучения Python для студентов;
- Выявление возможных направлений развития и расширения применения Python в области ветеринарии.

Объектом исследования является язык программирования Python. Предметом исследования является значение изучения Python для студентов специальности “Ветеринария”.

Методы и результаты исследования. Исследование проводилось путем анализа научных публикаций, посвященных использованию Python в различных отраслях, включая ветеринарную сферу. Были изучены возможности Python, преимущества его использования, а также примеры применения в практике ветеринаров. На основе анализа литературы были выявлены перспективы развития Python в области ветеринарии и определены преимущества его изучения для студентов.

Язык программирования Python обладает рядом особенностей, которые делают его привлекательным для использования в различных областях. К таким особенностям относятся:

- Простота изучения и использования. Python имеет простой и понятный синтаксис, который позволяет даже начинающим программистам быстро освоить основные принципы работы с языком.
- Высокая производительность. Python обладает высокой производительностью и может использоваться для решения сложных задач, требующих значительных вычислительных ресурсов.
- Большое количество библиотек и фреймворков. Для Python создано множество библиотек и фреймворков, которые позволяют решать широкий спектр задач, от обработки данных до создания веб-приложений.

Python может быть использован ветеринарами для решения различных задач, связанных с обработкой и анализом данных, созданием автоматизированных систем и инструментов, а также для разработки специализированного программного обеспечения. Примеры использования Python в ветеринарии включают:

- Создание баз данных пациентов и информации о них.
- Разработка автоматизированных систем для мониторинга здоровья животных.
- Создание программ для обработки и анализа данных, полученных в результате лабораторных исследований.

- Разработка мобильных приложений для дистанционного мониторинга состояния животных и получения рекомендаций по их лечению.
- Создание инструментов для автоматизации процессов в ветеринарных клиниках и лабораториях.

Можно выделить ряд преимуществ, которые может принести студентам, обучающимся по специальности ветеринария знание языка программирования Python:

- Повышение уровня профессиональной подготовки и конкурентоспособности на рынке труда.
- Возможность создания собственных проектов и разработок, которые могут быть внедрены в практику работы ветеринарных клиник и лабораторий.
- Расширение кругозора и развитие навыков работы с современными информационными технологиями.
- Возможность участия в международных проектах и обмена опытом с коллегами из других стран.

Возможные направления развития и расширения применения языка программирования Python в области ветеринарии могут быть следующими:

Разработка автоматизированных систем диагностики и мониторинга здоровья животных - это может включать программы для анализа данных лабораторных исследований, обработки изображений с медицинских устройств и прогнозирования развития заболеваний.

Создание мобильных приложений для удалённого мониторинга состояния животных - такие приложения могли бы предоставлять владельцам информацию о здоровье питомцев, рекомендации по кормлению и уходу и обеспечивать связь с ветеринарами.

Автоматизация процессов в ветеринарных клиниках - Python может использоваться для создания программ, помогающих оптимизировать работу клиник - управление записями клиентов, планирование рабочего времени сотрудников и управление медикаментами.

Разработка специализированного программного обеспечения - программы для расчёта дозировок препаратов, анализа генетической информации и моделирования биологических процессов могут быть созданы на Python.

Участие в международных проектах - благодаря открытому исходному коду и большому сообществу программистов, Python может использоваться в международных исследовательских проектах в области ветеринарии.

Новизна исследования заключается в определении значимости изучения Python для будущих специалистов в области ветеринарии, анализе его возможностей и перспектив применения, а также определении преимуществ его использования для студентов и ветеринаров в практической деятельности.

Заключение и выводы:

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что изучение языка программирования Python имеет важное значение для студентов специальности «Ветеринария». Python предоставляет возможности для решения широкого круга задач, повышает профессиональную квалификацию студентов и открывает перспективы участия в международных проектах. Таким образом, изучение Python является необходимым и актуальным направлением подготовки будущих ветеринарных специалистов.

Список литературы

1. Анисимова, А. В. Влияние цифровой трансформации агропромышленного комплекса на профессиональные компетенции ветеринаров / А. В. Анисимова // Цифровизация агропромышленного комплекса : Сборник научных статей III Международной научно-практической конференции, Тамбов, 25–27 октября 2022 года. Том 2. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", 2022. – С. 319-322.
2. Анисимова, А. В. Особенности профессионального самоопределения студентов специальности ветеринария в аграрном техникуме / А. В. Анисимова // Профессиональное самоопределение молодежи инновационного региона: проблемы и перспективы : Сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Красноярск, 14–25 ноября 2022 года. Том Часть 1. – Красноярск-Челябинск-Нижний Новгород-Москва: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 35-37.
3. Анисимова, А. В. Педагогические условия формирования компетенций в области цифровых технологий у студентов специальности «ветеринария» / А. В. Анисимова // Образование и общество. – 2023. – № 3(140). – С. 84-92.

4. Болгарина Е.В. Современные требования к языку и среде разработки при обучении программированию бакалавров / Е.В. Болгарина // Проблемы педагогической теории и практики. Сборник научных статей. Санкт-Петербург, 2014. - С. 21-25.
5. Влияние использования электронных средств обучения на академическую мотивацию студентов / Ю. М. Царапкина, А. В. Анисимова, А. Г. Миронов, А. А. Нагорнова // Мир науки. Педагогика и психология.
6. Зеленая экономика в контексте устойчивого развития агропромышленного комплекса. В 2 томах. Т. 1. Социально-экономические тенденции и информационно-аналитические инструменты развития АПК России в условиях зеленой экономики: Коллективная монография / В. И. Трухачев, Л. И. Хоружий, Д. С. Алексанов [и др.]. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 564 с. – ISBN 978-5-4497-2012-2.
7. Лаптев В.В. Особенности языка программирования для обучения / В.В. Лаптев, В.В. Толасова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. - № 1. - С. 178-182.
8. Петров, Ю. И. Выбор языка для обучения студентов программированию для IT-направления в аграрном вузе / Ю. И. Петров // Сибирский педагогический журнал. – 2020. – № 4. – С. 64-74. – DOI 10.15293/1813-4718.2004.07.
9. Царапкина, Ю. М. Подготовка студентов аграрного колледжа к участию в олимпиаде посредством электронных образовательных ресурсов / Ю. М. Царапкина, А. В. Анисимова // Образование и общество. – 2021. – № 4(129). – С. 39-47.

УДК 631.333

СРЕДСТВА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Цибуленко Сергей Сергеевич, студент

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
sczibulenko@mail.ru

Научный руководитель: Жадько Валерия Витальевна

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
zhadko.v@edu.kubsau.ru

Аннотация. При внесении удобрений не всегда легко добиться их равномерного распределения по полю, иногда некоторые его участки получают меньшее количество удобрения, от чего страдают произрастающие там растения. Для устранения этой проблемы используются средства дифференцированного внесения удобрений. В статье рассмотрены различные виды таких средств, сделаны выводы о удобстве, эффективности и окупаемости их использования.

Ключевые слова: удобрение, агрегат, системы дифференцированного внесения удобрений, азотный сенсор, разбрасыватель.

При внесении удобрений нередко возникает проблема неравномерности насыщения почвы питательными веществами. Это может быть связано с различиями рельефа и состава грунта на различных участках поля. В результате возникает ситуация, когда один участок не получает должного объёма удобрения, а другой, напротив, оказывается перенасыщен им [4].

Существуют различные способы обработки таких участков, их совокупность называют точным земледелием [1]. Дифференцированное внесение удобрений является одним из этих способов.

В отличие от традиционного метода внесения удобрений, который заключается в распределении удобрений по всему полю, в соответствии со средней потребностью культуры, дифференцированный метод подразумевает обработку данных о различиях состава почвы и внесение персональной дозы удобрения для каждого отдельного участка [5].

Перед тем как начать вносить удобрения необходимо произвести анализ грунта и потребностей почвы. Таким образом, можно достигнуть экономически выгодных условий использования удобрений, что позволит выровнять прогресс роста сельскохозяйственной культуры и конечную урожайность отдельных участков поля.

Кроме экономической выгоды такого метода, можно отметить его экологичность, повышение эффективности использования техники, уменьшение количества проходов.

Цель данной работы – обзор наиболее перспективных агрегатов для дифференцированного внесения удобрений.

Системы дифференцированного внесения удобрений делятся на два основных типа:

1. Распределяющие агрохимикаты, в соответствии с заранее подготовленными аппликационными картами.
2. Определяющие дозу вносимого удобрения в реальном времени по каким-либо факторам окружающей среды, например, цвет листовой поверхности, плотность биомассы растений и т.д. [2].

Первый тип систем требует дополнительной подготовки перед началом работы, чтобы точно внести удобрение на тех участках поля, где существует недостаток каких-либо питательных элементов, необходимо заранее составить аппликационную карту. Её составление связано с дополнительными финансовыми затратами: нужно приобрести дорогостоящее оборудование для сбора и обработки информации о прогрессе роста сельскохозяйственной культуры. В то же время дополнительные затраты на создание карты компенсируются относительно низкой ценой оборудования, которое устанавливается на машину.

Обычно комплект оборудования состоит из компьютера, приёмника GPS, средства связи с рабочим агрегатом, при этом процесс становится полностью автоматизированным и не требует вмешательства человека.

Так система дифференцированного внесения ФармВоркс VRA состоит из: карманного компьютер типа HP iPAQ 2490B (КПК), крепления для КПК RAM mounting на трактор, GPS приемника SIRF III на карточке Compact Flash (CF) с внешней антенной, кабеля для соединения с бортовым рабочим компьютером агрегата, автомобильного блока питания, считывателя карточек CF, программного обеспечения (ПО) для офиса ФармВоркс «Сайт» и «Сайт Мэйт ВРА» для КПК.

Куда более удобным можно назвать второй тип систем. Для их использования нет необходимости в дополнительной подготовке, количество вносимых удобрений определяется автоматически, он так же является полностью автоматизированным, за исключением случаев, когда аппаратуру требуется дополнительно настроить под потребности пользователя.

Для примера можно взять азотный сенсор YARA. Система распознаёт цвет листовой поверхности, на основе чего регулирует дозировку удобрения, после информация передаётся на рабочие органы агрегата. При отсутствии данных о культуре в базе, можно построить калибровочную кривую для работы прибора. Недостатком таких систем является зависимость от уровня освещённости (устраняется установкой осветительных приборов) и дороговизна [2].

Несмотря на своё удобство, оба вида таких систем остаются достаточно дорогими, поэтому по большей части применяются крупными аграрными организациями [3]. Это связано с новизной подобных систем. С одной стороны, многие малые хозяйства не рискуют их приобретать, боясь того, что техника попросту не окупит себя, из-за чего спрос на рынке остаётся малым, с другой стороны производители не могут снизить цену продукта из-за дороговизны его составляющих. Выход из сложившейся ситуации представляется только один – модернизация систем дифференцированного внесения удобрений, заточенная на их удешевление.

В данный момент для малых фермерских хозяйств могут быть актуальными модернизированные машины, использующие распределительные устройства в виде спиральных шнеков, имеющие привод от гидромоторов, обеспечивающих точную настройку количества вносимых удобрений.

Стоит помнить, что ситуации, когда появляется необходимость использования средств дифференцированного внесения удобрений могут возникнуть не только от внешних, не зависящих от человека факторов, таких как различия в составе грунта, рельеф местности, но и от несовершенства базовых разбрасывателей удобрений, поэтому при сплошном внесении удобрений лучше использовать более новые или усовершенствованные разбрасыватели.

Вывод. При возникновении проблем с неравномерным развитием сельскохозяйственной культуры на разных участках поля, системы дифференцированного внесения удобрений могут быть весьма полезны с экономической точки зрения, но многие хозяйства всё ещё не готовы к их использованию. Малые фермерские хозяйства зачастую просто не могут себе позволить их приобретение, средние, имеющие достаточные финансовые возможности, всё ещё малознакомы с таким типом оборудования, от чего возникают опасения связанные со сложностью обслуживания электроники, подготовке механизаторов к работе с этими системами, в особо крупных организациях, которые могут позволить себе приобретение агрегатов и могут обеспечить себя

высококвалифицированными кадрами, возникает иная проблема – руководство нижних уровней не имеет достаточной мотивации в поиске стратегий снижающих затраты на производство продукции.

Список литературы

1. Жадько, В. В. Конструкция распределителя средств защиты растений / В. В. Жадько, С. В. Белоусов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год, Краснодар, 02–16 марта 2020 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 345-348. – EDN DNAACK.
2. Системы дифференцированного внесения удобрений - БГАТУ: Система дистанционных образовательных ресурсов [электронный ресурс] // <https://moodle.bsatu.by/mod/lesson/view.php?id=4631&pageid=958&startlastseen=no>
3. Стремление к точности. Аграрии проявляют интерес к дифференцированному внесению удобрений – Агроинвестор [электронный ресурс] // <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/32405-stremlenie-k-tochnosti/>
4. Что такое дифференцированное внесение минеральных удобрений – FertilizerDaily [электронный ресурс] // https://www.fertilizerdaily.ru/20191001-cto-takoe-differencirovannoe-vnesenie-mineralnyx-udobrenij/#org_3
5. Юнин В.А., Зыков А.В., Захаров А.М., Перекопский А.Н. СИСТЕМА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ // МНИЖ. 2020. №9-1 (99). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-differentsirovannogo-vneseniya-granulirovannyh-udobreniy> (дата обращения: 30.01.2024).

УДК 533.3

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ БАЗЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Цыглимов Сергей Семенович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
sergeitsyglimov@yandex.ru

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
girenkov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сведения о материально-сырьевой базе России и Красноярского края, составляющие которой необходимы для производства чугунов и сталей. Проведен анализ научной и учебной литературы, официальных статистических данных. Выявлены возможности обеспечения региона черными сплавами.

Ключевые слова: металлургия, чугуны, стали, руды, месторождения.

Черные металлы и сплавы, к которым относятся чугуны и стали, являются основой любого промышленного производства. В конструкциях сельскохозяйственной техники удельная масса чугунных и стальных деталей значительно больше других конструкционных материалов, таких как цветные металлы и сплавы, полимеры, композиты, стекло, дерево.

Знание свойств, строения, методов получения и обработки черных металлов и сплавов является необходимым условием при получении квалификации инженера любой отрасли промышленности [6, 8]. Не является исключением получение таких знаний и умений студентами направления 35.03.06 «Агроинженерия», которые помогут ему решать многочисленные инженерные проблемы, возникающие при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства [12].

Наука, которая изучает методы получения черных и цветных металлов, называется металлургией. Важнейшие вопросы металлургии, которые касаются добычи полезных ископаемых, обогащения руд и выплавки металлов рассматриваются в ходе изучения дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» [1, 6]. При выполнении лабораторной работы «Исходные материалы и продукты металлургического производства» студенты

знакомятся с образцами важнейших руд, металлургического топлива, флюсов, огнеупорных материалов. Отдельно обсуждаются вопросы, связанные с местонахождением и ценностью месторождений этих полезных ископаемых на территории Российской Федерации и Красноярского края [9]. В современных условиях международной изоляции российского производства особо ценными являются знания о возможностях минерально-ресурсной базы страны и региона.

Цель настоящей работы – выявление возможности автономного (в рамках региона) производства важнейших черных сплавов (чугунов и сталей), не зависящего от внешних поставок исходных материалов металлургического производства.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать современные методы производства черных сплавов и сведения о материально-сырьевой базе для получения чугунов и сталей в России и Красноярском крае.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; анализа официальной статистической информации.

В 2023 году производство чугуна в мире составило 1,07 млрд. т, что несколько больше, чем в предыдущем году. В списке ведущих производителей Россия занимает четвертое место (46,7 млн. т) после Китая, Индии и Японии [6].

Мировое производство стали в 2023 году тоже практически не изменилось и составило 1,88 млрд. т. В России выплавляли 75, 8 млн. т, больше только Китай (1019,1 млн. т), Индия, Япония и США [5].

Для производства чугуна и стали, как почти для любого металлургического производства, необходимы руды, топливо, огнеупоры и флюсы.

Характеристики важнейших промышленных железных руд представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Характеристики важнейших рудных минералов железа

Наименование руд	Рудный минерал	Формула	Содержание Fe, % (по массе)	Плотность ·10 ³ кг/м ³	Удельная теплоемкость, Дж/г·К	Теплопроводность, Вт/м·К,	T _{пл.} , °С
Магнетитовые	магнетит	Fe ₃ O ₄	55...65	5,2	0,6	4,7...5,28	1538
Гематитовые	гематит	Fe ₂ O ₃	50...60	5,3	0,6	11,2...13,9	1565
Бурые железняки	лимонит	Fe ₂ O ₃ ·H ₂ O	30...50	4,0...4,6	-	-	-
Шпатовые	сидерит	FeCO ₃	30...40	3,9	0,7...0,8	3,0	1550
Прочие	пирит	FeS ₂	47,7	5,1	0,5	23...38	1550

Сырьевая база железных руд Российской Федерации является одной из крупнейших в мире и способна обеспечить производство горнодобывающих предприятий более чем на век. Основная часть запасов сосредоточена на крупных эксплуатируемых месторождениях Курской магнитной аномалии, значительные запасы разведаны и осваиваются в Карелии, на Среднем Урале, в Забайкалье и Южной Якутии.

Основными предприятиями по выпуску сырой стали являются Новолипецкий (18,3% российского производства в 2016 г.), Магнитогорский (17,7%), Череповецкий (16,4%), Западно-Сибирский (9,7%), Нижнетагильский (5,9%), Челябинский (6%) металлургические комбинаты, а также завод «Уральская Сталь» (6,6%) [2].

В недрах Сибири хранится 8 млрд тонн железных руд, или 7,2 % запасов России. На долю Сибирского федерального округа приходится 3,4 % российского объема добычи железорудного сырья. В 2020 году в округе добыли 13, 5 млн. т сырой железной руды, что составило 3,8 % от общероссийской добычи [3].

В последние годы активно ведутся работы по освоению месторождений в восточных регионах страны, где горнорудная отрасль находится в зачаточном состоянии. Это относится и к месторождениям железных руд Красноярского края. Экономическая эффективность их освоения значительно повысится при условии выполнения проектов, предусматривающего строительство металлургических предприятий, на которых будет использоваться сырье местных горно-обогатительных комбинатов.

В Красноярском крае насчитывается более 1200 месторождений полезных ископаемых, в том числе 35 месторождений углеводородного сырья, 43 месторождения (114 объектов учета) бурого и каменного угля, 66 – черных и цветных металлов, 15 – редких и рассеянных элементов, 335 – благородных металлов, 94 месторождения неметаллических полезных ископаемых (абразивов, глин, известняков флюсовых, магнезита, нефелиновых руд, природных облицовочных камней, пьезооптического сырья, формовочного сырья, цветных камней), более 360 месторождений общераспространенных полезных ископаемых (строительного камня, песчано-гравийных смесей, керамзитовых смесей, песка), 209 месторождения торфа, 12 месторождений минеральных подземных вод [11].

Согласно источнику [11] запасы железных руд в крае составляют 2,7 млрд. т, они сосредоточены на 24 месторождениях в трех железорудных районах: Восточно-Саянском, Средне-Ангарском и Ангаро-Питском (рис. 1). Большая часть разведанных запасов — это легкообогатимые магнетитовые бедные (26-35% железа) руды Восточно-Саянского и Средне-Ангарского железорудных районов. Гематитовые руды Ангаро-Питского бассейна (около 1,4 млрд тонн) можно извлекать открытым карьерным способом, но сложность в том, что они труднообогатимые.

Большинство месторождений юга Красноярского края либо полностью отработаны, либо учтены как резервные [14]. Сейчас добыча железной руды ведется на Ирбинском и Краснокаменском месторождениях, совокупные запасы которых 100 млн т сырой руды.

В пределах Енисейского кряжа выделяются два железорудных района: Ангаро-Питский и Средне-Ангарский, запасы которых находятся в государственном резерве.

В Ангаро-Питском районе три детально разведанных осадочных месторождения: Нижне-Ангарское, Ишимбинское и Удоронговское. По своим размерам выделяется Нижне-Ангарское месторождение – рудные пласты, содержащие до 40 % железа, прослеживаются почти на 20 км по простиранию и до 600 м на глубину.

Балансовые запасы железных руд Ангаро-Питского бассейна составляют 561,5 млн. т с содержанием железа 40 %, однако руды труднообогатимые.

Наиболее значимым в промышленном отношении является Средне-Ангарский железорудный район, включающий месторождения Тагарское, Огненное, Пихтовое, Восток, Берямбинское и Талое-1.

Обширные районы Сибирской платформы на железные руды изучены очень слабо.

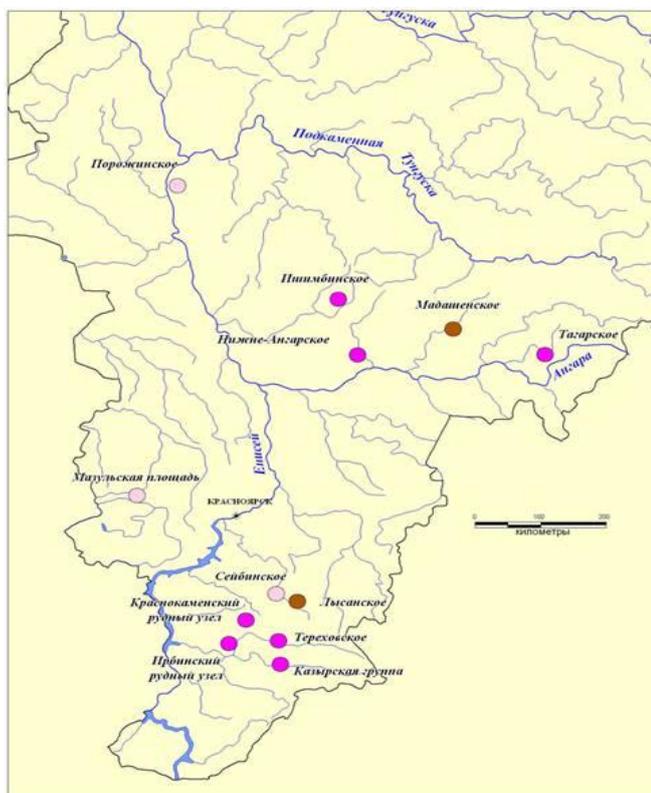


Рисунок 1 – Карта расположения основных промышленно значимых месторождений черных металлов на территории Красноярского края

Объем данной статьи не позволяет проанализировать состояние запасов других важнейших составляющих исходных материалов металлургического производства – топлива, огнеупоров и флюсов. Это будет сделано в следующих работах.

Выводы

1. По степени вовлечения минерально-сырьевой базы в хозяйственный оборот (49,9 %) Красноярский край занимает 54 место среди Российских регионов. Следовательно – территория Красноярского края существенно недоизучена и имеет высокие перспективы развития минерально-сырьевого комплекса, причем по более широкому спектру полезных ископаемых, чем задействованные в настоящее время [11].

2. В целом железорудная база Красноярского края способна обеспечить нужды черной металлургии на перспективу при наличии необходимой для этого производственной базы по выплавке чугуна и стали.

Список литературы

1. Беспалов В.Ф. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов: учеб. пособие / В.Ф. Беспалов, Н.М. Романченко: Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 324 с.

2. Железные руды России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf40488eca> (дата обращения 05.02.2024)

3. Железные руды России. Запасы и ресурсы. [Электронный ресурс]. – URL: <https://nedradv.ru/nedradv/ru/ratings?rubric=b8ce6228fc2b2cddbdf8b61cdf5d9dd97> (дата обращения 05.02.2024)

4. Минерально-сырьевая база черных металлов Красноярского края. [Электронный ресурс]. – URL: <https://museum.krasfond.ru/library/nedra-krasnoyarskogo-kraya/94-mineralno-syrevaya-baza-chernykh-metallov-krasnoyarskogo-kraya.html> (дата обращения 12.01.2024)

5. Производство стали в России и мире в 2023 году. [Электронный ресурс]. – URL [https://www.mashprom.ru/press/news/proizodstvo-stali-v-rossii-i-mire-v-2023-godu/#:~:text=%D0%92%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%20\(World%20Steel,\(%E2%88%920%2C1%20%25\).](https://www.mashprom.ru/press/news/proizodstvo-stali-v-rossii-i-mire-v-2023-godu/#:~:text=%D0%92%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%20(World%20Steel,(%E2%88%920%2C1%20%25).) (дата обращения 11.02.2024)

6. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.

7. Романченко Н.М. О влиянии на окружающую среду загрязняющих веществ технологического процесса производства ферромарганца / Н.М. Романченко // Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век: сборник статей по материалам международной (заочной) научно-практической конференции / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2014. – с. 70-73.

8. Романченко, Н.М. О необходимости изучения преподавания дисциплины «Материаловедение» при подготовке бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции, Красноярск, 16-18 апреля 2019 года. Часть I. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – с. 236-239.

9. Романченко Н.М. Организация самостоятельной работы студентов по общеинженерным дисциплинам / Н.М. Романченко // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: материалы Международной научной конф., 19 ноября 2020 г. / Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2020. – с. 288-291

10. Российские металлурги на 40 % увеличили экспорт чугуна в ЕС. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2023/11/26/1007797-rossiiskie-metallurgi-velichili-eksport-chuguna-v-es> (дата обращения 02.02.2024)

11. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Красноярского края (на 15.06.2020 г.). [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/970dbf3b0bdb20ec84431e0e9bc2d58a.pdf> (дата обращения 11.01.2024)

12. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия. Утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 23.09.2017 г. № 813 [Электронный ресурс]. – URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/350306_B_3_15062021.pdf (дата обращения 08.02.2024)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ СПЛАВОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Цыглимов Сергей Семенович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
sergeitsyglimov@yandex.ru

Научный руководитель: Романченко Наталья Митрофановна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
girenkov@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сведения о традиционных и перспективных способах получения чугунов и сталей. Проведен анализ научной и учебной литературы, официальных статистических данных. Выявлены технические возможности производства черных сплавов на территории Красноярского края.

Ключевые слова: металлургия, чугуны, стали, руды, месторождения.

При производстве черных металлов и сплавов, которые являются основой промышленного производства, необходимо наличие сырьевых и технических ресурсов. Под техническими ресурсами мы понимаем наличие или потенциальные возможности создания технической базы для производства чугуна и стали.

В предыдущей работе мы проанализировали минерально-сырьевую базу Красноярского края с целью выявления возможности производства черных сплавов. Нами был сделан вывод, что железорудная база Красноярского края способна обеспечить нужды черной металлургии на перспективу при наличии необходимой для этого производственной базы по выплавке чугуна и стали.

Цель настоящей работы – выявление возможности технических ресурсов автономного (в рамках региона) производства важнейших черных сплавов (чугунов и сталей).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать современные методы получения черных сплавов, наличие существующей производственной базы черной металлургии в Красноярском крае.

Поставленные задачи решались при помощи методов научного исследования: анализа научной и учебной литературы по тематике исследования; анализа официальной статистической информации.

Традиционное производство чёрных металлов представляет собой комплекс следующих промышленных предприятий [6, 7]:

- шахты по добыче руд и каменных углей;
- горно-обогатительные комбинаты;
- коксохимические заводы;
- энергетические цехи для получения кислорода, сжатого воздуха (дутья) и очистки газов;
- доменные цехи для выплавки чугуна; заводы ферросплавов;
- сталеплавильные цехи (конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные);
- прокатные цехи.

Добытые в недрах Земли железные руды и топливо обогащаются и подготавливаются к переработке в доменных печах. Железная руда поступает в доменную печь в виде офлюсованного агломерата или окатышей, а топливо – в виде кокса. В доменной печи происходит встречное движение и взаимодействие двух потоков: сверху движется шихта, а снизу поток газов, образующихся в результате сгорания топлива в зоне фурм. Доменный процесс является восстановительным процессом. Его сущность заключается в восстановлении железа из окислов с последующим его науглероживанием.

Восстановление окислов идёт ступенчато по схеме



Главную роль в восстановлении железа из окислов играет окись углерода (CO).

Вся суть процесса в том, что топливо и газы проходят несколько циклов в работающей без перерыва доменной печи (так как затраты на ее повторный запуск очень высоки, ее постоянно

поддерживают в рабочем состоянии), что повышает эффективность производства. Одна такая доменная печь производит около 12000 т чугуна в сутки (а одна из самых больших доменных печей в мире «Северянка» производит более 14000 т чугуна в день) [4].

Исходными материалами для получения стали служит перепельный чугун, стальной лом и ферросплавы.

Сталь отличается от чугуна меньшим содержанием углерода, кремния, марганца, примесей серы и фосфора. Поэтому основная задача передела чугуна в сталь состоит в снижении содержания углерода и других элементов с помощью окислительных процессов, протекающих в сталеплавильных агрегатах.

Сталь может производиться тремя основными способами: кислородно-конвертерным в печах (конвертерах), кислородно-конвертным в электропечах и мартеновским способами. Третий способ в виду своей экологической небезопасности в Российской Федерации уже не используется (последний завод, использующий данную технологию, находился в г. Выкса Нижегородской области, его работа была остановлена в 2018 году, сейчас продолжается переоборудование предприятия) [4].

В основе конвертерных процессов лежит обработка жидкого чугуна газообразными окислителями без подвода извне дополнительного тепла. Процесс выплавки стали осуществляется только за счет химической теплоты экзотермической реакции окисления примесей с учетом физической теплоты жидкого чугуна. Продувка чугуна кислородом производится сверху или через днище в специальных агрегатах-конвертерах.

По сравнению с другими плавильными агрегатами электропечи обладают рядом преимуществ: способностью быстрого нагрева и поддержания заданной температуры в пределах до 2000 °С, возможностью создания окислительной, восстановительной или нейтральной атмосферы, а также вакуума. В электрических печах выплавляют высококачественные конструкционные, инструментальные, коррозионностойкие, жаростойкие и другие специальные стали и сплавы.

Для выплавки стали применяют дуговые и индукционные электрические печи. Емкость наиболее широко применяемых дуговых печей колеблется в широких пределах от 0,5 до 360 т. Печи средней и большей емкости обычно используют на металлургических заводах для получения слитков, а печи малой емкости – на машиностроительных предприятиях для получения стальных отливок [6].

Использование электрических печей для выплавки сталей наряду с установками непрерывной разливки продукта является экономически более выгодным процессом, так как при этом отпадает необходимость иметь в производственном цикле добычу железорудного сырья, его обогащение и окискование, производство кокса. В печь загружается большое количество металлолома, запасы которого при переходе от мартеновского к кислородно-конвертерному производству стали, при котором содержание лома в шихте по сравнению с мартеновским процессом ограничено, накоплены в большом количестве. Инвестиционные затраты по такой схеме резко сокращаются, а себестоимость стали конкурентоспособна (с учетом экономии на транспортных расходах) со сталью заводов полного цикла. Это позволяет выходить на рынок металлопродукции сравнительно небольшим частным фирмам, производящим ограниченный сортамент металлопродукции [1].

Графики на рисунке 1 демонстрируют резкое снижение использования бессемеровского, мартеновского производства, замедление кислородно-конвертерного и производства в электропечах [5].

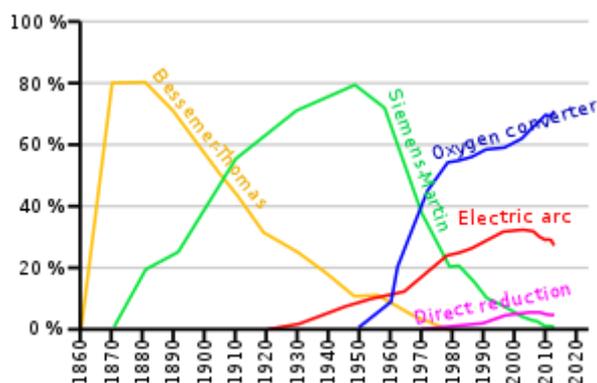


Рис. 1 – Мировые тенденции развития сталеплавильных процессов

В России существуют несколько крупных металлургических комбинатов полного цикла, в которых производят и чугун, и сталь. За Уралом, в Сибири – это Новокузнецкий металлургический комбинат. Высокая эффективность работы комбината обеспечена наличием месторождений качественного кузбасского угля и железных руд.

Тем не менее, для работы предприятий полного цикла характерно наличие важных проблем [4]:

- изнашивание основных фондов (старое оборудование);
- снижение производительности труда;
- увеличение расходов на ремонт оборудования;
- ухудшение качества продукции;
- высокие транспортные издержки;
- несоответствие экологическим нормам и требованиям;
- нестабильная политическая ситуация на мировой арене.

Выходом из сложившейся ситуации является внедрение новых технологий получения стали – бездоменного производства.

При реализации этой технологии в печи шахтного или трубчатого типа загружается железорудное сырье (концентрат или окатыши), и оно восстанавливается либо с помощью кокса, либо с помощью газа. В качестве восстановительного газа используется метан, который разлагается на смесь водорода и угарного газа. При рабочей температуре 1000 °С шихта не плавится, вредные примеси из топлива (S, P) не растворяются в продукте, которое называется железом прямого восстановления. Оно выпускается в виде губчатого или кричного железа, или металлизированной шихты и далее переплавляется в индукционных или дуговых печах.

Описываемая технология получения железа и стали впервые в России была опробована в Красноярске на металлургическом заводе «Сибэлектросталь», который был введен в строй в 1952 году. Для получения железа прямого восстановления использовались богатые руды Коршуновского месторождения (Иркутская область) и бурые угли Ирша-Бородинского разреза. Было получено 4000 тонн высококачественной стали. В 2001 году было образовано АО «Красноярский металлургический комбинат» Сибэлектросталь, с проектной мощностью 60000 т стали в год. Но технология нуждалась в серьезных доработках, производство было признано нерентабельным, и в 2003 году было остановлено [3].

В настоящее время в России только одно предприятие работает по технологии выпуска стали методом прямого восстановления – это Оскольский электрометаллургический комбинат в Белгородской области. За время своего существования на нем было выпущено 80 млн тонн стали, 55 млн тонн проката.

Бездоменное производство железа и стали имеет ряд преимуществ: оно более энергоэффективное, экологически чистое и позволяет получать высококачественный продукт. Бездоменное производство – одна из самых перспективных технологий в сфере металлургии и способствует развитию промышленности в целом [2]

Анализируя возможности создания в Красноярском крае производства черных сплавов, можно сделать следующие выводы:

1. Наличие железорудных ресурсов, в большей степени находящихся в настоящий момент в резерве, не позволяет развивать производство чугунов и стали по полному циклу (руда-чугун-сталь), так как цена производства чугуна превышает издержки на его производство.

2. Несмотря на исторический отрицательный опыт производства бездоменного железа в АО «Сибэлектросталь» в настоящий момент в Красноярске и в крае имеются следующие ресурсы на использование этого метода:

- быстрое развитие технологии выпуска стали прямым восстановлением в последние два десятилетия;
- значительные разведанные запасы железного и марганцевого сырья;
- значительные запасы бурых углей и продуктов их переработки [8];
- наличие большого количества высококвалифицированных кадров – выпускников Института цветных металлов в составе Сибирского федерального университета.

3. Перспективным следует считать создание небольших заводов с индукционными или дуговыми электропечами, переплавляющими в сталь накопленные ресурсы металлолома.

Список литературы

1. Бездоменное производство. [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/7221907/page:6/> (дата обращения 07.02.2024)
2. Бездоменное производство металла. [Электронный ресурс]. – URL: <https://japnoj.ru/maynkraft/bezdomennoe-proizvodstvo-metalla> (дата обращения 08.02.2024)
3. Впереди времени. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kryar.com/upload/for_articles/PSS%20Sibstal%2003.2016.pdf (дата обращения 05.02.2024)
4. География черной металлургии России. [Электронный ресурс]. – URL: <https://апо.рф/материалы/география-черной-металлургии-россии/> (дата обращения 19.11.2023)
5. Прямое восстановление железа. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/e> (дата обращения 03.02.2024)
6. Романченко, Н.М. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Часть I. Материаловедение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 329 с.
7. Романченко, Н.М. Материалы и технологии в машиностроении: учеб. пособие / Н.М. Романченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 351 с.
8. Романченко Н.М. Использование бурых и каменных углей месторождений Красноярского края // Научно-практические аспекты развития АПК: материалы национ. науч. конф.; Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – с. 240-243.

**РАЦИОНАЛЬНОЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ 4к4а ТРАКТОРОВ
КИТАЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Власов Иван Васильевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ivanvasilevich95@mail.ru

Научный руководитель: Селиванов Николай Иванович

доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
zaprudskii@list.ru

Аннотация. Обоснованы условия рационального балластирования колесных тракторов «Lovol» и «Agroapollo» для зональных технологий почвообработки.

Ключевые слова: балластные грузы, технология, почвообработка, колесный трактор, эксплуатационная масса.

Практика эксплуатации тракторов китайского производства [1] с регулируемой в широком диапазоне эксплуатационной массой за счет балластных грузов показывает, что отсутствие конкретных рекомендаций официальных дилеров [2,3] по их адаптации к операционным технологиям почвообработки разной энергоемкости приводит к существенному снижению уровня реализации потенциальных возможностей и повышению топливных затрат из-за неправильного балластирования.

Цель работы – обоснование уровней балластирования тракторов «Lovol» и «Agroapollo» на операциях почвообработки разной энергоемкости.

Объект исследования – параметры-адаптеры тракторов к технологиям почвообработки.

Задачи исследования:

- 1) дать оценку технологических свойств серийных тракторов с разными уровнями балластирования;
- 2) обосновать рациональные уровни балластирования тракторов разной комплектации и съемного балласта для зональных технологий почвообработки.

1. По агротехническим требованиям и энергоемкости рабочего процесса операционные технологии основной и предпосевной обработки почвы разделены [7,8] на три группы с установленными номинальными значениями $V_{нi}^*$ и интервалами $(V_{min} - V_{max})_i^*$ рабочих скоростей: 1 – отвальная вспашка оборотными ($7,5 \pm 1,5$ км/ч подгруппа 1.1) и скоростными ($9,0 \pm 1,5$ км/ч подгруппа 1.2) плугами; 2 – безотвальная глубокая и посев ($10,5 \pm 1,5$ км/ч); 3 – поверхностная и предпосевная ($12,0 \pm 1,5$ км/ч).

2. При подготовке к технологическому процессу трактора с установленной номинальной $N_{ен}$ или эксплуатационной $N_{эз}$ мощностью двигателя за основной параметр-адаптер целесообразно принимать отнесенную к единице их реализуемого значения $N_{ер} = \xi_{\bar{N}_1} \cdot N_{эз} = \xi_{\bar{N}_1} \cdot \xi_{\bar{N}_2} \cdot N_{ен}$ удельную эксплуатационную массу $m_{уди}^* = m_{эi}^* / N_{ер}$ (кг/кВт) в номинальном тягово-скоростном режиме, уровень которой для операций 1 группы при $V_{н1}^* = 2,5$ м/с ($9,0$ км/ч) с полным балластом является эталонным [4,5].

3. Оценка закономерностей балластирования и рационального использования выполнена для поставляемых на региональный рынок шести серий тракторов «Lovol» и семи «Agroapollo» разной комплектации и номинальной мощности 60 – 191 кВт (80 – 200 л.с.), путем сравнения их параметров-адаптеров с эталонными на основе технических характеристик и рекомендаций изготовителей.

Эталонное значение удельной массы определяет эксплуатационную массу $m_э^*$, номинальное тяговое усилие $P_{крнэ}^*$ и основной класс трактора, а так же рациональный тягово-скоростной диапазон использования при полном балластировании

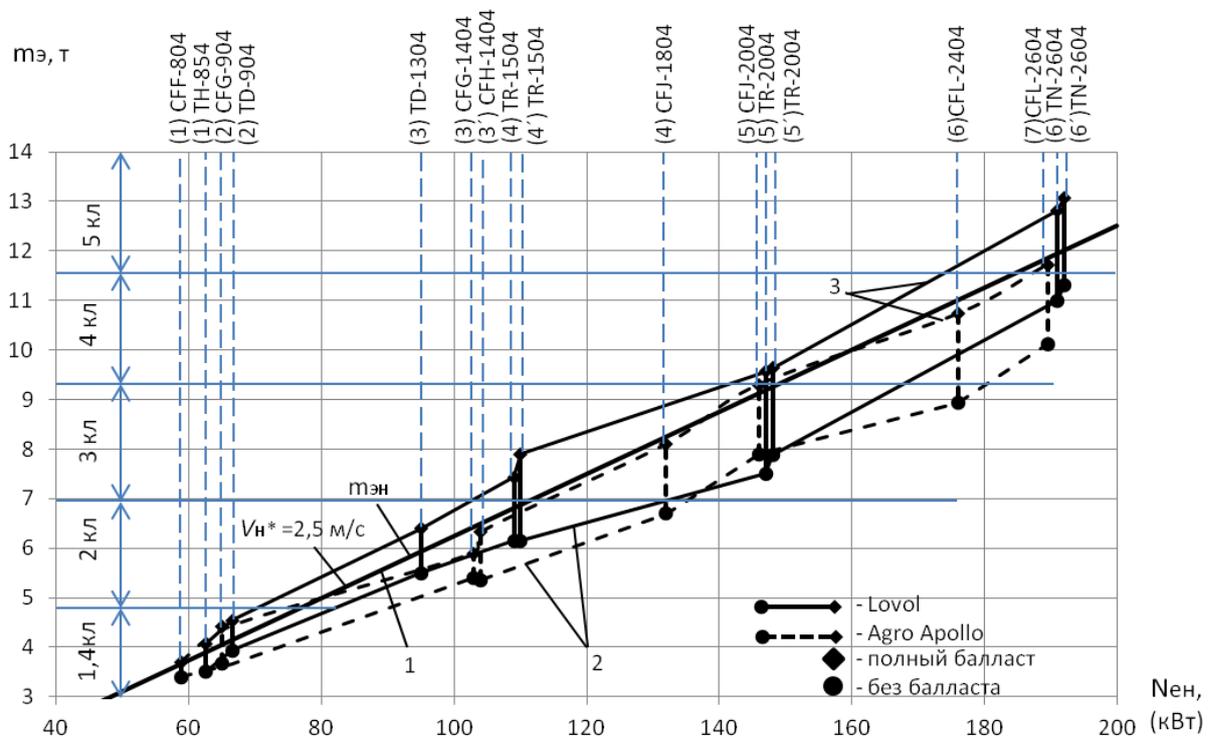
$$\begin{cases} m_{удз}^* = \eta_{тн}/g \cdot \varphi_{крн} \cdot V_{н1}^* \cdot 10^{-3}; \\ m_{з}^* = m_{удз}^* \cdot \xi_{\bar{N}_1} \cdot N_{ез} = m_{удз}^* \cdot \xi_{\bar{N}_1} \cdot \xi_{\bar{N}_2} \cdot N_{ен}; \\ P_{крнз}^* = m_{з}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}; \\ (P_{кр\ min} - P_{кр\ max})_{з}^* = m_{з}^* \cdot g \cdot (\varphi_{кр\ min} - \varphi_{кр\ max})^*; \\ V_{minз}^* = \eta_{т\ min}/g \cdot \varphi_{кр\ max}^* \cdot m_{удз}^* \cdot 10^{-3}; \\ V_{maxз}^* = \eta_{т\ max}/g \cdot \varphi_{кр\ min}^* \cdot m_{удз}^* \cdot 10^{-3}. \end{cases} \quad (1)$$

Оптимальное значение абсциссы центра масс $A_{цз}^* = a_{цз}^*/L$ трактора с полным балластом достигается за счет рационального распределения массы съёмного балласта $m_{Будз}^*$ на оси задних колес $m_{БКуд}^*$ и переднем кронштейне $m_{БПуд}^*$ при установленной колесной базе L , $A_{ц0}$ и $A_{п} = a_{п}/L$.

$$\begin{cases} m_{Будз}^* = m_{БКуд}^* + m_{БПуд}^*; \\ m_{БПуд}^* = (m_{удз}^* \cdot A_{цз}^* - m_{уд0} \cdot A_{ц0}) / (A_{п} + 1). \end{cases} \quad (2)$$

Обоснованные по результатам моделирования [6] оптимальные значения удельных параметров-адаптеров тракторов разной комплектации для технологий почвообработки разных групп позволили установить рациональные тягово-скоростные диапазоны использования и условия балластирования. Эталонные значения $m_{удз}^* = 67,3(1к)$ и $70,0(2к')$ определяют уровень $m_{з}^*$ и тяговый класс трактора с полным балластом при обоснованных коэффициентах $\xi_{\bar{N}_1} = \xi_{\bar{N}_2} = 0,970$.

Анализ диапазонов регулирования эксплуатационной массы (рисунок 1) показывает, что указанные производители одинаково подходят к выбору балласта по установившейся в мировом тракторостроении общей закономерности строгого обеспечения оптимального уровня удельных параметров-адаптеров трактора для энергоемких операций технологий почвообработки (1 гр.). При этом на операциях 2 и 3 гр. с повышенным скоростным режимом целесообразно (при умолчании) использовать трактор без балластных грузов.



**Рисунок 1 – Диапазоны регулирования эксплуатационной массы тракторов:
1 – эталонный уровень; 2 – без балласта; 3 – с полным балластом**

Тракторы «Lovol» всех серий при полном балласте имеют завышенную от 4,0 до 9,5% удельную массу $m_{уд\ max}$ что снижает их номинальный и максимальный скоростной режим до 2,3 –

2,4 м/с и 2,8 м/с. Наиболее адаптированы к операциям 1 гр. тракторы мощностью свыше 147 кВт (TR-2004 и TN-2604). При снаряженной массе без балласта $\bar{m}_{уд0} = m_{уд2}^* = 58,0$ кг/кВт, скоростной режим возрастает до $\bar{V}_{н0} = 2,8$ м/с (10 км/ч) и $\bar{V}_{max} = 3,3$ м/с (12 км/ч) с переходом в смежный пониженный тяговый класс.

Параметры тракторов «Agroapollo» мощностью от 102,9 кВт с полным балластом и без балласта практически соответствуют эталонным $\bar{m}_{удmax} = m_{удз}^* = 67,3$ кг/кВт и $\bar{m}_{уд0} = 57,0$ кг/кВт, что обеспечивает рациональные скоростные интервалы 7,5 – 10,5 и 9,0 – 13,0 км/ч.

Выводы:

1. Наиболее адаптированы к операционным технологиям почвообработки 1 гр. (отвальная вспашка) с эталонными значениями удельной массы $m_{удз}^* = 67,3(1к)$ и $70,0(2к')$ кг/кВт при $V_{н1}^* = 2,50$ м/с и $A_{ц}^* = 0,46 - 0,48$ тракторы «Agroapollo» мощностью свыше 102,9 кВт с полным балластом, составляющим от 16 до 21% снаряженной массы $\bar{m}_{уд0} = 57,0$ кг/кВт при $A_{ц0} = 0,40 - 0,42$ и обеспечивающим $\bar{m}_{удmax} = m_{уд0}^*$. Тракторы «Lovol» всех серий при полном балласте 16 – 20% от $\bar{m}_{уд0} = 58,0$ кг/кВт превышают на 4 – 9% $m_{удз}^*$, что снижает номинальную скорость до $V_{н1} = 2,3 - 2,4$ м/с.

2. По условиям максимальной реализации потенциальных возможностей, представленные на региональном рынке тракторы «Lovol» и «Agroapollo» следует использовать:

- с полным балластом в скоростном интервале от 7,5 до 10,0 км/ч на операциях 1 и 2 гр.;
- без балласта в интервале 10,0 – 13,0 км/ч при выполнении операций 2 и 3 гр. с обязательной оценкой соответствия заявленных в технической характеристике и фактических значений снаряженной и максимальной массы.

3. Выполнение операций 3 гр. при $V_3 = 12,0$ км/ч тракторами представленных серий с полным балластом повышает вредное воздействие движителей на почву и расход топлива, из условия 0,7 – 0,9 л/ч на перемещение одной тонны избыточной массы, при недостаточном балластировании на операциях 1 гр. уровень реализации мощности двигателя снижается до 5,0%.

Список литературы

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2020- 2023гг./Информ. аналит. материал МСХ Красн. Края. Красноярск – Текст: электронный // URL: <https://www.krsk.kp.ru/daily/27465/4670789>.
2. Тракторы Lovol, инструкция по эксплуатации – Текст: электронный // URL: <https://lovol.com>
3. Тракторы Agroapollo, инструкция по эксплуатации – Текст: электронный // URL: <https://agroapollo.ru>.
4. ГОСТ 27021-86 Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы. М: ИПК Издательство стандартов, 1986 – 14 с.
5. Кутьков Г.М., Грибов И.В., Перевозчикова Н.В. Балластирование тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. Т.84, №9. - С. 52-60.
6. Селиванов Н.И., Кузнецов А.В., Кузьмин Н.В., Шрам В.Г., Кайзер Ю.Ф. Потенциальные возможности повышения технологического уровня колесных тракторов высокой мощности // Тракторы и сельхозмашины. 2023 Т. 90, № 4 С. 351–359.
7. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н., Аверьянов В.В. Параметры-адаптеры колесных тракторов и агрегатов к зональным технологиям почвообработки// Вестник Омского ГАУ. – 2019. – №1. С. 147–155.
8. Селиванов Н.И. Технологические свойства колесных тракторов: учебное пособие. — Красноярск: КрасГАУ, 2019. — 308 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/149612>.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИЦЕПНОГО КУЛЬТИВАТОРА

Голубцов Павел Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nosk111@inbox.ru

Грейдин Вячеслав Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
slavagreydin1402@gmail.com

Кузнецов Максим Александрович, ученик

МБОУ Средняя школа №99, Красноярск, Россия
kuznetsovm4x1m@yandex.ru

Научный руководитель: Кузнецов Александр Вадимович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
kuznetsov1223@yandex.ru

Аннотация: Развитие сельскохозяйственной техники и стремление к улучшению её эксплуатационных характеристик приводит к усложнению конструкции деталей узлов и современных почвообрабатывающих агрегатов. В настоящее время происходит интенсивное использование цифровых технологий в том числе для информатизации и визуализация технологических процессов. Представленная работа направлена на визуализацию работы прицепного культиватора, что позволят оперативно обеспечить требуемые регулировки и контроль глубины обработки почвы.

Ключевые слова: прицепной культиватор, обработка почвы, контроль глубины, визуализация работы.

Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» по проекту «Разработка энергоэффективного multifunctional почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»

Одним из основных приоритетных направлений в производственной деятельности является развитие цифровых технологии, благодаря которым обеспечивается повышение производительности при улучшении качества. Данные технологии стали активно применяться в агропромышленном комплексе, в том числе в сельскохозяйственной технике. Одной из форм реализации является информатизация и визуализация технологических процессов контроля и управления обработки почвы путем оснащения современным цифровым оборудованием с исполнительными устройствами и датчиками.

Интеллектуализация агропромышленного комплекса обусловлена следующими объективными обстоятельствами:

1. Традиционные технологические решения уже не могут обеспечить требуемый увеличения производительности труда и качества продукции.
2. Концепция пооперационной оптимизации исчерпала себя, и нужны системные методологические решения создания техники.
3. Глобальная компьютеризация производства обязывает применять высокоавтоматизированные процессы.

Важным условием цифровизации агропромышленного комплекса является применение высокоавтоматизированных технических средств, способных оптимизировать свои параметры по определенным алгоритмам, в которых качество выполняемой работы и производительность машины изменяющихся от параметров агрофона и других внешних условий.

Для эффективного использования почвообрабатывающих машин тракторист должен управлять направлением движения и загрузкой двигателя трактора, а также обеспечивать безопасность движения. Причем, чем выше рабочая скорость и больше ширина захвата и чем сложнее выполняемая операция, тем большее количество информации он должен получать.

Различные цифровые системы находят всё более широкое применения для визуализации и управления различными функциями машин, используемых в агропромышленном секторе.

За прототип разработки на наш взгляд наиболее целесообразно использовать «Культиваторную сеялку точного высева BOURGAULT серии 8910». При культивации основной задачей является обеспечить контроль глубины обработки почвы.

Система контроля рабочей глубины культиватора осуществляется указателем глубины расположенном на флюгерном колесе что не решает проблемы контроля, так как невозможно в движении постоянно следить за прибором расположенном на культиваторе, трактористу приходится постоянно оборачиваться для наблюдения за прибором.

Нами предлагается в рамках выполнения проекта: «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края» визуализировать работу культиватора.

Для этого необходимо дополнительно установить:

- гидроцилиндры, управляемые линейными актуаторами. От длинны штока актуаторов устанавливаемых перед опусканием рабочих органов будет зависеть глубина погружения рабочих органов культиватора;

- следящее устройство для отслеживания текущая глубина погружения рабочих органов культиватора;

- бортовой компьютер для вывода информация на дополнительно установленный дисплей.

На сенсорные панельные контроллеры (рис.1) выводится информация:

- 1) требуемая глубина обработки (например, в цифровом виде) которую с этого же устройства можно изменять (от 5 до 15 см) подавая одновременно сигнал на 4 актуатора;

- 2) текущая глубина погружения рабочих органов культиватора (например, в виде вертикальной диаграммы) отслеживаемая по потенциометру;

- 3) выработка в гектарах зная ширину захвата и определяя пройденный путь по числу импульсов с колеса (энкодера)

- 4) сигнальная от контактных датчиков (положение колес, боковых крыльев и др.)

В систему контроля глубины входит сенсорные панельный контроллер, для контроля за показателями работы агрегата и их визуального отображения. Бортовой компьютер анализирует поступающую информацию и записывает в систему, с дальнейшей возможностью передачи и хранения информации.



Рисунок 1 – Сенсорные панельные контроллеры

Использование системы позволяет:

- фиксировать глубину обрабатываемой почвы;
- оперативно пресекать брак;
- хранить и исследовать полученные данные о качестве выполненной обработки почвы;
- передавать информацию о выполненных работах на иные цифровые платформы.

При интенсивном современном развитии цифровой техники невозможно исследовать процесс определения показателей эффективности машин без применения измерительных информационных технологий.

Вывод:

Использование усовершенствованных технических средств информирования оператора путем визуализации данных работы сельскохозяйственной машины позволяет оперативно обеспечить требуемые регулировки и контроль рабочей глубины, повысить качество обработки почвы, а также оперативно пресекать брак в работе культиватора.

Список литературы:

1. Селиванов, Н. И. Рациональное использование энергонасыщенных колесных тракторов в технологиях почвообработки Восточно-Сибирской агрозоны / Н. И. Селиванов, А. В. Кузнецов, Н. В. Кузьмин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 18–20 апреля 2023 года. Том 1. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 167-174.

2. Селиванов, Н. И. Реализация потенциальных возможностей колесных тракторов «Кировец» / Н. И. Селиванов, А. В. Кузнецов, Н. В. Кузьмин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, Красноярск, 19–21 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 119-122.

УДК 631.173

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАШИН АПК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Замай Алексей Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
zam.alex.08@mail.ru

Научный руководитель: Журавлев Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Sergeig1961@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты анализа состояния дел в области организации и технологии технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения, поставляющейся производителями в последние десятилетия для нужд сельского хозяйства страны.

Ключевые слова: организация, технология, технический сервис, техника нового поколения, сельское хозяйство.

Применение техники нового поколения дает возможность задействовать в сельском хозяйстве гораздо меньшее количество исполнителей из числа населения сельскохозяйственных зон страны и при этом производить достаточное, и даже избыточное количество различной продукции АПК для обеспечения остального населения, работающего в прочих сферах жизнедеятельности.

Большие масштабы сельскохозяйственного сектора в экономике России, разнообразие сельскохозяйственных зон, низкая эффективность обеспечения предприятий АПК машинными комплексами, большое разнообразие выпускаемых заводами машин и оборудования нового поколения, наличие собственной действующей базы технического обслуживания (ТО) и ремонта машин у многих предприятий АПК – все эти перечисленные особенности существенно влияют на реструктуризацию системы технического сервиса (ТС) в АПК. Необходимо дальнейшее совершенствование технического сервиса парка машин в АПК для повышения эффективности результатов его работы.

Сейчас тракторы, комбайны и прочая техника для АПК изготавливаются из новых материалов, оснащаются электроникой и высокотехнологичными техническими устройствами, в том числе оборудованием для применения технологий точного земледелия. Механизатор, который управляет современными тракторами, комбайнами, прочей сложной техникой, в большей степени играет роль оператора, контролирующего функционирование различных, насыщенных электроникой систем. Теперь трактор, благодаря наличию бортового компьютера, может сам находить решение проблемной ситуации и оповещать об этом оператора. Тракторы и другие сельскохозяйственные машины стали более энергонасыщенными, экономичными, эргономичными и экологичными за счет применения современных элементов конструкции силовой установки и других систем, базирующихся на достижениях компьютерных технологий. Насыщенность электроникой обуславливает применение специфических технологических, организационных приемов и методов диагностики и ТО машин в АПК [2].

В организации технической эксплуатации машинно – тракторного парка предприятий АПК до конца 80-х годов прошлого века принимали активное участие предприятия технического сервиса различного уровня и специализации. Они выполняли по заявкам сельхозпроизводителей достаточно большой объем работ по обслуживанию и ремонту МТП. В условиях рыночной экономики аграрии зачастую самостоятельно, в минимально необходимых объемах работы по ТС выполняют собственными силами и имеющимися средствами. В последнее время необходимость в техническом сервисе машин и оборудования АПК нового поколения заметно возросла [1].

В адаптированной к современным реалиям системе ТС необходимо участие высококвалифицированных специалистов, обладающих навыками и знаниями в области обслуживания и ремонта так называемой механической части современной сельскохозяйственной техники, владеющих необходимой компьютерной подготовкой для проведения диагностирования электронной составляющей машин, которые имеют возможность выполнять операции технологий точного земледелия с использованием систем спутникового сопровождения [3].

В последние годы наряду с традиционным содержанием технологических карт на проведение операций ТО получают все большее распространение на предприятиях технического сервиса в АПК информационные, интеллектуальные технологии (ИТ), что способствует совершенствованию управления этими предприятиями. Применение ИТ в техническом сервисе имеет определенные особенности, связанные с характером организации технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) сельхозтехники.

Применение цифровизации при организации эксплуатации сельскохозяйственной техники нового поколения предусматривает оборудование машин электронными встроенными средствами контроля и диагностирования процесса работы важнейших механизмов, систем и агрегатов с целью оперативного мониторинга их работоспособного состояния.

Более интенсивное использование современных методов и форм организации технического сервиса МТП сельхозпредприятий позволяет повысить работоспособность техники, за счет этого снизить потребность предприятий АПК в средствах механизации. Этот положительный эффект может, в свою очередь, повлиять на снижение затрат при осуществлении механизированных процессов и привести к снижению себестоимости продукции предприятий АПК [4, 5].

Выводы. Анализ представленных выше рекомендаций по организации планово-предупредительной системы ТО тракторов и комбайнов российского и зарубежного производства дает возможность отметить следующее.

Современная система ТО, рекомендованная российскими и белорусскими производителями сельскохозяйственной техники, основана на тех положениях в области технического сервиса машин АПК, которые были разработаны в 60-80 годы прошлого века.

Список литературы

1. Бородина, Е.Н. Предложения по организации производства сельскохозяйственной продукции и технического сервиса машинного парка на кооперативной основе фермерских хозяйств [Текст] / Н.И. Агафонов, В.И. Клименко, Е.Н. Бородина // Исследования и разработка современных технологий и средств механизации в полеводстве юга России: сб. науч. тр. / ГНУ ВНИПТИМЭСХ. – Черноград, 2007. – С. 199-205.

2. Журавлев С.Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета №7 (213), 2022.- С. 116-122.

3. Журавлев С.Ю. Краткий обзор существующих и новых подходов к техническому сервису сельскохозяйственной техники/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 5 (223), 2023. С. 91-98.

4. Кушнарев Л.И., Чепурина Е.Л. Роль и место производителей сельхозтехники в фирменном техническом сервисе //Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. – С. 38-40.

5. Кушнарев Л.И., Дидманидзе О.Н. Состояние и направления инновационного развития инженерно-технической службы АПК //Международный технико-экономический журнал. –№ 1. – 2014. – С. 31–40.

УДК 621.81

ПРОЕКТ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОСНОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Золотарев Даниил Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
denzoloto009@gmail.com

Научный руководитель: Поллошкин Николай Геннадьевич

кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nigenn@mail.ru

Аннотация: В статье представлен проект цифровой лаборатории для проведения практических и лабораторных занятий по дисциплине «Детали машин и основы конструирования».

Ключевые слова: цифровая лаборатория, цифровые двойники, трёхмерные модели, моделирование, детали машин, редуктор, стенд, T-Flex CAD 17, VS Code.

Инженерная цифровая лаборатория представляет собой виртуальную среду, в которой студенты могут проводить различные инженерные эксперименты, тестирования и исследования работы механизмов при изучении курса «Детали машин и основы конструирования».

Это позволяет участникам получить практический опыт работы с инженерными задачами, изучить конструктивные особенности и принцип действия отдельных узлов и агрегатов без необходимости доступа к физическим лабораториям. Такой подход может быть удобен при дистанционном формате обучения и работы, а также для студентов, которые отсутствовали на занятиях.

Для подготовки структуры цифровой лаборатории и её наполнения методическим материалом необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести разборку проектируемого стенда;
2. Выполнить измерительные работы по отдельным деталям;
3. Разработать трёхмерные модели деталей;
4. Провести трёхмерную сборку стенда;
5. Составить структуру методического материала для наполнения сайта;
6. Написать сайт.

Для первого стенда был выбран червячный редуктор. Данная передача применяется в механических системах для преобразования скорости и крутящего момента в широком диапазоне. Он является одним из видов механических редукторов и широко используется в различных отраслях промышленности и техники.

Моделирование червячной передачи выполнялось в системе автоматизированного проектирования T-Flex CAD 17 (рис. 1). T-Flex это система, разработанная компанией «Топ системы» («Top Systems»). Она предназначена для создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц, а также для выполнения различных инженерных расчетов и анализа конструкций. T-Flex обладает широким спектром функций, позволяющих проектировать разнообразные изделия, начиная от простых деталей и заканчивая сложными механизмами и оборудованием. Программа предлагает интуитивно понятный пользовательский интерфейс и гибкие инструменты для работы с трехмерными моделями [2].



Рисунок 1-Трехмерная модель червячного редуктора

При проектировании модели использовались справочные материалы [1].

Работы по разработки сайта велись при консультативной поддержке студента Аэрокосмический колледж СибГУ им М. Ф. Решетнева Дербеко Р. М. Была проработана структура сайта и его интерфейс. Работы по написанию кода велись с помощью такого инструмента как Visual Studio Code. Для локального тестирования и развёртывания сайта применялся Open Server (OSPanel), а также phpMyAdmin для работы с базой данных My SQL.

Visual Studio Code (VSCode) – это бесплатный и открытый исходный текстовый редактор, разработанный и поддерживаемый компанией Microsoft. Он предназначен для разработки программного обеспечения, включая веб-приложения, мобильные приложения, облачные сервисы и многое другое [3].

Спланировав структуру и дизайн сайта были созданы макеты интерфейса (рис. 2). Затем была проведена разработка фронтенда, созданы HTML-шаблоны, стилизуя их с помощью CSS, а также, добавлена возможность интерактивности с помощью Java Script.

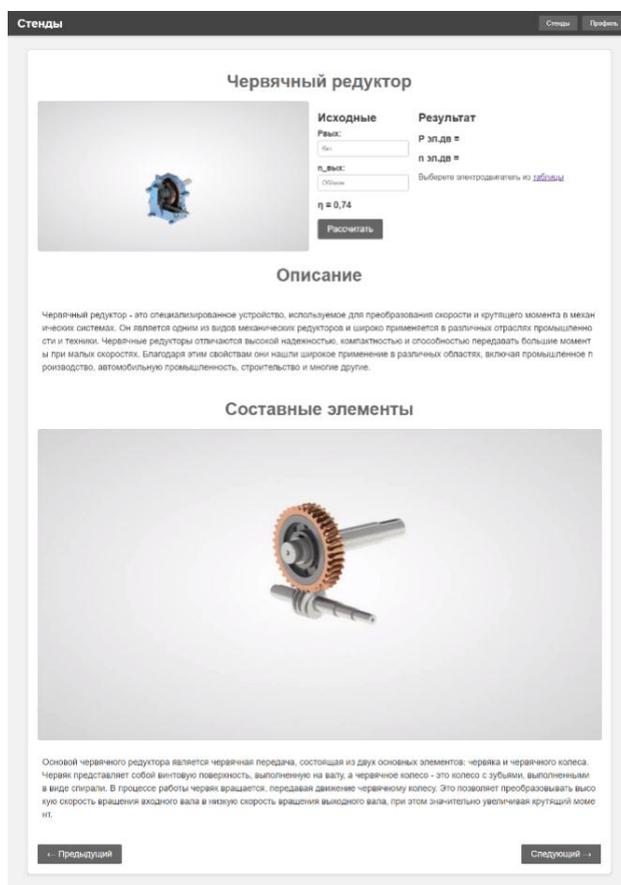


Рисунок 2-Интерфейс главной страницы

Параллельно велась работа над бэкендом, используя PHP для серверной логики и взаимодействуя с базой данных MySQL через phpMyAdmin. Были созданы перемещения и навигация между страницами с помощью “Меню” (рис. 3).

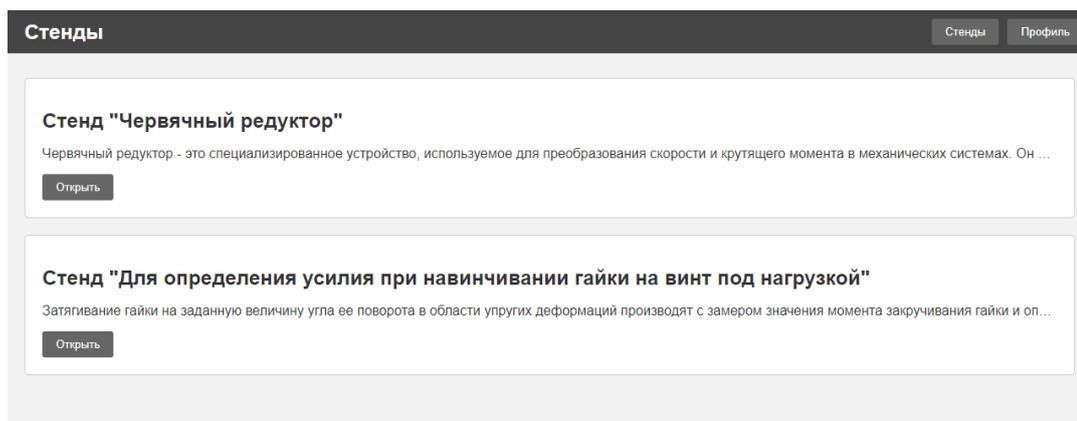


Рисунок 3-Разработка страницы меню и перемещения между ними

После завершения кода проведено тестирование и отладка, исправлены ошибки и улучшена производительность.

После завершения локальной разработки, проведена загрузка файлов сайта на хостинг (сервер), настроена база данных и выполнено финальное тестирование в онлайн-среде.

Далее мы будем поддерживать и обновлять сайт по мере необходимости, решая возникающие проблемы и добавляя новый функционал.

Для работы студентов было сделано поясняющие видео о составе червячного редуктора и основных расчётах, выполняемых при проектировании (рис. 4) [1]. Методический материал и полученные данные возможно использовать в курсовом проектировании или при выполнении лабораторных и практических работ.

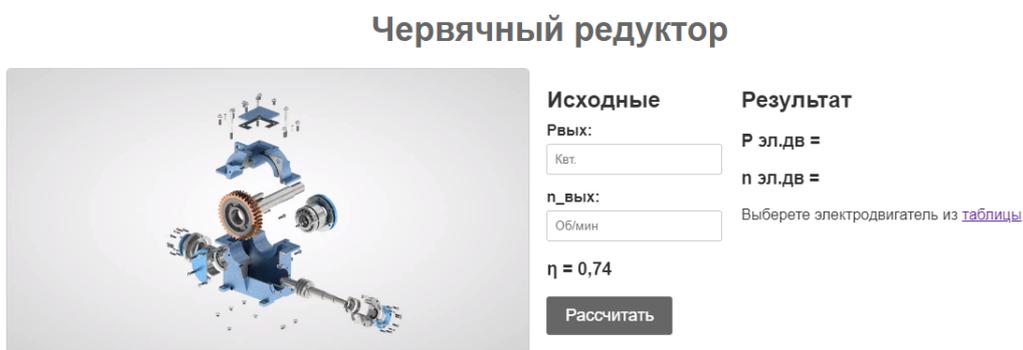


Рисунок 4-Параметры червячной передачи

Получить доступ к сайту можно через ссылку на страницу сайта <http://derbeko.atwebpages.com/> или отсканировав QR-код (рис. 5). После перехода на страницу сайта необходимо заполнить простую форму для регистрации в системе.



Рисунок 5 - QR-код для доступа к сайту

Размещённая на сайте цифровая лаборатория по деталям машин, позволяет изучить состав и конструкцию червячной передачи или любых других механизмов. При этом нет необходимости проводить разборку реального узла. В настоящее время в функционале цифровой лаборатории есть возможность проведения кинематического расчёта привода. Данная форма представления методического материала может быть использована студентами заочной формы обучения.

В дальнейшем сайт будет обновляться, в нем будут добавлены ещё другие стенды, добавлен методический материал, загружены трёхмерные модели деталей. Будет изменён интерфейс и навигация, улучшен и расширен функционал.

Список литературы

1. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие/ П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов: под ред. О. А. Ряховского - 13-е изд., испр. и доп. -Москва: Издательство МПУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – С 39-48,8-15.

2. Полюшкин Н.Г. Методы и средства измерений для проведения реверс-инжиниринга / Полюшкин Н.Г., Батрак А.П. Полюшкина М.П. // мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Том 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. –С. 151-156.

3. T-Flex CAD 17 | 3D моделирование, чертежи по ЕСКД, параметрическое проектирование, 3D печать [Электронный ресурс] / URL<https://tflexcad.ru/> (Дата Обращения 25.02.24).

4. Visual Studio: IDE и редактор кода для разработчиков и групп, работающих с программным обеспечением [Электронный ресурс] / URL <https://visualstudio.microsoft.com/ru/> (Дата обращения 25.02.24).

УДК 621.81

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ»

Золотарев Даниил Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
denzoloto009@gmail.com

Научный руководитель: Носкова Ольга Евгеньевна

кандидат педагогических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
krasolgadam.@yandex.ru

Научный руководитель: Полюшкин Николай Геннадьевич

кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nigenn@mail.ru

Аннотация: статья посвящена применению аддитивной технологии для изготовления учебных моделей. Показана актуальность использования моделей механизмов при изучении дисциплины «Теория машин и механизмов». Описана методика изготовления 3D-модели на примере кривошипно-шатунного механизма.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-модель, кривошипно-шатунный механизм, теория машин и механизмов

Ведущую роль в развитии агропромышленного комплекса играет сельскохозяйственное машиностроение. Современная сельскохозяйственная техника представляет собой сложную техническую систему, насыщенную множеством различных механизмов, для проектирования которых специалист должен обладать системными техническими знаниями, умениями и навыками [1]. В настоящее время создано и внедрено в производство огромное количество разнообразных механизмов и машин.

Для правильной, оптимальной организации механизированных сельскохозяйственных работ инженер-механик должен обладать глубокими теоретическими и практическими знаниями конструкций и теории рабочих процессов сельхозмашин, уметь самостоятельно настраивать машины на оптимальный режим работы с учётом различных внешних факторов, а при необходимости и

совершенствовать применяемые средства механизации [2]. Разобраться в структуре, кинематике и динамике всего этого многообразия механизмов позволяет дисциплина «Теория машин и механизмов».

При всём многообразии учебников, учебных пособий, видеоматериалов огромное значение при изучении структуры и кинематики механизмов имеет наличие их наглядных моделей [3, 4]. Зачастую при изучении даже простых механизмов у студентов возникают вопросы по принципу их работы: какие движения совершают звенья механизмов, что из себя представляет кинематическая пара и как определить её подвижность, что такое ход звеньев и т.д. Не всегда у преподавателей есть возможность наглядно продемонстрировать изучаемый механизм.

Для решения этой проблемы нами было предложено изготовить модели, изучаемые в теории машин и механизмов, при помощи аддитивной технологии – 3D-печати. В настоящее время данная технология находит всё большее применение в различных сферах деятельности человека, в том числе при производстве и ремонте сельскохозяйственной техники [5, 6], а так же для повышения эффективности учебного процесса, в частности в области визуализации учебного материала [5, 6]. Аддитивная технология основана на изготовлении трёхмерных изделий по их компьютерным 3D-моделям путем последовательного, послойного нанесения материала. Данная технология позволяет получать изделия различной сложности.

Начать изготовление моделей было решено с кривошипно-шатунного механизма. Выбор был обусловлен его широким применением в различных технических системах, в том числе в сельскохозяйственной технике: в механизмах с различными гидро- и пневмо-устройствами. Данный механизм входит в состав механизма поршневого двигателя, поршневого пресса, механизма привода ножа косилки и бывают двух типов:

- центральные или аксиальные, когда ось кривошипного вала совпадает с направляющей движения ползуна;
- смещенный или дезаксиальный, когда ось кривошипного вала смещена относительно направляющей движения ползуна.

В уборочных сельскохозяйственных машинах главным образом применяются механизмы второго типа.

Учитывая вариативность исполнения кривошипно-шатунного механизма, было принято решение сконструировать универсальную модель, позволяющую получать различные варианты исполнения указанного механизма. Под вариативностью мы подразумеваем не только возможность получения обоих типов кривошипно-шатунного механизма, а также возможность изменения линейных размеров кривошипа и шатуна. Такой подход позволяет наглядно на практике оценить влияние размеров звеньев на работоспособность механизма, а также на величину хода ползуна. Такая модель позволяет быстро и просто получить траектории движения различных точек механизма, определить направление вращения шатуна при плоскопараллельном движении, а значит и направление угловой скорости при различных положениях механизма.

Технология 3D-печати включает несколько последовательных операций:

1. 3D-моделирование изделия в CAD-системе (T-FLEX CAD, Solidworks, Autodesk 3ds MAX, КОМПАС-3D);
2. Экспорт 3D-модели в STL-файл (формат файла, для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных технологиях);
3. Выбор компьютерной программы (слайсер), подготавливающей для 3D-принтера цифровую модель объекта для печати.
4. Непосредственно печать изделия на 3D-принтере;
5. Финишная обработка полученного изделия по необходимости.

Построение 3D-модели кривошипно-шатунного механизма осуществлялась нами в российской системе автоматизированного проектирования T-FLEX CAD. Кривошип и шатун были смоделированы в виде стержней постоянного поперечного сечения (рис. 1).

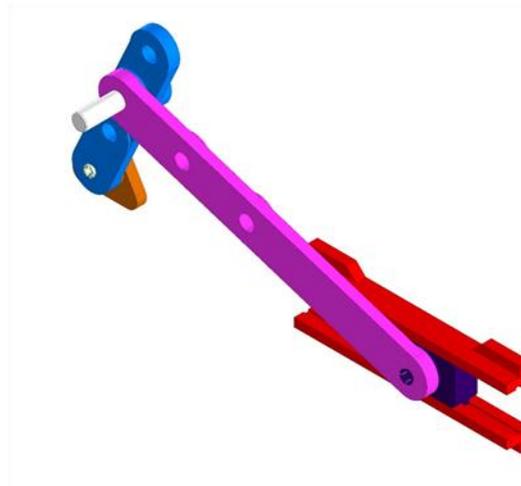


Рисунок 1 – 3D-модели деталей кривошипно-шатунного механизма

Для реализации возможности изменения длин подвижных звеньев, в стержнях (кривошипе и шатуне) были запроектированы ряд отверстий с определенным шагом. За счёт этих отверстий при сборке, соединяя кривошип и шатун, мы можем получать механизм с различными размерами подвижных звеньев. Изменение положения стоек механизма и фиксация их на стенде осуществляется при помощи магнитного соединения.

После получения 3D-моделей всех деталей кривошипно-шатунного механизма и экспортирования их в STL-файл осуществлялась подготовка к печати спроектированных деталей в программе UtiMaker Cura.

3D-печать деталей производилась по технологии FFF/FDM печати на принтере Anycubic Kobra plus (рис. 2). Перед печатью задавались параметры печати, такие как: тип материала; высота слоя; толщина стенки; толщина дна/крышки; плотность заполнения; скорость печати; характеристики перемещения; условия охлаждения; поддержки (при необходимости) и др.

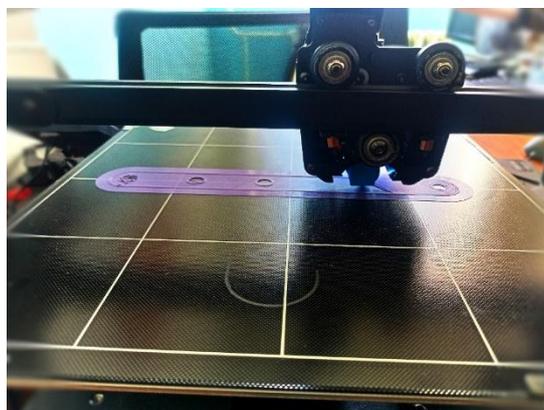


Рисунок 2 - Процесс 3D-печати шатуна

Таким образом, проделанная работа по изготовлению модели кривошипно-шатунного механизма способствовала развитию конструкторского инженерного мышления, навыков 3D-моделирования и 3D-печати. Полученную модель (рис. 3) планируется в дальнейшем активно использовать как наглядное пособие при изучении дисциплин «Теоретическая механика» и «Теория машин и механизмов», а полученный опыт по печати 3D-моделей использовать для изготовления более сложных механизмов.

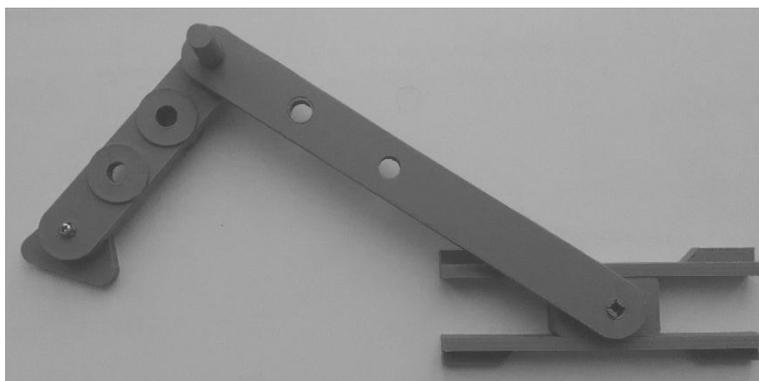


Рисунок 3 – Кривошипно-шатунный механизм

Список литературы

1. Астафьева, Е.А., Носкова, О.Е., Лыткина, С.И. Значение аддитивных технологий в организации образовательного процесса / Международная научно-методическая конференция, посвященная 300-летию Российской академии наук (Екатеринбург, 16–17 февраля 2023 г.). – Екатеринбург: Изд-во Уральского ГАУ. – 2023. – С. 9–10. 6
2. Егорова, О. В. Трехмерное компьютерное моделирование в преподавании дисциплины «Теория механизмов и машин» / Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 7(664), с. 79–86. 3
3. Маркин, О.Ю., Маркин, Ю.С. Инновационные учебные наглядные пособия по теоретической механике (раздел «кинематика») / Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2012. – №1(12). – С. 113–124. 4
4. Носкова, О. Е. Теория механизмов и машин: учебное пособие / О. Е. Носкова; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2020. – 205 с. 1
5. Полюшкин Н.Г. Методы и средства измерений для проведения реверс-инжиниринга / Полюшкин Н.Г., Батрак А.П. Полюшкина М.П. // мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Том 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. –С. 151-156. 7
6. Толочко, Н.К., Нукешев, С.О., Романюк, Н.Н., Мендалиева, С.И. Аддитивные технологии в производстве и ремонте машин: учебное пособие. – Нур-Султан: КАТУ им. С. Сейфуллина, 2022. – 184 с. 5
7. Трубилин, Е.Н., Абликов, В.А., Соломатина, Л.П., Лютый, А.Н. Машины для уборки сельскохозяйственных культур «конструкции, теория и расчет» / Учеб.пос. - 2 изд перераб. и дополн. – КГАУ. – Краснодар, 2009. – 216 с. 2

УДК 631.173

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

Зорькин Алексей Юрьевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
zazer-zorya@mail.ru

Научный руководитель: Журавлев Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Sergeig1961@mail.ru

Аннотация. В статье проведен аналитический обзор результатов работы различных научных коллективов и отдельных научных сотрудников в области реконструкции и совершенствования системы технического сервиса техники сельхозпроизводителей с учётом особенностей современного сельскохозяйственного производства, а также с учётом существующей экономической ситуации в Российской Федерации.

Ключевые слова: анализ, научные результаты, совершенствование, технический сервис, сельскохозяйственная техника.

В связи со сложившейся в настоящее время в мире и РФ политико-экономической ситуацией (с учетом санкционного давления) большинству сельскохозяйственных предприятий агропромышленного комплекса России закупать сельскохозяйственную технику иностранного производства (при отсутствии гарантийного сопровождения господдержки) становится невыгодно и нерентабельно, а также невозможно в результате действия жестких санкций, если не считать сельскохозяйственные машины производства Республики Беларусь и КНР. Таким предприятиям в первую очередь нужна недорогая отечественная техника, более приспособленная к обслуживанию, восстановлению и ремонту с обеспечением запасными частями своими средствами обслуживания и ремонта.

Отвечающая современным требованиям система организации технического сервиса (ТС) машин и оборудования сельхозпроизводителей должна обеспечивать максимальную их надежность в течение срока эксплуатации. Структурные единицы системы ТС должны иметь базирование, максимально приближенное к потребителю услуг. Выполнение этих условий может повлиять на повышение работоспособности сельскохозяйственной техники и тем самым снизить нормативную потребность в машинах и оборудовании для предприятий АПК в 1,4–1,6 раза, за счет этого могут снизиться затраты на содержание машинно-тракторного парка и повысится эффективность выполнения механизированных, производственных процессов. Улучшение вышеуказанных факторов приводит, как правило, к снижению себестоимости и увеличению объема произведенной предприятиями сельскохозяйственной продукции [1].

В рамках означенной выше проблемы в последнее время ряд научных сотрудников и научных коллективов в целом публикуют результаты работы по решению проблемы реорганизации современной системы ТС сельскохозяйственной техники за счет внедрения дилерской системы её обслуживания и ремонта, работающей на основе использования технологий и оборудования для качественного проведения операций по техническому обслуживанию и ремонту машин [3].

Весьма актуальны исследования по изучению всех этапов производственной и технической эксплуатации техники сельхозпроизводителей, ознакомление с результатами организации работы сервисных служб по поддержанию и восстановлению работоспособного состояния машин АПК за рубежом и в России. Также актуальны исследования в области установления текущего работоспособного состояния сельскохозяйственной техники, оценка производственных мощностей базы ТС АПК России в современных условиях. Представляют интерес перспективы совершенствования структуры ТС на основе возложения на заводы-производители ответственности за качественное выполнение ремонтно-обслуживающих работ в течение всего периода эксплуатации машин [2].

Рассматриваются следующие современные формы организации технического сервиса сельскохозяйственной техники:

- обслуживание и ремонт силами и средствами предприятия технического сервиса;
- обслуживание и ремонт представителем (дилером) завода-производителя машин и оборудования;
- обслуживание и ремонт силами и средствами самого предприятия АПК;
- обслуживание и ремонт совместно с предприятием технического сервиса;
- обслуживание и ремонт совместно с представителем завода-производителя машин и оборудования.

Перечисленные формы организации ТС должны учитывать возможность или необходимость использования трех известных стратегий осуществления технического сервиса [2]:

- по потребности после возникновения отказа;
- планово-предупредительная система с планированием ТС по наработке и по объемам работ по обслуживанию и ремонту;
- выполнение ремонтно-обслуживающих работ по результатам ресурсного диагностирования и оценки реального технического состояния машины.

В основе решения проблемы глобального повышения качества производства техники и её дальнейшего эффективного использования потребителями рассматривается создание новых, модернизация действующих заводов-производителей машин АПК с более глубоким внедрением различных форм фирменного технического сервиса выпускаемой техники.

Правительство РФ с учётом мировых тенденций в решении означенной проблемы начало работы по созданию методик и регламентирующих положений для использования рекомендаций в области взаимоотношений производителей продукции и её потребителей [2].

Коммерческая стоимость техники должна устанавливаться с учётом таких параметров, как периодичность предусмотренных планово - предупредительной системой различных видов ТО и средние значения наработок на отказы различной сложности. От этих характеристик процесса технической эксплуатации машин зависит объём поступления заявок на услуги служб технического сервиса в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации отдельных машин и машинно-тракторного парка в целом. Для отладки взаимоотношений заводов - производителей, предприятий технического сервиса и потребителей техники в производственно - рыночных условиях их функционирования государство должно взять на себя обязанность регулятора юридической и экономической составляющей этого процесса [2].

Опираясь на вышесказанное, можно утверждать, что реновация структуры современного технического сервиса машин и оборудования сельхозпроизводителей должна опираться на восстановление инженерно-технических служб в сфере ТС. Мероприятия по созданию современной, эффективной системы техсервиса включают в себя [3]:

- модернизацию, воссоздание ремонтно-обслуживающей базы крупных предприятий АПК, специализированных РТП, производство и оснащение этих структур ТС необходимым технологическим оборудованием, подготовку кадрового состава специалистов по техническому сервису современной сельскохозяйственной техники;

- дальнейшее совершенствование системы фирменного технического сервиса российской, белорусской и прочей техники предприятий АПК, поставляемой дружественными странами;

- разработка и внедрение современной, отлаженной организации технического сервиса на основе применения планово-предупредительной и других эффективных стратегий ТО и ремонта;

- внедрение эффективных рычагов экономической мотивации процесса совершенствования системы ТС с применением стимулирующих оценочных показателей деятельности ИТС, зависящих от уровня работоспособности МТП предприятий.

Процесс воссоздания эффективной системы технического сервиса в АПК, как уже говорилось выше, должен сопровождаться развитием и внедрением информационно-консультативной системы, возвращением специалитета при подготовке квалифицированных ИТС, владеющих технологиями ТО, ремонта и компьютерной, электронной диагностики технического состояния машин. Необходимо вернуть максимальное контактирование предприятий и предпринимателей в сфере АПК с ВУЗами и другими образовательными организациями, осуществляющими подготовку таких специалистов. Работающие в системе современного технического сервиса высокопрофессиональные сотрудники ремонтно – обслуживающих предприятий должны обладать не только традиционными знаниями устройства и навыками производственной и технической эксплуатации сельскохозяйственной техники, но и уметь широко использовать компьютеризированное оборудование для диагностирования электронных систем современной техники, должны иметь возможность и навыки применения технологий точного земледелия с использованием систем спутникового сопровождения [3].

Основой деятельности дилеров является выполнение профилактических работ по гарантийному и послегарантийному обслуживанию. Выполнение ремонтных работ составляет меньший объём, — это, прежде всего, работы по устранению возникших в гарантийный и постгарантийный периоды отказов техники и оборудования, которые потребители приобрели в самом дилерском центре или в сторонних торговых организациях.

Для проведения полнокомплектного ремонта сложной техники дилерские центры не оснащены необходимым технологическим оборудованием. Кроме того, стоимость услуг по ремонту машин весьма высока, поэтому сельхозпредприятия проблему ремонта своей техники (особенно перед напряженным периодом сельхозработ) решают самостоятельно при наличии собственной ремонтно-обслуживающей базы.

Номенклатура услуг, оказываемых этими дилерами, определяется требованиями и политикой заводов-изготовителей в области партнёрских отношений с самими дилерскими предприятиями и с потребителями при поставках на договорной основе техники и оборудования с последующим гарантийным и послегарантийным сервисным сопровождением поставляемой продукции [1].

Выводы. 1) Необходима более интенсивная модернизация структуры ремонтно-обслуживающей базы АПК с учетом коммерческих интересов и финансовых возможностей всех заинтересованных сторон.

2) Определение оптимального количества, установление более эффективной структуры дилеров, представляющих интересы заводов-изготовителей, а также ремонтно-обслуживающих предприятий с прочими формами хозяйствования с разработкой рационального перечня услуг для потребителей машин.

Список литературы

1. Журавлев С.Ю. Современная концепция организации технического сервиса машин в АПК/ С.Ю. Журавлев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2021.- № 3 (89).2021. С. 119-125.

2. Журавлев С.Ю. Краткий обзор существующих и новых подходов к техническому сервису сельскохозяйственной техники/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 5 (223), 2023. С. 91-98.

3. Журавлев С.Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения/ С.Ю. Журавлев// Вестник Алтайского государственного аграрного университета №7 (213), 2022.- С. 116-122.

УДК 631.171

РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛУЩЕНИЯ И ДИСКОВАНИЯ ПОЧВЫ

Истомин Данил Игоревич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
danillistomin0_0@mail.ru

Научный руководитель: Васильев Александр Александрович

кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vilkas57@mail.ru

Аннотация. В статье приведена разработка операционной технологии лушения и дискования для машин и агрегатов, используемых в Красноярском крае.

Ключевые слова: лушение, дискование, дисковая борона, лушительник, трактор, технология, почва, орудие, поле.

Исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в ходе выполнения научных исследований в интересах НОЦ «Енисейская Сибирь» по проекту «Разработка энергоэффективного многофункционального почвообрабатывающего орудия, адаптированного для условий Красноярского края»

Основная цель процесса лушения почвы заключается в нескольких аспектах. Во-первых, это служит для покрытия остатков урожая, сокращения сорной растительности и стимулирования прорастания семян сорняков, что впоследствии позволяет уничтожить их при вспашке. Во-вторых, рыхление верхнего слоя почвы помогает уменьшить испарение влаги и улучшить впитывание атмосферных осадков. Кроме того, это также способствует улучшению качества разрушения почвенного слоя и снижению тягового усилия плуга на 35% во время последующей вспашки. Процесс лушения выполняется с использованием машинно-тракторных агрегатов в соответствии с операционной технологией. Вся механизированная работа включает в себя следующие этапы: агротехнические требования, комплектация агрегатов, подготовка агрегатов к работе, подготовка поля, работа агрегатов в загоне, контроль и оценка качества работы. В дальнейшем будет рассмотрено содержание каждого из этих этапов для процесса лушения почвы.

Агротехнические требования

1. После сбора зерна комбайнами, необходимо сразу же провести лушение, если производится одновременная уборка. Если производится раздельная уборка, то лушение проводится одновременно со скашиванием валков, а после сбора валков - по местам, где они остались.

2. В зависимости от типа предшественника, состояния почвы и уровня засоренности поля, применяют различные инструменты. Если поле преимущественно засорено однолетними сорняками, то лушение зерновых колосовых культур проводят дисковыми инструментами. Если преобладают корнеотпрысковые сорняки, то используют лемешные лушительники

3. Глубина лушения дисковыми инструментами и боронами должна быть в пределах 5...10 см, а лемешными - 10...48 см

4. Свальные гребни и развальные борозды, возникающие при использовании дисковых инструментов, не должны превышать глубины обработки. После использования лемешных лушительников, свальные гребни и развальные борозды должны быть устранены и выровнены.

5. После прохождения дисковых борон по полю, необходимо сохранить не менее 40% остатка почвы, а после прохождения дисковых лушительников – не менее 55%.

6. Лушительные агрегаты перемещаются вдоль длинных сторон поля, а при наличии копен – между рядами перпендикулярно направлению движения сельскохозяйственных агрегатов. Агрегаты с дисковыми боронами могут быть установлены под определенным углом или перпендикулярно пахоте.

7. При использовании лемешных лушительников ПЛ-5-25 допустимые скорости движения составляют до 2,2 м/с (8 км/ч), для ППЛ-10-25 – до 1,7 м/с (6 км/ч), а для дисковых борон – до 2,8 м/с (10 км/ч) [3].

Комплектование агрегатов

Широкозахватные лушительные агрегаты рекомендуется применять на больших участках, в то время как для малых участков более целесообразно использовать навесные агрегаты с меньшим захватом.

Таблица 1 - Составы агрегатов для лушения и дискования

Орудие:	Трактор:
Лемешный лушительник ППЛ-5-25	Беларус 82.1
То же ППЛ-10-25 (2ППЛ-5-25)	Беларус 1221
Дисковый лушительник ЛДГ-20АМ,	К-744Р2
То же ЛДГ-15 (ЛД-15)	К-744Р1, К-424
То же ЛДГ-10 (ЛД-10)	Беларус 1523, ДТ-75М
То же ЛДГ-5 (ЛД-5)	Беларус всех модификаций
Борона дисковая БДМ-9х3 ПК	К-744Р4
То же тяжелая БДМ-7х3 ПК	Versatile (RSM) 2375
То же БДН-3	Беларус 1221

Подготовка агрегатов к работе

Настройка и регулировка сельскохозяйственных орудий проводится на специальных площадках.

Лемешные лушительники. 1. Необходимо проверить крепления, состояние лемехов, отвалов и полевых досок, а также смазать подшипниковые узлы. Требования к подготовке лемешных лушительников идентичны требованиям к подготовке плугов.

2. Вместо обычного прицепа, в отверстия вилок понизителей переднего орудия, ставят удлиненную поперечину с двумя раскосами при составлении сцепы из двух лушительников. Эта поперечина соединяется тягой с брусом, который, в свою очередь, крепится к грядиле последнего корпуса переднего лушительника.

3. Задний лушительник устанавливают так, чтобы его переднее бороздное колесо шло по следу заднего колеса первого лушительника. Лушительники с лемешными бороздами устанавливают на заданную глубину обработки аналогично тракторным плугам.

Дисковые орудия. 4. Проверяют комплектность и исправность всех механизмов и узлов дисковых орудий. Особое внимание уделяется затяжке гаек батарей и наличию чистиков. Подтягивают крепления узлов, регулируют положение скребков, смазывают трением детали и устанавливают необходимый угол атаки дисковых батарей. Раму выравнивают в горизонтальной

плоскости таким образом, чтобы диски передних и задних батарей контактировали с регулировочной площадкой.

5. Для достижения оптимального давления в шинах опорных колес дисковых борон и луцильников рекомендуется установить значение в диапазоне от 0,17 до 0,2 МПа (1,7 до 2 атм) для первых и от 0,25 до 0,26 МПа (2,5 до 2,6 атм) для вторых.

6. Для изменения угла атаки агрегатов используйте технику, которая позволяет изменить длину тяги с помощью фиксации их в маркированных отверстиях с использованием перекидных упоров. Если необходимо укоротить тяги или сместить брусья секций вперед, толкайте луцильник трактором назад. Если необходимо удлинить тяги или сместить брусья секций назад, перемещайте их вперед.

Подготовка поля

1. Перед началом работы рекомендуется очистить поля от копен и остатков соломы. В случае использования дисковых борон на полях больших размеров, допускается лушение стерни при наличии копен, расположенных прямыми рядами, с последующей обработкой нелущеных полос.

2. Выбор способа движения агрегатов с дисковыми боронами должен основываться на состоянии полей и требованиях агротехники. Основным способом движения является челночный, при котором ширина поворотной полосы приведена в таблице 2. Также можно использовать диагональный и диагонально-перекрестный способы.

Таблица 2 - Ширина поворотной полосы (количество рабочих проходов) луцильных агрегатов при челночном способе движения

Трактор	ЛД-20	ЛДГ-15	ЛДГ-10, БДМ-9х3 ПК	ЛДГ-5,	БДМ-7х3 ПК	БДН-3
К-744Р1-Р4, RSM 2375	41(2)	42(3)	38(4)	-	26(4)	-
К-424	-	42(3)	38(4)	-	26(4)	18,6
Беларус 1523, ДГ- 75М	-	42(3)	38(3)	-	26(4)	21,7
Беларус 1221	-	-	29(3)	-	-	18,6
Беларус 82.1	-	-	-	17,4	-	11,4

3. Чтобы эффективно использовать агрегаты с лемешными луцильниками на полях с длинными гонами, применяется петлевой метод движения с чередованием загонов.

4. На полях с гонами, которые составляют менее 40-50 рабочих захватов агрегата, или на полях с неправильной конфигурацией, допускается использование дисковых агрегатов с методом движения вокруг.

5. На малых участках с гонами длиной до 500 м наиболее эффективен комбинированный метод движения без петель.

6. Для работы лемешных агрегатов поля разбивают на загоны так же, как при подготовке поля для пахоты - в развал, ввал. Контрольные линии намечаются для отметки поворотных полос и линий первого прохода.

7. Для работы дисковых агрегатов не требуется особой разметки поля, за исключением границ поворотных полос, которые отмечаются проходом луцильного агрегата.

Работа агрегатов на загоне

1. Агрегат размещают на поворотной полосе, выбирают оптимальный скоростной режим, исходя из лучшей загрузки двигателя и с учетом разрешенных агротехнических скоростей движения.

2. Для регулировки лемешных луцильных агрегатов на загоне используют аналогичные методы, как и для пахотных агрегатов.

3. Для обеспечения равномерной глубины хода каждой дисковой батареи у дисковых луцильников перемещают рамку вверх или вниз. Чтобы увеличить глубину обработки, опускают раму дисковой батареи, а чтобы уменьшить - поднимают. Если это недостаточно, то меняют сжатие пружины нажимных штанг.

4. Для обеспечения равномерной глубины хода дисковых борон устанавливают раму орудия в горизонтальное положение. У прицепных борон регулировка осуществляется изменением положения прицепа по высоте, а у навесных - изменением длины тяг механизма навески.

5. После регулировки отдельных секций для обеспечения равномерной глубины хода уточняют общую глубину обработки путем изменения угла атаки.

6. Для гидрофицированных луцильников, чтобы увеличить глубину обработки, можно поднять колеса с помощью гидравлики трактора (установив рычаг распределителя в положение "Опускание"). А для негидрофицированных луцильников и борон, чтобы увеличить глубину обработки, можно добавить балластный груз в ящики.

7. После завершения настройки, важно уточнить скоростной режим движения. В процессе работы необходимо следить за прямолинейностью движения.

8. Когда лемешный луцильник проходит последним корпусом контрольную борозду, его следует выглубить. А когда передний корпус приближается к контрольной борозде, его следует заглубить.

9. В конце гона дисковые орудия переводятся в транспортное положение, а включаются в работу, когда передние рабочие органы подходят к контрольной линии.

Контроль и оценка качества работы

Показатели контроля и оценки качества обработки почвы с использованием лемешных луцильников и пахотных агрегатов одинаковы, в то время как для дисковых агрегатов используются три основных показателя (Таблица 3).

Таблица 3 - Оценка качества обработки почвы дисковыми агрегатами

Показатель	Градация нормативов	Балл	Метод определения
Отклонения средней фактической глубины обработки от заданной, см	Не более 1	3	Измерить в 10 местах по диагонали участка. Полученное среднее значение уменьшить на величину вспушенности почвы (20%)
	Не более 2	2	
	Более 2	1	
Неподрезанные сорняки	Отсутствуют	3	Визуально. При необходимости в 3...5 местах по диагонали участка наложить метровую рамку и посчитать неподрезанные сорняки
	Имеются	1	
Выровненность поверхности, %	Не более 3	3	Визуально. При необходимости в 3...5 местах участка поперек обработки замерить длину профиля шнуром 10 м, соединенным с двухметровой лентой
	Не более 5	2	
	Более 5	1	

Независимо от количества набранных баллов, работа будет признана неудовлетворительной (частичным браком), если будут нарушены агротехнические требования хотя бы по одному из трех основных показателей.

Соблюдение всех требований и правил операционной технологии позволит выполнить лущение и дискование почвы с высоким качеством и производительностью.

Список литературы

1. Земледелие/ Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин и др.; под ред. А.И. Пупонина. - М.:Колос, 2000. - 552 с.: ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. К.С. Орманджи. – М. Правила производства механизированных работ в полеводстве.: Россельхозиздат, 1983.
3. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. - М.: КолосС, 2003. - 624 с.: ил. - (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ И ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ В «УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ «МИНДЕРЛИНСКОЕ»

Карабухин Дмитрий Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
mr.demon132666@gmail.com

Научный руководитель: Семёнов Александр Викторович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
semenov02101960@gmail.com

Аннотация. В настоящее время, несмотря на развитие технологий, в мире наиболее остро стоит вопрос в обеспечении граждан продуктами питания как растительного, так и животного происхождения. Решение этой задачи возлагается в первую очередь на агропромышленный комплекс, который требует постоянной актуализации и совершенствования технологий заготовки первичного продукта, его обработки, хранения. В данной статье проведен анализ технологий заготовки сенажа и силоса, определен коэффициент использования рабочей смены, даны рекомендации производству.

Ключевые слова: сенаж, силос, заготовка кормов, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственное производство.

Период уборочных работ всегда требует от руководителей предприятий особого внимания к организации труда, и, если процесс уборки хлебной массы сопровождается строгим соблюдением всей технологии, то заготовка кормов для сельскохозяйственных животных проходит с меньшим контролем. Такой подход провоцирует нарушение технологии заготовки сочных кормов, что ведет к снижению кормовой ценности таких кормов, риску заражения сельскохозяйственных животных инфекциями пищеварительной системы, что в конечном итоге значительно снижает темпы производства продукции животного происхождения и повышает издержки на содержание животноводческого комплекса [8,10].

Цель: анализ научно-обоснованной технологии заготовки сочных кормов и ее соответствие процессу заготовки кормов в ООО «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское»

Задачи: проанализировать перечень технологических операций по заготовке кормов в ООО «Учебно-опытное хозяйство «Миндерлинское» и предоставить рекомендации по оптимизации процесса.

Методы научного исследования: анализ научной и учебной литературы по тематике исследования.

Основными кормами для сельскохозяйственных животных являются сенаж и силос. Сенаж – один из видов сочных кормов для крупнорогатого скота, который представляет из себя скошенный травостой, провяленный до влажности 50 — 55 % и законсервированный в траншее при герметичных условиях [11]. Для заготовки сенажа в данном хозяйстве используется зерновая смесь из гороха, ячменя, овса и пшеницы.

Скашивание травостоя и укладка его в валки осуществляется косилкой ЖВП «Мария» 7.1 в агрегате с трактором МТЗ 82.1, далее подбор валков, измельчение и погрузка в транспортные средства происходит с помощью кормоуборочного комбайна ДОН 680М. Транспортирует зеленую массу к сенажной траншее грузовой автомобиль КамАЗ 45143, а уплотняет ее трактор К701. После заполнения траншеи в целях изоляции измельченной зеленой массы от контакта с воздухом она герметизируется полиэтиленовой пленкой. Время заполнения траншеи и влажность зеленой массы не контролируется.

Другим кормом, который применяется для скармливания сельскохозяйственным животным является силос. Силос - один из видов сочных кормов для крупнорогатого скота, приготовленный путем заквашивания сырья в ходе подкисления его молочной кислотой, которая выделяется в естественных условиях в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. Для приготовления силоса в учхозе используется кукуруза. Початки кукурузы в момент скашивания находятся в фазе молочно-восковой спелости. Для скашивания, измельчения и погрузки в транспортные средства также используется кормоуборочный комбайн ДОН 680М.

Погрузка сочных кормов для перевозки их к животноводческим фермам выполняется погрузчиком ПФ-0,8, а транспортировка и раздача в кормушки осуществляется раздатчиком КТП-10У «Иван».

В качестве концентрированных кормов в учхозе используется дробленая пшеница. Дробление зерна осуществляется на дробилке ДБ-5. Раздача в кормушки производится вручную из вёдер. Смешивание кормов в хозяйстве не практикуется.

В ходе заготовки силоса были собраны хронометражные данные, благодаря которым был вычислен коэффициент использования рабочей смены по формуле 1.

$$\tau = T_{\text{рабочее}} / T_{\text{смены}} \quad (1)$$

где расчет времени смены проводится по формуле 2

$$T_{\text{смены}} = T_{\text{рабочее}} + T_{\text{хх}} + T_{\text{подг.}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{регул.}} + T_{\text{то}} \quad (2)$$

где: $T_{\text{хх}}$ -холостые проезды, развороты, переезды с поля на поле и т.д., часов;

$T_{\text{обсл.}}$ – время на технологическое обслуживание: заправка семенных ящиков сажалок, выгрузка зерна зерноуборочных комбайнов, часов;

$T_{\text{регул.}}$ - время на устранение нарушений технологических процессов: забивание рабочих органов, нарушение регулировок, часов;

$T_{\text{то}}$ – устранение поломок, часов;

$T_{\text{подг.}}$ – Подготовительно-заключительное время, включающее медосмотр сотрудников, получение путевого листа, ежесменное ТО, внешний осмотр МТА, часов.

По усредненным значениям всех параметров коэффициент использования смены составляет 0,6. Такой результат связан в первую очередь с недостатком транспортных средств, что увеличивало время простоя.

В целях повышения качества заготавливаемого корма была разработана следующая схема (Рисунок1).

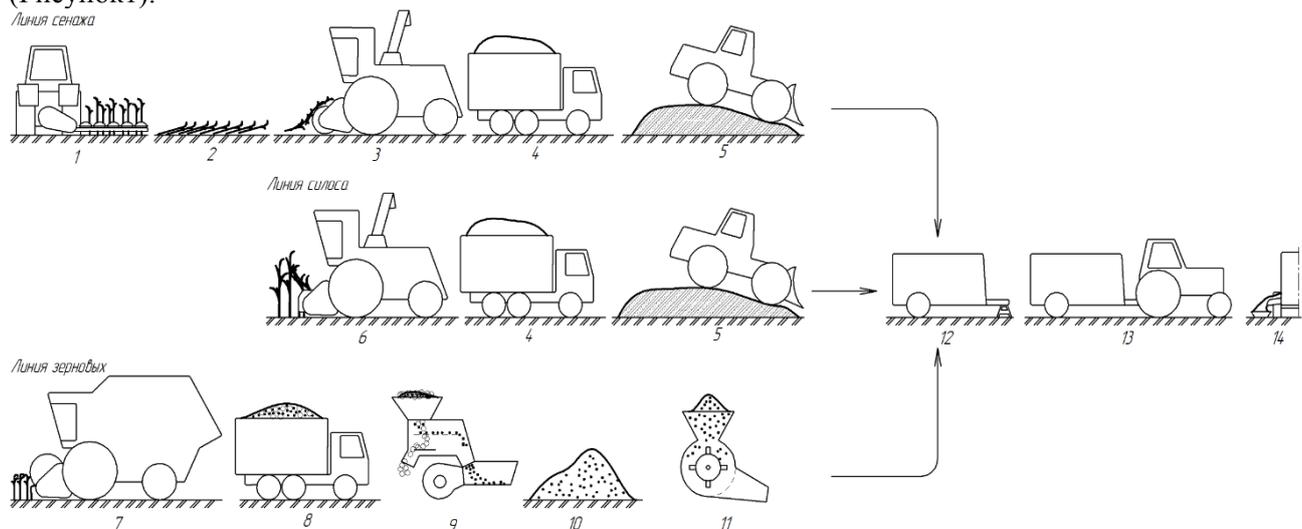


Рисунок 1 – Научно обоснованная технологическая схема подготовки кормов к скармливанию

1-скашивание травостоя; 2-провяливание; 3-подборка, измельчение и погрузка в транспортное средство; 4-транспортировка к траншее; 5-уплотнение зеленой массы; 6-скашивание, измельчение, погрузка в транспортное средство; 7-уборка хлебной массы; 8-транспортировка зерна; 9-сушка и очистка зерна; 10-хранение; 11-измельчение зерна; 12-загрузка в раздатчик-смеситель; 13-транспортировка к ферме; 14-раздача корма животным;

При подготовке кормов для молодняка рекомендуется добавлять в кормосмесь экструдированное или пророщенное зерно. Такой корм позволит быстрее сформировать иммунитет животного, избежать инфекционных заболеваний пищеварительной системы [2,3,4,5,6,9,12].

Выводы

1. Во время заготовки кормов необходимо периодически проводить контроль их влажности [7].
2. Необходимо осуществлять контроль температуры в силосной и сенажной траншеях во время их заполнения.
3. Заполнение одной траншеи более трех суток не допускается.

4. Перед скармливанием рекомендуется смешивать силос, сенаж и концентрированные корма с помощью раздатчика-смесителя [1].
5. Применять экструдированные или пророщенные зерна перед внесением в кормосмесь для кормления молодняка.
6. Для повышения производительности труда по необходимости оптимизировать количество транспортных средств при заготовке кормов.

Список литературы:

1. Долбаненко, В. М. Машины и оборудование в животноводстве: учебное пособие / В. М. Долбаненко. — Красноярск: КрасГАУ, 2017. — 186 с.
2. Карабухин Д. В. Анализ видов производства экструдированных кормов / Д. В. Карабухин, Р. С. Погребнов // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2022. – С. 342-345.
3. Матюшев В.В. Использование экструдатов в кормовых и пищевых технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина, А.А. Беляков //Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2021. – С. 10-13.
4. Матюшев В.В. Производство комбинированных кормов с предварительным проращиванием одного из компонентов смеси. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2020. – С. 367-369.
5. Матюшев В.В. Использование пророщенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях. / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина //Вестник КрасГАУ. – 2020. -№ 11.– С. 184-189.
6. Матюшев В.В. Повышение эффективности технологии получения экструдатов путем совершенствования оборудования для проращивания зерна / В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, И.А. Чалпыгина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. -№610(228). - С. 93-97
7. Производство комбикормов в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств: монография / И.Н. Краснов, В.М. Филин, А.Н. Глобин, Е.А. Ладыгин. – ФГБОУВПО АЧГАА - Черноград, 2014. – 228 с.
8. Полева Т.А. Нормированное кормление крупного рогатого скота: учеб. пособие/ Т.А. Полева; Красн. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. –220 с.
9. Погребнов Р. С. Производство экструдированных кормовых смесей на основе зерна и компонентов животного происхождения / Р. С. Погребнов, Д. В. Карабухин // Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2022. – С. 360-362.
10. Рядчиков В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В.Г. Рядчиков – КубГАУ - Краснодар, 2012. - 332 с.
11. Сечин, В. А. Состав, питательность и переваримость кормов: справочное пособие / В. А. Сечин. — 2-е издание, переработанное и дополненное. — Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2017. — 92 с.
12. Семёнов А.В. Производство поликомпонентных экструдатов на экспериментальном оборудовании. / А.В.Семёнов, И.А. Чалпыгина, В.В. Матюшев // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2019. –С. 77-79.

ESG-ПОЛИТИКА КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

Катаев Андрей Васильевич, студент

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Россия
efmalykha@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Малыха Екатерина Фёдоровна

кандидат экономических наук, доцент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Россия
efmalykha@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние концепции экологических, социальных и управленческих факторов (ESG) и их значение для развития и применения «зеленых» технологий. На сегодняшний день «зеленые» технологии проникли практически во все сферы нашей жизни, что создает определенное число опасностей для существующих экосистем. Зеленые технологии, способствуют снижению негативного воздействия человека на окружающую среду, а придерживание ESG-принципов, будет способствовать поддержанию устойчивого развития Земли, обеспечивая будущим поколениям успешные методы сельхозпроизводства для дальнейшего использования.

Ключевые слова. социальная ответственность бизнеса, устойчивое развитие, ESG-принципы, зеленые технологии, государственная поддержка.

Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 г. № 666 [2] в целях реализации Парижского соглашения от 12 декабря 2015 г. постановил обеспечить сокращение выброса парниковых газов к 2030 г. до 70% относительно уровня 1990 г., разработать Стратегию социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выброса парниковых газов до 2050 г., обеспечить создание условий по сокращению, предотвращению выбросов парниковых газов, а также по их поглощению.

В сочетании с последствиями усугубляющегося климатического кризиса, новых конфликтов и новых угроз продовольственной и энергетической безопасности во всем мире происходит замедление глобального прогресса в достижении Целей устойчивого развития (ЦУР), реализация которых была намечена на 2030 год.

Многие страны были вынуждены под гнетом обстоятельств переосмыслить свою политику и сконцентрировать свои усилия на новых вызовах, отложив повестку устойчивого развития на неопределенный срок. Однако исследование китайских ученых показывает, что именно сосредоточение усилий на ESG-политике может стать новым драйвером для экономики [4].

Современный этап развития экономики принято относить к техногенному типу. Одной из его характеристик является то, что сегодня, как никогда ранее, в истории в производственном и торговом процессе задействовано большое количество современных технологий.

Если рассматривать это явление с положительной точки зрения, то оно привело к тектоническим изменениям на рынке труда, в логистических цепочках. Товары стало легче производить и легче распространять. Многие сложные производства автоматизировались, сократив использование ручного труда.

Инновации, обусловленные новыми технологиями, изменили потребительские предпочтения, перекроив международный рынок почти полностью.

Крупный бизнес начал осознавать свою причастность или корпоративную социальную ответственность еще в прошлом веке. Однако в глобальный тренд это вылилось десять лет назад. Для компаний инвестирование в устойчивое развитие долгое время считалось преимущественно имиджевой составляющей, доступной немногим.

Что скрывается за аббревиатурой ESG? Каждая из букв означает вектор для компании, в направлении которого она пытается прикладывать управленческие усилия для достижения целей устойчивого развития [3].

Е (environmental) – защита окружающей среды. Этот вектор определяет усилия компании в сфере экологии, а также способы минимизировать ущерб, приносимые окружающей среде (например, вредоносные выбросы, углеродный след, вырубка лесов).

За буквой S (social) стоит социальная ответственность. Это внутренняя политика компании, направленная на совершенствование трудовых условий внутри организации, на отношение с поставщиками и подрядчиками.

G (governance) – означает корпоративное управление. Этот критерий регулирует открытость компании при взаимодействии акционеров и менеджмента компании, предоставление документации, прозрачность отчетности.

Сельское хозяйство играет большую роль в формировании углеродного следа. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН [2], животноводческий сектор – один из крупнейших источников антропогенных выбросов парниковых газов.

На сегодняшний день одним из самых активных источников выбросов парниковых газов является использование минеральных удобрений, а также техники, используемой для обработки полей. Не стоит забывать и о транспортировке, во время которой также выбрасывается большой объем парниковых газов.

Еще одним эмитентом парниковых газов в сельскохозяйственных фермах является использование машин. Если учитывать использование машин и технологий в широком смысле этого слова, то стоит приводить данные не только эксплуатации, но и всех периодов жизни техники, включая ее создание и утилизацию. Следовательно, чем больше техники, тем больше углеродного следа. По данным Nations Encyclopedia, в 2007 г. (более поздние данные отсутствуют) в России на 100 кв. Км использовалось 33,4 тракторов, в Польше – 1244, в Чехии – 276,43, а в Украине – 103, 86. Исходя из данных Росстата за 2020 год, на той же площади в России сейчас работает примерно 30 тракторов [3]. Очевидно, что низкое количество техники, которая используется для обработки полей, негативно сказывается на эффективности всей отрасли, однако положительно сказывается на величине углеродного следа российских предприятий.

Восстановление после пандемии Covid-19 идет полным ходом, но оно идет неравномерно, склонно к обратным действиям и относительно углеродоемко. Однако многие страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны продолжают сталкиваться с рисками из-за высоких показателей роста задолженности.

Мировой спрос на энергию в 2022 году должен восстановить все позиции, утраченные в 2020-2021 году из-за пандемии (Рисунок 1).

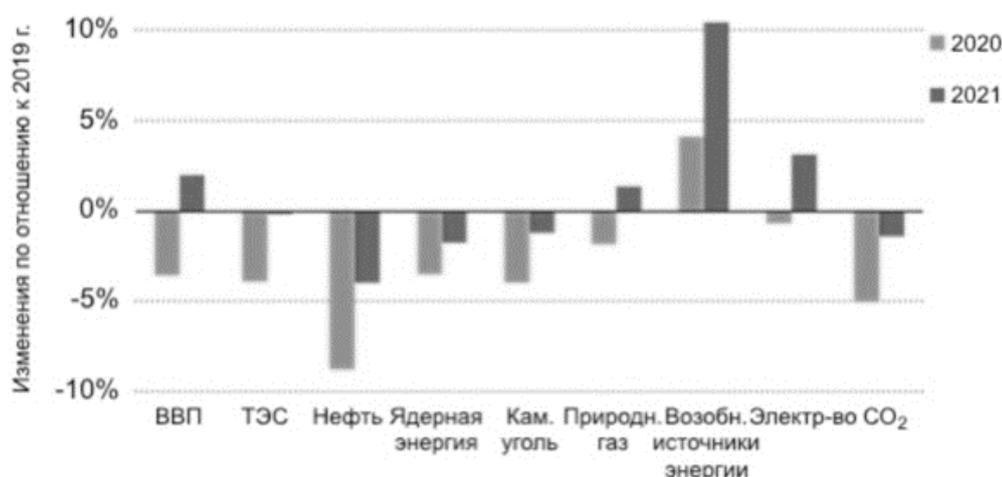


Рисунок 1 – Изменение ключевых глобальных показателей спроса на энергию в мире, 2020 и 2021 годы

Примечание: составлено автором

Результатирующий рост спроса на все виды топлива и технологий привел к резкому росту цен на газ, уголь и электроэнергию. Это снижает показатели новых структурных изменений, таких как продолжающийся быстрый рост возобновляемых источников энергии и электромобилей.

Основным нормативным сценарием является сценарий нулевых чистых выбросов к 2050 году, который намечает узкий, но достижимый путь к стабилизации средних глобальных температур на 1,5°C [4]. Также есть 2 исследовательских сценария. Сценарий объявленных обязательств предполагает, что все объявленные сегодня обязательства в области климата – включая чистые

нулевые обязательства – отнесутся к энергетическому сектору, если они будут выполнены полностью и в срок. Сценарий заявленной политики не считает выполнение этих обещаний полностью само собой разумеющимся, а более детально рассматривает существующие политики и меры, а также меры, которые находятся в стадии разработки, и оценивает их ведущие позиции в энергетическом секторе.

Цены на большинство мировых сырьевых товаров выросли в 2021 году по мере роста экономической активности, что подчеркивает, что доступность энергии по-прежнему является серьезной проблемой для домашних хозяйств, предприятий и политиков. Хотя на данный момент мы не ожидаем длительного роста цен на все сырьевые товары, инвестиционный дисбаланс вполне может предвещать период большей нестабильности. Рост цен на топливо привел к резкому увеличению оценочной стоимости глобальных субсидий на потребление ископаемого топлива до 440 млрд долларов США в 2021 году [2].

Падение затрат на ключевые экологически чистые энергетические технологии открывает огромную возможность для всех стран наметить путь с меньшими выбросами к росту и процветанию [4]. В последние годы компании возобновляемой энергетики превосходили котирующиеся на бирже компании, работающие на ископаемом топливе, и индексы публичных фондовых рынков. С 2000 года патентная активность в области низкоуглеродной энергетики также превзошла активность в отношении ископаемого топлива. Тем не менее, новая волна зеленых технологий остается важной для ускорения темпов перехода.

Роль руководителя сельскохозяйственного субъекта состоит в урегулировании нормативно-правовых актов и их применения с учетом однозначного разделения зон ответственности. Необходимо отрегулировать то, что зоотехник – ключевой специалист в организации кормления.

Преимущества внедрения современных информационных технологий, автоматизированной интеллектуальной системы, технологии интернета вещей для инженера, ветеринара, руководителя: в любое время под рукой доступ ко всей информации по кормлению, точное понимание, что на самом деле съели животные, своевременный заказ ингредиентов, недопущение их дефицита, быстрое сопоставление расходов на кормление и надои, получение понятного инструмента планирования и контроля своей работы, автоматизация большинства процессов, принятие автоматизированных оптимальных решений по управлению фермой.

Переход к экономике замкнутого цикла, есть цель устойчивого развития. Для достижения этой и других целей устойчивого развития необходимо тесное взаимодействие государства, бизнеса и науки для помощи в осуществлении и достижения указанных целей.

Государство тесно вплетено в цепочку создания и стимулирования исследований и внедрений зеленых технологий.

В свою очередь, государству также выгодно иметь свои, отечественные технологии. Как показали последние события, создавать свое намного эффективнее в долгосрочной перспективе, чем пользоваться чужим.

По информации из открытых источников [3], доля иностранного оборудования на мусорообработывающих предприятиях в среднем равна 34%. Вместе с тем, развитие технологий повышает уровень ВВП, так как вклад в развитие технологий обеспечивает прирост более 1% в год. Для достижения же амбициозных целей по увеличению ВВП на душу населения к 2025 году в 1,5 раза, фактор технологий должен приносить более 4% ежегодного прироста ВВП, или 3–6 трлн руб.

Кроме того, бизнес и государства, идущие к целям устойчивого развития, а, следовательно, внедряющие технологии, наблюдают положительное влияние на экономику как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

С одной стороны – это укрепление, например, репутации, или снижение издержек (например, использование специальных материалов или специальных механизмов сокращает выбросы CO₂), но и, помимо этого, способны сократить расход энергии на предприятии за счет цикличности использования сырья), с другой стороны – это инвестиции в будущее путем выхода на новые рынки, а также создание интеллектуального портфеля. Большой и разнообразный интеллектуальный портфель – это долгосрочная перспектива за счет нематериальных, «долгоиграющих» активов.

Среди последних разработок немецкой компании Маттиссен Лагертекник GmbH [4], являющейся лидером европейского рынка, проектирующей и производящей оборудование для переработки отходов с 80х годов прошлого столетия, можно выделить такие уникальные машины, как, например, рулонный выключатель тюков ПЭТ-бутылок, который, своевременно разрывает тюки и дозировано подает сырье на следующих этап переработки. Таким образом достигается максимально положительный эффект, влияющий на скорость и качество переработки отходов [1].

Главными задачами, решаемыми для достижения стратегической цели политики Российской Федерации в области введения различных новых идей в сфере технологий, следующие:

1) эффективность участия государства в процессе внедрения новых идей в развитии науки. Отметим этот интерес именно в отечественной науке, а также и в прикладных исследованиях и разработках. Это необходимо для сохранения национальной обороны и различных сфер, в том числе и сфер безопасности государства;

2) обеспечение рациональной интеграции отечественной науки и технологий в мировую технологическую систему в национальных интересах Российской Федерации;

3) введение технологической системы, которая способна быть конкурентной в данном секторе экономики, и активное развитие технологических процессов в социальной сфере, а также в национальной экономике.

Основой российской системы может стать дополненная версия Cap and Trade. Однако в мире существует еще один вид углеродных единиц – это углеродные единицы сертифицированного сокращения выбросов. Они начисляются компаниям за реализацию инвестиционных климатических проектов, их можно свободно продавать и покупать. Но в Европе они не учитываются в системе квотирования и не являются элементов государственного регулирования, а используются компаниями в маркетинговых целях.

Список литературы

1. Волкова, А.В. Рынок утилизации отходов / А.В. Волкова. – Текст: электронный; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Центр развития. – 2018. – URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/07/11/1151608260/Рынок%20утилизации%20отходов%202018.pdf> (дата обращения 10.12.2021 г.).

2. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12.12.1993 г.: с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 г. № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 г. № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 г. № 2-ФКЗ, от 01.07.2020 г. № 11-ФКЗ // Собрание законодательства РФ. – 2020. – № 31. – Ст. 4398. – Текст: непосредственный.

3. Leonov, O.A. Methodology for assessing external losses of repair enterprises of the agro-industrial complex when implementing a quality management system Leonov O.A., Temasova G.N., Malykha E.F. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52059.

4. Мalykha, E.Ф. Экономический механизм рынка подержанной техники в системе технического сервиса. Мalykha E.Ф. диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2013 17-18.

5. Мalykha, E.Ф. Тенденции и перспективы развития организаций молочной промышленности. Мalykha E.Ф. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 12. С. 40-42.

УДК 631.171

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ

Китаев Артём Петрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
17flexskin45@gmail.com

Научный руководитель: Васильев Александр Александрович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vilkas57@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена методика оценки эффективности пахотных агрегатов, указаны исходные данные по удельному сопротивлению на разные типы плугов и их типов. Приведен алгоритм расчета оценки эффективности пахотных агрегатов.

Ключевые слова: плуг, оценка, удельное сопротивление, тяговое сопротивление, почва.

Общее тяговое сопротивление пахотного агрегата включает в себя силы сопротивления перемещению плуга по полю в составе агрегата и силы взаимодействия рабочих органов с почвой. Численное значение тягового сопротивления плуга зависит от множества факторов, основными из которых являются физико-механические свойства почвы (влажность, плотность, твердость и др.), конструктивные особенности самого плуга и его составных частей, ширина захвата, глубина вспашки, рабочая скорость движения и др. [1]. В эксплуатационных расчетах для плуга тяговое сопротивление которого зависит от глубины обработки, удельное сопротивление рассчитывается по формуле [2].

$$K_{пл} = \frac{R_{пл}}{B_{пл} h}, \quad (1)$$

где $R_{пл}$ – тяговое сопротивление плуга, Н;

$B_{пл}$ – ширина захвата плуга, м;

h – глубина вспашки, м.

Влияние рабочей скорости пахотного агрегата на удельное сопротивление в общем случае характеризуется параболической зависимостью и описывается формулой

$$K_{пл} = K_0 [1 + (V_p^2 - V_0^2) \frac{\Delta C}{100}], \quad (2)$$

где $K_{пл}$ – удельное сопротивление плуга, кН/м²;

K_0 – удельное сопротивление плуга при скорости 5 км/ч.;

V_p – рабочая скорость выполнения вспашки, км/ч;

V_0 – начальная скорость, принятая для составления эмпирической формулы (2), км/час ($V_0 = 5$ км/час);

ΔC – коэффициент, характеризующий темп прироста сопротивления при повышении скорости движения на 1 км/час от начального значения V_0 , %.

Значения K_0 для плугов определяются методами динамометрирования в эталонных условиях работы (Таблица 1).

Таблица 1 – Удельное сопротивление лемешного плуга

Вид вспашки	Удельное сопротивление, кН/м ²		
	Тяжелые суглинки	Средние суглинки	Легкие суглинки
Перепахка пара	46-53	40-46	36-40
Вспашка льнища	52-57	45-49	41-45
Вспашка люпина	51-55	46-50	41-45
Вспашка однолетней залежи	60-66	54-59	50-54
Вспашка клеверища после 2-летнего пользования	67-74	61-65	55-60
Подъем зяби: по невзлущенной стерне	54-60	48-52	44-47
По взлущенной стерне	50-55	41-48	39-43

В процессе оценки рационального количественного состава пахотного агрегата необходимо учитывать следующие требования.

1. Сформированный пахотный агрегат должен работать в области максимальной тяговой загрузки трактора. Это приводит к максимальной производительности и минимальному расходу топлива.

2. Обладать максимальной производительностью (с учетом допустимой степени загрузки двигателя трактора).

3. Выполнять с.-х. работу с высоким качеством (в частности, необходимо правильно подбирать номенклатурный состав МТА).

Предельная ширина захвата зависит от соотношения между тяговыми возможностями трактора и тяговым сопротивлением рабочей части. В Таблице 2 представлены пахотные агрегаты Красноярского края, составленные с учетом перечисленных требований [2].

Таблица 2 – Составы пахотных агрегатов

Марка трактора	Марка плуга	Ширина захвата, м
Лемешные плуги		
New Holland T 8.390	ПЛН 8-35	2,80
К-742м	ПЛН 8-40	3,20
Versatile (RSM) 2375	ПЛН 9-35	3,15
MTЗ-1523	ПН 5-35	1,75
К-744 P2	ПН 8-35	2,80
К-742м	ПН 8-45	3,60
К-744 P4	ПН 8-45	3,60
К-742м	ПН 9-35	3,15
Скоростные плуги		
Versatile (RSM) 2375	РСЗ Диамант 8+1	4,50
К-744 P2	ПКСУ-8	4,80
Versatile (RSM) 2375	ПКСУ-9	5,40
К-744 P4	ПСКУ-10	6,00
БТЗ-243К.20	ПСКУ-5	3,00
К-744 P2	ПСКУ-8	4,80
Versatile (RSM) 2375	ПСКУ-9	5,40
К-742м	ПСКУ-9	5,40
Чизельный плуг		
Versatile (RSM) 3435	ПЧ -6 алмаз	6,00
New Holland TC 9040	ПЧ -6 алмаз	6,00
Versatile (RSM) 2375	ПЧ -6 алмаз	6,00
К-742м	ПЧ -6 алмаз	6,00
Оборотные плуги		
К-424	ППО-5/6-35	1,8-24
MTЗ 1523	ППО-5-35	1,5-2
К-744P1	ППО-8-35	2,4-3,2
MTЗ-1523	ПОН-4	1,2-1,6

Степень использования тягового усилия трактора для представленных пахотных агрегатов рассчитывается по формуле

$$\varepsilon = \frac{R_{нл}}{P_T - G \cdot i}, \quad (3)$$

где ε – коэффициент, характеризующий степень использования тягового усилия;

P_T – тяговое усилие трактора на передаче, кН;

G – сила тяжести (вес) трактора, кН;

i – угол, характеризующий рельеф рабочего участка, сотые доли;

$R_{нл}$ – полное сопротивление плуга, кН.

$$R_{нл} = n \cdot R_{кор}, \quad (4)$$

где n – количество корпусов в принятом серийном плуге, шт.

$$R_{кор} = b_K \cdot h \cdot k_{Пл} + q_{Пл} \cdot c \cdot (\lambda f_{Пл} \pm i), \quad (5)$$

где $R_{кор}$ – тяговое сопротивление одного корпуса плуга;

b_K – ширина захвата одного корпуса, м;

h – глубина вспашки, м;

$k_{пл}$ - удельное сопротивление плуга, кН/м;

q_{II} - вес плуга, приходящийся на один корпус, кН;

c - коэффициент, учитывающий вес почвы, приходящийся на один корпус;

λ - коэффициент, учитывающий догрузку при вспашке, $\lambda = 0,5 \dots 1,0$;

$f_{пл}$ - коэффициент, учитывающий сопротивление качению плуга.

Полученное значение коэффициента ϵ сравнивают с рекомендуемой его величиной – $\epsilon_{рек}$. Если, полученное значение ϵ выходит за пределы $\epsilon_{рек}+10\%$ в большую сторону, то можно рекомендовать выполнение вспашки на более низкой передаче, чем было принято первоначально. Если же ϵ выходит за пределы $\epsilon_{рек}-10\%$ в меньшую сторону – рекомендовать более высокую передачу. Если полученное значение коэффициента ϵ значительно (более чем на $\pm 10\%$) отклоняется от рекомендуемого значения, можно рекомендовать другую марку трактора или плуга.

Список литературы

1. Расчет количественного состава МТА и основных его технико-экономических показателей: Метод. указания / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2003. 24с.
2. Селиванов Н.И., Васильев А.А. Развитие технической оснащенности сельского хозяйства Красноярского края / Н.И. Селиванов, А.А. Васильев // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Материалы международной научно-практической конференции 17-19 апреля 2018 г. / сб. науч. ст. / Часть 2 / Красноярск / 2018 /.
3. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; под общ. ред. С.А. Иофинова. -М.: Агропром издат, 1985.

УДК 621.81

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИИ ХРАПОВОГО МЕХАНИЗМА

Лагно Александр Вячеславович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
lagno0504@mail.ru

Научный руководитель: Полюшкин Николай Геннадьевич

кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nigenn@mail.ru

Аннотация: в статье приведено описание процесса проектирования обратного стэнда храпового механизма, порядок выполнения измерений и построение сборки в КОМПАС-3D.

Ключевые слова: стэнд, моделирование, твердотельные модели, сборка, КОМПАС-3D, обратное проектирование, реверс-инжиниринг.

Обратное проектирование, также часто называемый реверс-инжиниринг – процесс разработки конструкторской документации на основе готового образца изделия. Это процесс разборки, изучения и анализа конструкции или работы узла с целью понимания его устройства, функций и операций. По сути, это "обратный" подход к проектированию, когда проектные работы начинаются с готового изделия и постепенно двигаются к первоначальному замыслу.

Обратное проектирование имеет свои преимущества и недостатки [4, 6]. К преимуществам можно отнести следующее: снижение затрат; разработанный комплект конструкторской документации; надёжность поставок, не зависящая от внешних факторов; апробированная конструкция изделия.

Помимо этих моментов, у реверс-инжиниринга есть и менее очевидные плюсы, и возможности:

1. Возможность доработки и модернизации (дизайн, возможность изготовления компонентов как отдельных узлов, так и в целом, унификация и т. д.) После реверс-инжиниринга заказчик получает доступ к моделям и чертежам, на основе которых при необходимости можно доработать изделие, а не создавать его с нуля;

2. Возможность стать поставщиком деталей и изделий для сторонних компаний, которым требуется аналогичная продукция; и

3. Возможность производить продукцию на нескольких производственных площадках, чтобы выбрать поставщиков с наилучшими условиями.

К недостаткам обратного проектирования относятся:

1. Потенциальное нарушение патентов и авторских прав при создании новых разработок

2. Высокие затраты на аппаратное и программное обеспечение;

3. Характеристики того, что было подвергнуто реинжинирингу, могут быть раскрыты, и конкуренты могут производить аналогичные продукты [1, 6].

В качестве обратного проектирования выступал стенд храпового механизма (рис. 1). Данный стенд даёт возможность продемонстрировать работу этого механизма.



Рисунок 1 - Стенд храпового механизма

Для проведения обратного проектирования необходимо было выбрать способ получения размеров. Проведя анализ стенда, были выявлены его детали и их измерения. В первую очередь выполнялось измерение зубчатых колес, храпового колеса. Далее остальных деталей, таких как, стенки, ручки, стопора, валов и элементов крепления.

Перед проведением измерений необходимо позаботиться о выборе измерительных приборов и точности измерений. При измерении ответственных узлов необходимо определить допуски и соответствие соединений. Для измерений были выбраны следующие приборы: линейка (цена деления 1 мм); штангенциркуль (цена деления 0,05 мм), кронциркуль (диапазон измерений 300 мм) [1, 2].

Решение задачи обратного проектирования также предполагает определение материалов компонентов стенда. Материал может быть определён по известным аналогичным изделиям путём измерения твёрдости, анализа химического состава, механических и термических испытаний. Материалы, используемые в этом стенде, это конструкционные материалы общего назначения [4].

«Компас-3D» - является комплексной системой автоматизированного проектирования, направленная не только на машиностроение, но и на разработку чертежей, проектирование кабельных систем и создание документов для инженерных проектов.

Позволяет создавать проекты для строительной и промышленной направленности любой степени сложности, позволяет создавать изделие от идеи до полного проекта с готовыми документами [5].

Данная система широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т.д.); приборостроение; авиастроение; судостроение; станкостроение; вагоностроение; металлургия; промышленное и гражданское строительство; товары народного потребления и т.д. [5].

Решение выбрать данную САПР было основано на доступном и понятном интерфейсе, обширной библиотеке стандартных продуктов, менее требовательным к параметрам компьютера и опыта работы в нём.

В процессе обратного проектирования были построены следующие трёхмерные модели: храповое колесо, стенка, рычаг, стопор, валы, крепежные элементы, зубчатые колёса.

После построения всех твердотельных моделей необходимо было выполнить сборку станда средствами КОМПАС-3D. Сборка станда осуществлялась в следующем порядке: добавление компонента; создание сопряжений; задание параметров вращения деталей зубчатой передачи (направление вращения, передаточные числа).

Учитывая то, что большинство деталей - это тела вращения, то для них требовалось в первую очередь выполнить сопряжение "соосность". Сопряжение "совпадение" выполнялось по сопрягаемым поверхностям, например: стенку необходимо было зафиксировать в начале координат; далее к ней валы на крепежные элементы; на валы шестерни и храпового колеса; к нему стопор; далее вторая стенка и на неё рукоятка передвижения храпового колеса (рис. 2).

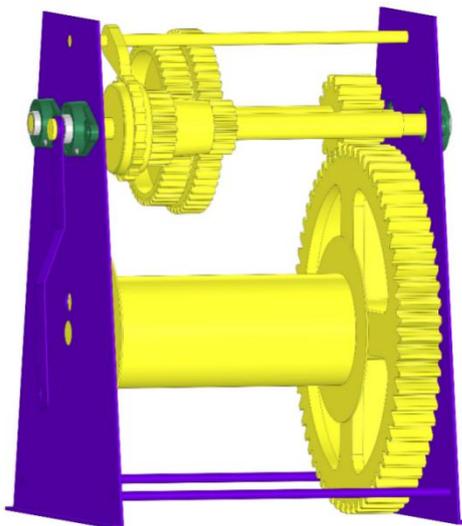


Рисунок 2 - Созданные детали в КОМПАС-3D

В результате проведённого реинжиниринга модернизация этого станда может быть построена следующим образом: замена рукоятки на электрический барабан для автоматизирования храпового механизма, а также более мощный фиксатор стопора.

Построенная трёхмерная модель позволяет показать устройство храпового механизма и его принцип действия без реального станда.

Список литературы

1. Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 мм: методические указания по применению ГОСТ 8.051-81. РД 50-98-86. -М.: Издательство стандартов, 1987. 84 с.
2. Полюшкин Н.Г. Методы и средства измерений для проведения реверс-инжиниринга / Полюшкин Н.Г., Батрак А.П. Полюшкина М.П. // мат-лымеждунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Том 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. –С. 151-156.
3. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении / Д. В. Водин. // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). - Санкт-Петербург: Свое издательство, 2016. - С. 67-69.
4. Программа «Компас 3D»: обзор, модули, функционал и возможности [Электронный ресурс]/URL <https://junior3d.ru/article/Kompas-3D.html>(Дата Обращения 20.02.24).
5. КОМПАС-3D: о программе – официальный сайт САПР КОМПАС [Электронный ресурс]/URL <https://kompas.ru/kompas-3d/about>(Дата Обращения 20.02.24).
6. Реверсивный инжиниринг. Обратное проектирование: методы, этапы и процессы [Электронный ресурс]/URL <https://www.shining3d.ru/blog/reversivnyj-inzhirining>(Дата Обращения 20.02.24).

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА

Погребнов Роман Станиславович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
romanprogrebnov@mail.ru

Научный руководитель: Семенов Александр Викторович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
semenov02101960@mail.ru

Аннотация. В данной статье автор проводит анализ пророщенного зерна, а также экспериментальные исследования, которые продемонстрировали проблемы устройства для проращивания зерна, благодаря которым устройство подверглось совершенствованию конструкции.

Ключевые слова: зерно, пророщенное зерно, устройство, разработка, ворошитель, повышение качества.

Мы живем в эпоху, когда животноводство играет важную роль в жизни человека, оно обеспечивает население мясом, молоком и другими ценными продуктами животного происхождения. Позволяет поддерживать экономическую безопасность страны, способствуя созданию рабочих мест, увеличению доходов, а также развитие сельских территорий.

Совершенствование технологий подготовки кормов к скармливанию сельскохозяйственным животным имеет огромное значение в современном животноводстве. Это позволяет улучшить качество кормов, повысить пищевую ценность рационов, обеспечить оптимальные условия для здоровья и продуктивности животных.

В настоящее время исследовано и разработано множество методов для повышения эффективности подготовки кормов к скармливанию. Одним из таких способов является добавление в основной рацион пророщенного зерна.

Пророщенное зерно богато витаминами, минералами и ферментами, содержит больше белка, аминокислот и других питательных элементов, способствует улучшенной усвояемости организмом животного, а также обладает приятным запахом и вкусом, что стимулирует аппетит животного. Добавление пророщенного зерна в корма позволит увеличить питательную ценность корма, улучшить усвояемость организмом животного, что в итоге позволит повысить производительность животных и качество получаемой продукции [1,2,6].

В Инжиниринговом центре ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» было разработано и запатентовано «Устройство для проращивания зерна» (патент RU№2769803 С2 кл. А01С 1/02 опубл. 06.04.2022 Бюл. №10) состоящий из корпуса, перегородки из пористого материала, емкостей с перфорированными днищами, резервуара с источником ультрафиолетового излучения, компрессора, камеры обеззараживания воздуха, распределительного коллектора (Рисунок 1) [4].

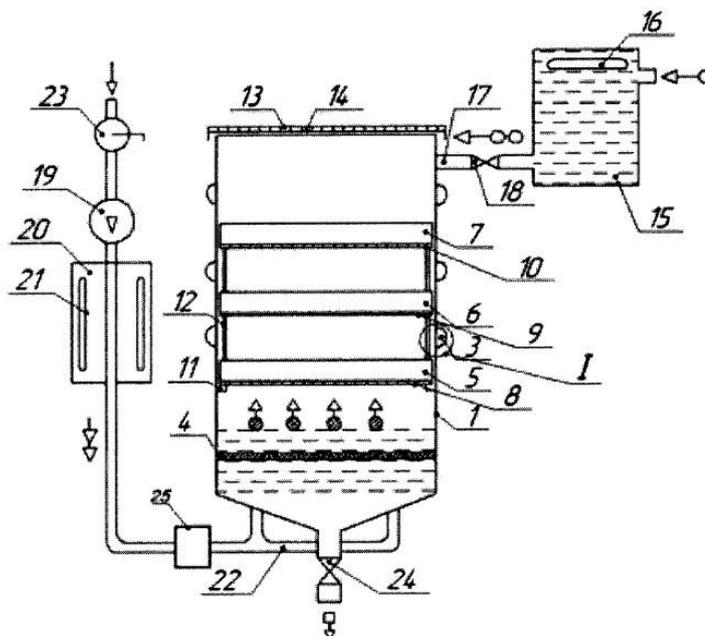


Рисунок 1 – Устройство для проращивания зерна:

1 – корпус; 2 – окно; 3 – лампа освещения; 4 – перегородка из пористого материала; 5,6,7 – емкости для зерна; 8,9,10 – перфорированные полки; 11 – выступ; 12 – стойка; 13 – крышка; 14 – отверстия для выхода воздуха; 15 – бак; 16 – ультрафиолетовая лампа; 17 – патрубок; 18 – кран; 19 – компрессор; 20 – камера обеззараживания; 21 – ультрафиолетовая лампа; 22 – распределительный коллектор; 23 – регулятор воздуха; 24 – сливной кран; 25 – обратный клапан

Проведенные экспериментальные исследования показали, что в химическом составе пророщенного зерна, в отличие от нативного зерна, увеличивается содержание сахаров, сырой клетчатки, каротина, при незначительном снижении крахмала (Рисунок 2) [3].

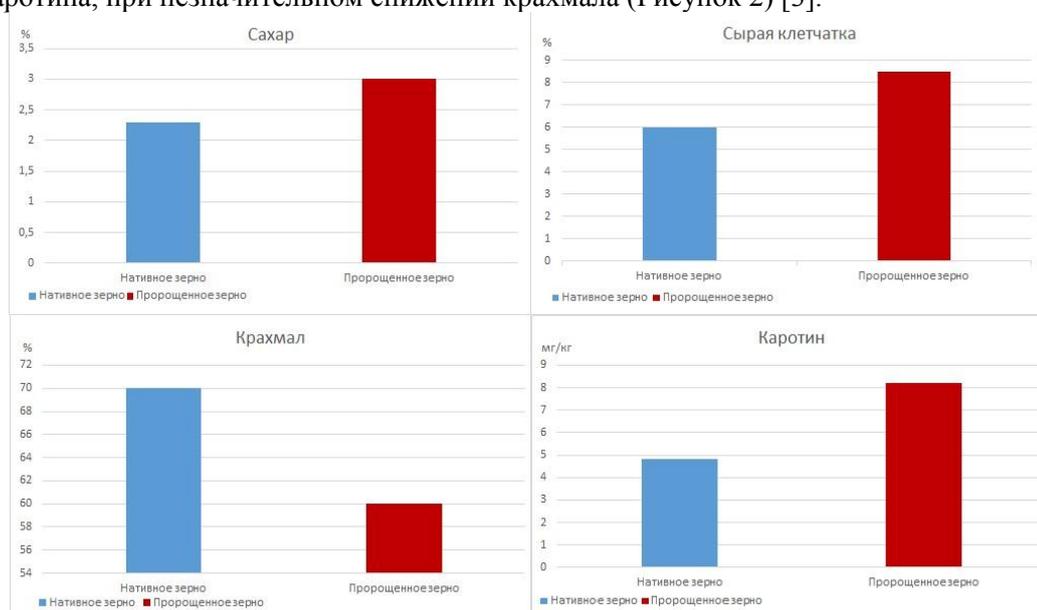


Рисунок 2– Химический состав нативного и пророщенного зерна пшеницы

В процессе проведения эксперимента было выявлено, что прораствание зерновок по толщине слоя происходит не равномерно, сверху быстрее, снизу медленнее. Причиной этого является отсутствие процесса разрыхления и перемешивания слоя зерна в процессе проращивания, что препятствует аэрации и обеспечению проростков воздухом. Было принято решение оснастить устройство для проращивания зерна ворошителями.

Цель работы: совершенствование конструкции устройства для проращивания зерна.

Задача: разработать ворошитель для разрыхления и перемешивания слоя пророщенного зерна.

Был разработан ворошитель, состоящий из втулки - 1 имеющей в центре вертикальный канал в форме квадрата и пластины – 2,3,4 имеющие изогнутую форму в виде $\frac{1}{4}$ окружности на которой на расстоянии $\frac{1}{2}$ от начала рабочей поверхности выполнены вертикальные прорезы – 5 образующие лепестки – 6, отогнутые в противоположную сторону направления вращения, имеющие в вертикальной плоскости в шахматном порядке направляющие потока проращиваемого зерна - 7. Привод ворошителей осуществляется посредством вала квадратного сечения - 8 приводимого во вращение приводным механизмом – 9 (Рисунок 3) [5].

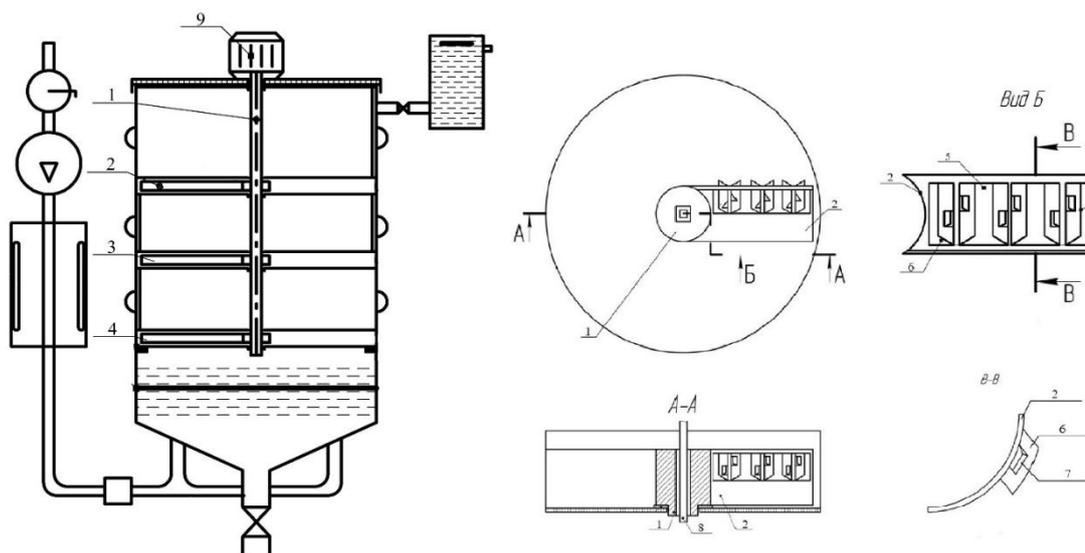


Рисунок – 3 Совершенствованное устройство для проращивания зерна:

1 – втулка; 2,3,4 – пластина; 5 – вертикальные прорезы; 6 – лепестки;

7 – направляющая потока проращиваемого зерна; 8 – приводной механизм

Оснащение устройства для проращивания зерна позволит обеспечить высокое качество проращивания за счет разрыхления и перемешивания проращиваемого слоя зерна.

Список литературы

1. Матюшев В.В. Использование четырехкомпонентных смесей, с предварительным проращиванием рапса, в экструзионных технологиях / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семенов // Вестник КрасГАУ, 2021. - №6. С. 130-135.
2. Матюшев В.В. Использование пророщенного зерна пшеницы в экструзионных технологиях / В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, А.В. Семенов // Вестник КрасГАУ, 2020. - № 11. С. 184-189.
3. Матюшев В.В. Инновационные методы подготовки зерновых кормов, обрабатываемых методом экструдирования с предварительным проращиванием одного из компонентов, с целью использования в скотоводстве / В.В. Матюшев [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2020. – 39с.
4. Пат. № 2769803, МПК А01С 1/02. Устройство для проращивания зерна. / В.В. Матюшев, В.Н. Невзоров, А.В. Семенов, И.А. Чаплыгина, И.А. Мацкевич. – Заявл. 2020131218, 21.09.2020; опубл. 06.04.2022. Бюл. № 10.
5. Пат. №220454, СПК А01С 1/02. Устройство для проращивания зерна / А.В. Семенов, В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, Р.С. Погребнов. – Заявл. 2022133636, 19.12.2022; опубл. 14.09.2023. Бюл. № 26.
6. Чаплыгина И.А. Производство экструдированной смеси с предварительным проращиванием зерна овса / И.А. Чаплыгина, В.В. Матюшев, А.В. Семенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2020 - № 12. С. 91-96.

БАРАБАННО-ЩЕТОЧНЫЙ ОЧИСТИТЕЛЬ КОРМОВЫХ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ И МЕХАНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КОРМОВОГО КОРНЕКЛУБНЕПЛОДА ЩЕТКОЙ

Серастинов Никита Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nikita.serastinnov24@mail.ru

Научный руководитель: Долбаненко Владимир Михайлович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
dwm-82@mail.ru

Аннотация: в статье представлена конструктивная схема барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеклубнеплодов, рассмотрено взаимодействие очищаемого кормового корнеклубнеплода со щеточными очистительными рабочими органами при проведении его сухой очистки, получены формулы, при использовании которых становится возможным определить условия, при которых осуществляется это взаимодействие, описаны условия, которые необходимо выполнять для обеспечения самоочистки очистительных щеточных рабочих органов.

Ключевые слова: очистка, загрязненность, корнеклубнеплод, взаимодействие, щетка, эффективность, самоочистка, сила, взаимодействие.

Основываясь на проведенных теоретических исследованиях и анализе литературных источников в области сухой очистки кормовых корнеклубнеплодов [1] разработан и изготовлен очиститель корнеклубнеплодов, схема которого представлена на рисунке 1.

Очиститель кормовых корнеклубнеплодов (рисунок 1) имеет в своем составе корпус 1, перфорированный барабан 2, ротор 3 лотки 4 и 5, соответственно загрузочный и выгрузной, а также окно 6 для выгрузки отделенных в процессе очистки примесей. Барабан 2 на внутренней своей поверхности имеет щетки 7, на которых спиралеобразно размещен ворс. Спиралевидное размещение ворсинок на щетке выполнено таким образом, что они обращены в сторону, соответствующую выходу очищенных корнеклубнеплодов. На внешней поверхности ротора 3 установлены щетки 8.

Работа очистителя происходит так. При включении электропривода, барабан 2 и ротор 3, начинают вращательное движение в противоположных направлениях. Через лоток загрузки 4 корнеклубнеплоды, поступающие на очистку, поступают в пространство, расположенное между ворсом щеток 7 барабана щеток 8 ротора, где осуществляется их очистка от примесей.

Барабан 2, имеющий перфорированную поверхность и спиральную щетку 7, осуществляя вращательное движение, перемещает очищаемые корнеклубнеплоды к выгрузному лотку 5, примеси, которые отделяются от корнеклубнеплодов в процессе их очистки, проходя через перфорированную поверхность барабана 2, перемещаются к окну выгрузки. Для того чтобы очистка корнеклубнеплодов происходила наиболее интенсивно на роторе 3 спиралеобразно установлены щетки 8. При построении линий проекций на вертикальную спиралевидную плоскость витков щеток, соответственно барабана 2 и ротора 3, проекции имеют наклон к линии подачи очищаемых кормовых корнеклубнеплодов, превышающий 90° (барабана) и не превышающий 90° (ротора).

Для понимания механической сущности процесса сухой очистки кормовых корнеклубнеплодов щеточным очистительным рабочим органом, следует рассмотреть очистку щеткой единичного корнеклубнеплода. Для этого необходимо исследовать взаимодействие щеток и корнеклубнеплода в поперечном сечении (рисунок 2).

Неравенства, описывающие процесс очистки, прилипшей к поверхности кормовых корнеклубнеплодов имеют следующий вид:

$$\begin{cases} F = N \cdot f_1 \geq F_c + F_f \\ M_{F_c, F_f} \geq M_F \end{cases}, \quad (1)$$

где f_1 – значение коэффициента трения скольжения щеточного очистительного рабочего органа о почву; F_c – сила сопротивления (сцепления) почвенных примесей о корнеклубнеплод; $F_f = N \cdot f_2$ – сила трения почвенных примесей о корнеклубнеплод; f_2 – значение коэффициента трения скольжения щеточного очистительного рабочего органа о корнеклубнеплод; $M_{F_c, F_f} \geq M_f$ – значения моментов сил трения и сопротивления корнеклубнеплода.

В том случае, если удаление почвенных примесей происходит послойно, вместо составляющей f_2 в формулу 1 можно ввести составляющую f_3 – значение коэффициента внутреннего трения прилипших почвенных примесей о корнеклубнеплод.

Проводя анализ выражения 1, можно сделать вывод, что значение силы трения очистительного щеточного рабочего органа о почвенные примеси должно быть выше, чем значение сил (F_c, F_f), т.е. сил, которые связывают почвенные примеси с корнеклубнеплодом, это выполняется если:

$$N \geq F_c / (f_1 - f_2). \quad (2)$$

Но даже если это условие и соблюдается, то процесс очистки кормовых корнеклубнеплодов не будет осуществляться в случае не выполнения требования по различности значений линейных скоростей движения очистительного щеточного рабочего органа и корнеклубнеплода, так как при не выполнении вышеизложенного условия, кормовые корнеклубнеплоды при очистке будут осуществлять только вращательные движения без их скольжения:

$$M_{F_c, F_f} \geq M_F. \quad (3)$$

Для того чтобы достичь эффекта очистки (отделения) почвенных примесей с поверхности корнеклубнеплода, требуется большее значение коэффициента трения между почвенными примесями и очищающими щеточными рабочими органами чем значение коэффициента трения почвенных примесей о корнеклубнеплод, а также нормальная составляющая силы давления корнеклубнеплода на очищающий щеточный рабочий орган была больше критической силы, значение которой определяется выражением 2, также требуется то, чтобы корнеклубнеплод в процессе очистки непрерывно перемещался.

Для достижения удаления почвенных примесей, которые располагаются в канавках корнеклубнеплодов, требуется то, чтобы ворс очистительных щеток хорошо входил в эти канавки (углубления).

Следовательно, требуется произвести отдельное изучение процесса деформации ворса щеточных очистительных элементов при его воздействии на очищаемые кормовые корнеклубнеплоды.

Эффективность очистки и работоспособность очистителей кормовых корнеклубнеплодов щеточного типа в значительной мере определяют степень самоочистки (удаления) почвенных примесей с ворса очистительных рабочих органов. Во всех известных до настоящего времени конструкциях очистителей щеточного типа процесс самоочистки очистительных щеточных рабочих органов полностью не решен. Для самоочистки щеток в конструкции очистителя должны быть предусмотрены либо чистики, осуществляющие вращательное движение, либо цилиндрические щетки.

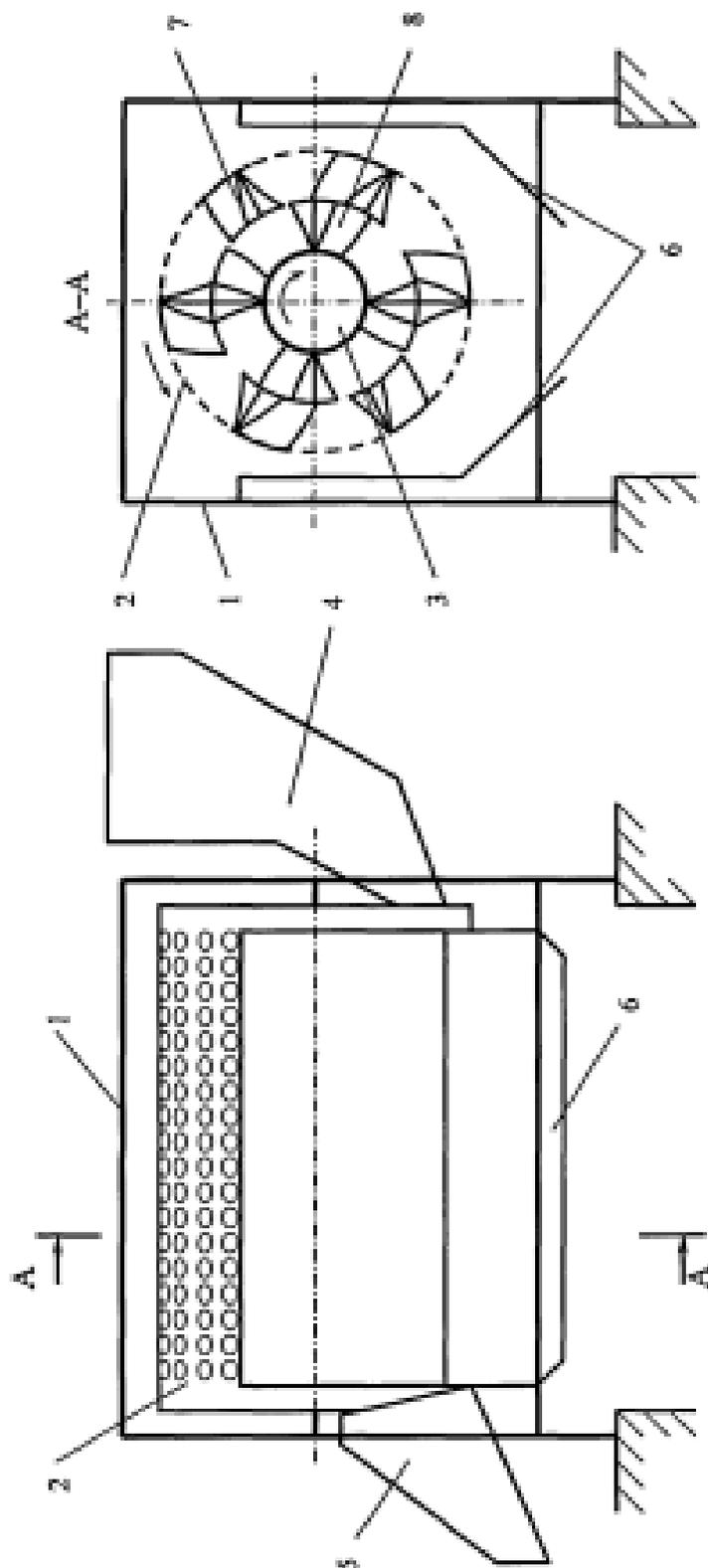


Рисунок 1 – Барабанно-щеточный очиститель кормовых корнеклубнеплодов:
 1 – корпус очистителя; 2 – перфорированный барабан; 3 – ротор очистителя;
 4 – лоток загрузки; 5 – лоток выгрузки; 6 – окно выгрузки; 7 – щетки барабана; 8 – щетки ротора

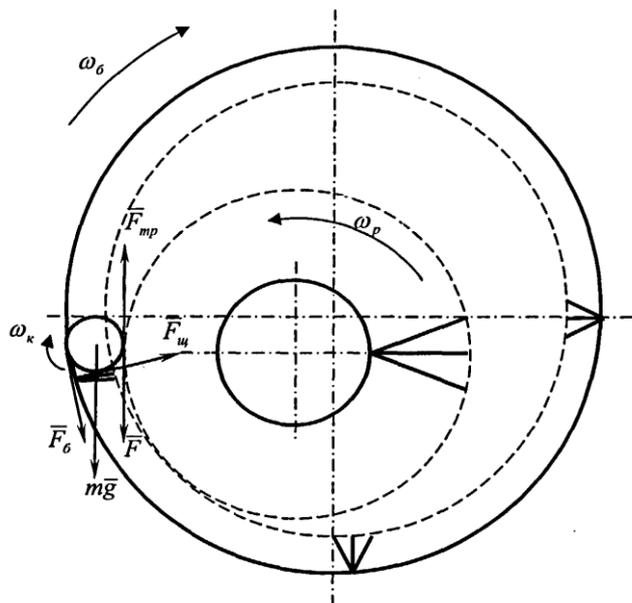


Рисунок 2 – Взаимодействие корнеклубнеплода в поперечном сечении с очистительным щеточным рабочим органом

Следует рассмотреть отдельную ворсинку щетки совместно с налипшими почвенными примесями (рисунок 3). На частицы почвенных примесей действуют такие силы как: сила сцепления с ворсинкой щетки (F_n) и сила трения почвенных примесей по поверхности ворсинки щетки (F_f). Сила воздействия чистики действует из-за возникающей при этом нормальной составляющей силы давления N , т.е. силы действия деформированной ворсинки щетки на чистик. При этом на ворсинку воздействуют нормальная составляющая силы давления F_2 и силы трения F_3 , направленная в ту же сторону.

Необходимым является условием самоочистки (удаления) почвенных примесей с поверхности ворсинки.

Тогда условие удаления почвы с поверхности ворсинки запишется в виде:

$$F_2 + F_3 \cdot \cos \alpha \geq F_c + F_f,$$

или:

$$N \cdot \sin \alpha + N \cdot f_1 \cdot \cos \alpha \geq N \cdot \cos \alpha + F_c,$$

или:

$$N \geq F_c / \sin \alpha.$$

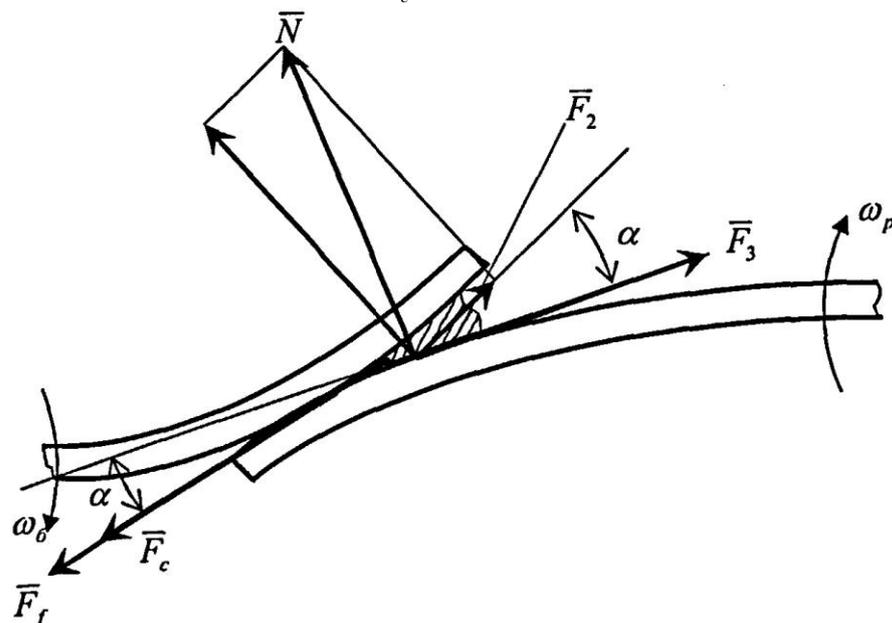


Рисунок 3 – Процесс самоочистки ворсинки очистительного щеточного рабочего органа

При использовании чистика в качестве очистителя щеток, сила N достигает своего максимального значения и при этом достигается хорошая очистка каждой ворсинки щетки. Данный очищающий эффект в предложенной схеме очистителя может быть достигнут путем некоторого взаимного перекрытия очистительных щеточных рабочих органов [2].

Список литературы

1. Дегтерев, Г. П. Технологии и средства механизации животноводства / Г. П. Дегтерев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
2. Федоров, А. А. Разработка и обоснование барабанно-щеточного очистителя кормовых корнеплодов: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Федоров Андрей Аполлинарьевич; Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары, 2005. – 151 с.

УДК 631.587

ОЦЕНКА ВЫРОВНЕННОСТИ ПРОФИЛЯ РИСОВОГО ЧЕКА ПРИ РАБОТЕ ПРОСТОГО МЕЛИОРАТИВНОГО ПЛАНИРОВЩИКА

Сифоров Артём Романович, студент

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
a-siforov@mail.ru

Научный руководитель: Насонов Сергей Юрьевич

старший научный сотрудник

Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова,
Москва, Россия
e-mail: sergei.nasonow@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается аналитический подход к выравниванию поверхности рисового чека. Предлагается оценить выровненность конкретного профиля простым мелиоративным планировщиком. Дана математическая модель выравнивания, и основные результаты.

Ключевые слова: рисовый чек, профиль поверхности, спектральная плотность, дисперсия, средняя амплитуда, простой мелиоративный планировщик.

Многочисленные отечественные и зарубежные исследования и наблюдения за урожайностью растений показывают высокую эффективность планировки на орошаемых землях. Наиболее ярко это проявляется при выращивании риса и сопутствующих севообороту других растений. Так, по экспериментальными данными Попова В. А. установлено, что планировка рисовых чеков под горизонтальную плоскость с точностью $\pm 2-3$ см является базой в создании эффективных агротехнологий. Основные преимущества точной планировки: снижение норм сева семян на 20-30 % за счет повышения полевой всхожести при отсутствии глубоких микропонижений, в которых проростки риса погибают, сокращение продолжительности вегетационного периода на 8-12 дней при густоте растений 250-300 шт./м², снижение на 60-70% применения дорогостоящих химических средств защиты риса от сорняков, вредителей и болезней, а также минеральных удобрений на 20-30%, уменьшение расхода оросительной воды на 10-15% за счёт сокращения вегетационного периода и снижения потерь на фильтрацию в период первоначального затопления и технических сбросов в предуборочный период, значительное (до 30%) сокращение потерь зерна при уборке риса за счёт повышения производительности уборочной техники и качества работ при отсутствии пестроты стеблестоя [1, 2].

Для повышения эффективности процесса выравнивания рисового чека необходим количественный учёт неровностей самого чека и динамических характеристик планировщика. В настоящей работе предлагается оценка конкретного профиля №11 чека №5 хозяйства «Анастасиевское» Краснодарского края. Этот профиль характеризуется следующими показателями: общая длина порядка 1040 м, дисперсия $D=33.458$ см², средняя амплитуда $A_m=8.18$ см. При аппроксимации методом последовательных приближений этого профиля были выявлены наличия на

нём двух ярко выраженных неровностей со следующими периодами $T_1=348.889$ м и $T_2=966.154$ м. Графический вид спектральной плотности представлен на (Рисунок 1).

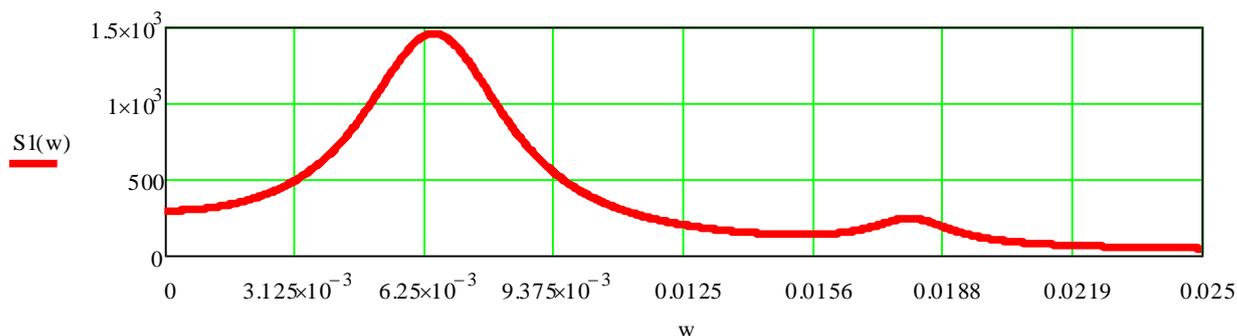


Рисунок 1 – Спектральная плотность профиля чека

Эта математическая статистика позволяет судить о характере и виде неровностей, и распределению их по длине профиля. Процесс выравнивания можно представить как последовательное уменьшение выступов и впадин профиля чека во время рабочего перемещения планировщика по его поверхности. При этом совершенно ясно, что различные типы планировщиков с разной степенью эффективностью планируют поле. Это, в первую очередь, определяется их планирующей способностью. Для оценки выровненности представленного выше профиля используется следующее выражение статистической динамики [3]:

$$S_{\text{вых}} = S_{\text{вх}} \cdot A^2, (1),$$

где $S_{\text{вых}}$ – выходной показатель – неровности выровненного профиля; $S_{\text{вх}}$ – входной показатель – исходной неровности профиля; A^2 – квадрат амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) планировщика.

В качестве последнего показателя, представленного в выражении (1), а именно, АЧХ, представлен простой мелиоративный планировщик. Его конструктивные особенности, следующие: прицепной, длиннобазовый. Его динамические свойства описываются передаточной функцией [3]:

$$P_{\text{пл}}(s) = \frac{\alpha \cdot e^{(L-l)s}}{1 - (1-\alpha) \cdot e^{-ls}} \cdot \frac{1}{s+1}, (2),$$

где L – длина базы планировщика; l – расстояние от задних колес до режущей кромки рабочего органа, α – соотношение между l и L ; s – оператор дифференцирования (переменная по Лапласу). Графический вид АЧХ дан на (Рисунок 2).

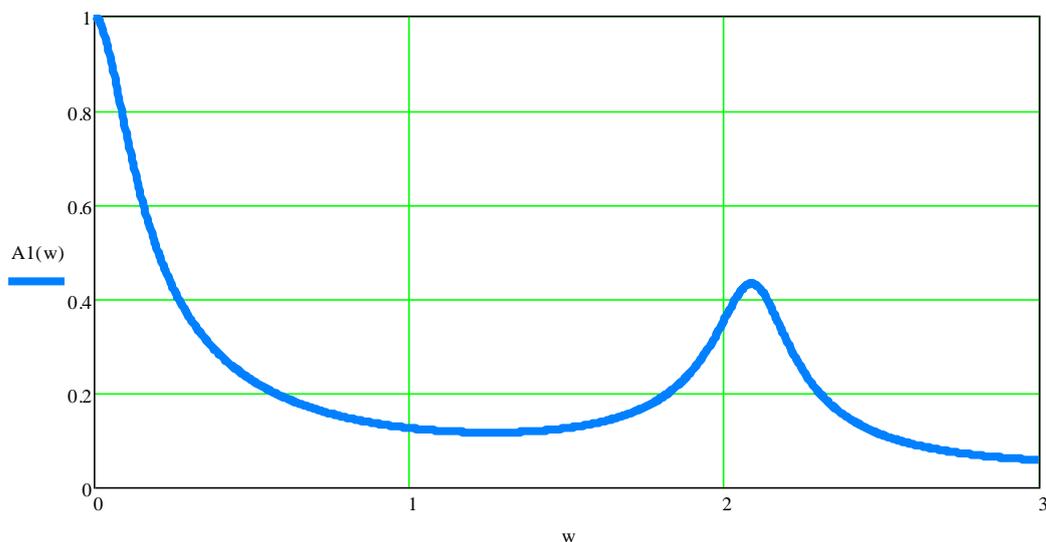
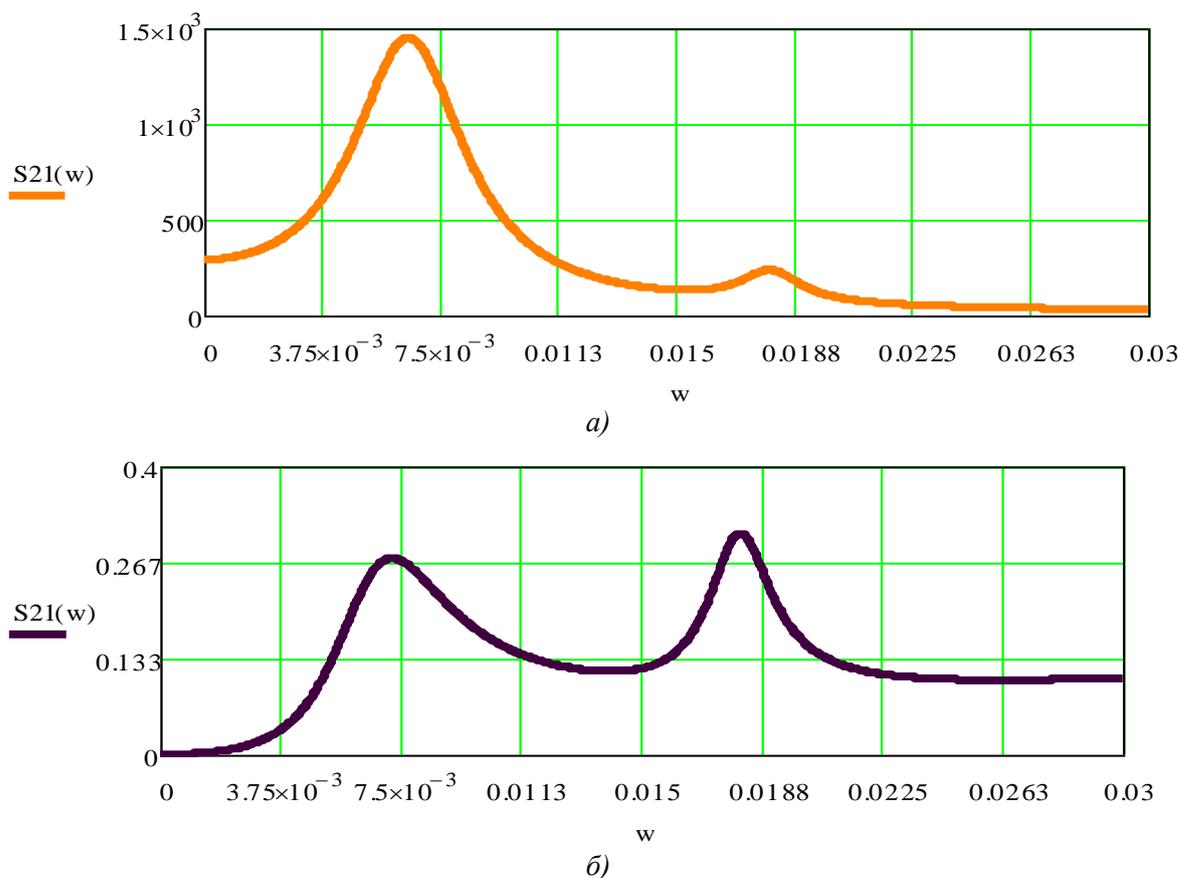


Рисунок 2 – АЧХ планировщика

Для оценки качества выровненности, проведя расчётные процедуры по выражению (1), имеем следующий результат дисперсия после первого прохода составляет $D_1 = 13.781$ см², средняя амплитуда $A_{m1} = 5.25$ см. После второго, $D_2 = 11.102$ см², а $A_{m2} = 4.712$ см. Как следует из расчёта, количественные характеристики профиля при работе простого планировщика изменяются не значительно.

Для повышения эффективности работы планирующей машины введем в представленную математическую модель воздействие от автоматической системы управления ковшовым рабочим

органом планировщика. Тогда, результат работы после первого прохода выглядит следующим образом: $D_1^{звт} = 0.514 \text{ см}^2$; $A_1^{звт} = 1.014 \text{ см}$. Спектральная плотность после работы планировщика без САУ и при её наличии представлена на (Рисунок 3).



**Рисунок 3 – Спектр неровностей после первого прохода планировщика:
а) – без САУ; б) – с САУ**

Анализ выше приведённых графиков спектральной плотности показывают, что количественные характеристики микронеровностей профиля претерпевают изменения. После прохода машины происходит уменьшение их численных показателей (средних амплитуд). При оборудовании планировщика САУ происходит уменьшение не только количественных показателей неровности, но и несколько видоизменяется структура самих неровностей.

Список литературы

1. Ефремов, А. Н. Лазерная планировка орошаемых земель: монография / А. Н. Ефремов. – М.: Литера Принт, 2016. – 52 с.
2. Аналитическая оценка выровненной поверхности рисового чека / А. Р. Сифоров, С. Ю. Насонов // Инженерные решения для АПК : Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 84-летию со дня рождения профессора Анатолия Ефремовича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16–17 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2023. – С. 182–186.
3. Ревин, Ю. Г. Технологические машины и оборудование природообустройства (Основы теории и общий расчет мелиоративных машин): Учебник / Ю. Г. Ревин, Ю. П. Леонтьев, К. В. Губер, В. И. Поддубный, Н. А. Палкин, В. В. Андросов; Под общ. ред. Ю. Г. Ревина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 230 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА (СПГ) В АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ

Сопикова Виктория Андреевна

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vika_sopikova96@mail.ru

Научный руководитель: Селиванов Николай Иванович

доктор технических наук, профессор
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
zaprudskii@list.ru

Аннотация. Замена традиционных видов топлива альтернативными, среди которых природный газ (КПГ, СУГ) является актуальным. В статье показаны преимущества природного и нефтяного (СУГ) газа в качестве моторного топлива, а также показаны проблемы его использования.

Ключевые слова: энергоресурсы, моторное топливо, природный, нефтяной газ.

Цель работы - дать оценку эффективности использования газового топлива в автотракторных дизелях.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- 1) Дать сравнительную оценку экологических и эффективных показателей дизелей на газовом топливе
- 2) Определить факторы, препятствующие газификации транспорта в регионе

Постоянная инфляция, ухудшение условий добычи нефти, ограниченные мощности нефтеперерабатывающих заводов и их устаревшее оборудование на фоне постоянного роста парка транспортных средств приводят к определенному дефициту и, как следствие, повышению стоимости бензина, дизельного топлива. Кроме того, парк автомобилей растет более высокими темпами, чем производство топлива в России, что также способствует дефициту топлива (рисунок 1) [1-4].

Наиболее очевидной альтернативой является использование сжиженного газа в качестве моторного топлива: природного газа (метан) и углеводородного газа (пропан-бутановые смеси). В современных условиях компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный углеводородный газ (СУГ) являются наиболее подготовленными для использования в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). В краткосрочной перспективе планируется широкое применение сжиженного природного газа (СПГ). Который может оказать долгоиграющее влияние на культуру энергопотребления и ознаменовать начало новой эры безопасных и экологических энергетических ресурсов. [4].

Одним из важнейших достоинств газового топлива, наряду с эффективностью использования, является его высокая экологичность. Поскольку выбросы вредных веществ, несут серьезную опасность здоровью населения и негативно влияют на экономику.

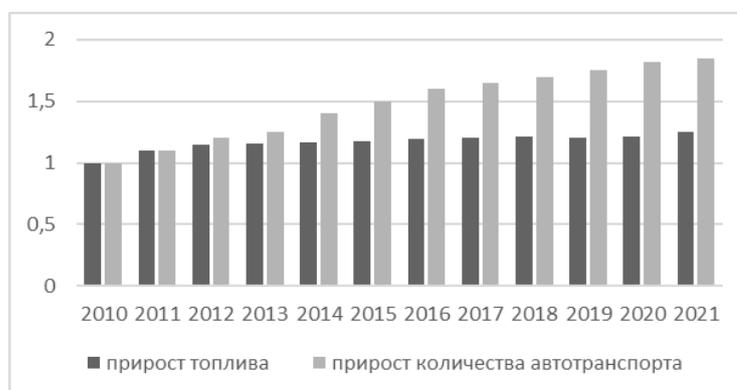


Рисунок 1 - Сравнительная динамика роста парка автотехники в России и производства топлива на российских предприятиях

В то же время ЕС вводит ужесточение экологических норм, которые ратифицируются в РФ (“Евро-6”). Выхлопы двигателей на газомоторном топливе, в 4-5 раз менее вредны, чем двигателей, работающих на бензине или дизельном топливе. При использовании СУГ содержание оксида углерода ниже в 2-3 раза, окиси азота - в 1,2 раза, углеводов меньше в 1,9 раза, они не содержат соединений серы. [4] Использование газомоторного топлива сокращает выбросы парниковых газов транспортными средствами более чем на 25 %3. (Рисунок 2).

Таким образом, перспективность развития техники и технологий на основе газомоторного топлива очевидно. Однако окончательный вывод можно сделать только после сравнительного анализа всех показателей. Ниже приведены результаты лабораторных и полевых испытаний автотракторных двигателей на кафедре “Тракторы и автомобили”.

В качестве моторного топлива представлены две разновидности - сжиженным природным газом (КПГ), который поступает на АГНКС (автонаполнительные газовые компрессорные станции) по газопроводам, и сжиженный углеводородный газ (СУГ). КПГ - метан, а СУГ - смесь пропана и бутана, продукт переработки попутного нефтяного газа (ПНГ) [5]. Одним из первых начал применяться пропан-бутан, преимущество которого заключается в том, что он легко сжижается при давлении всего 1,0-1,5МПа и при обычной температуре, а для его транспортировки достаточно баллона с толщиной стальных стенок всего 4-5 мм, в отличие от метана, сжижение которого можно осуществлять только при низких температурах (порядка минус 160 градусов по Цельсию), что делает технологии сжижения и “разжижения” дорогими. При этом сжижение осуществляется при давлении до 20,0-25,0 МПа, вследствие чего требуются более прочные и тяжелые баллоны для перевозки.

Еще одним преимуществом при переходе с традиционного топлива на СУГ является сокращение затрат на горюче-смазочные материалы примерно на 20-25 %. Следует отметить, что КПГ по сравнению с углеводородным топливом имеет преимущества, в первую очередь, по энергоотдаче, которая у СУГ примерно на 25 % меньше, чем у КПГ - 6175 ккал/м3 и 8280 ккал/м3, соответственно. То есть на одинаковое расстояние СУГ потребуется на 25-30 % больше; по экологическим параметрам СУГ уступает КПГ.

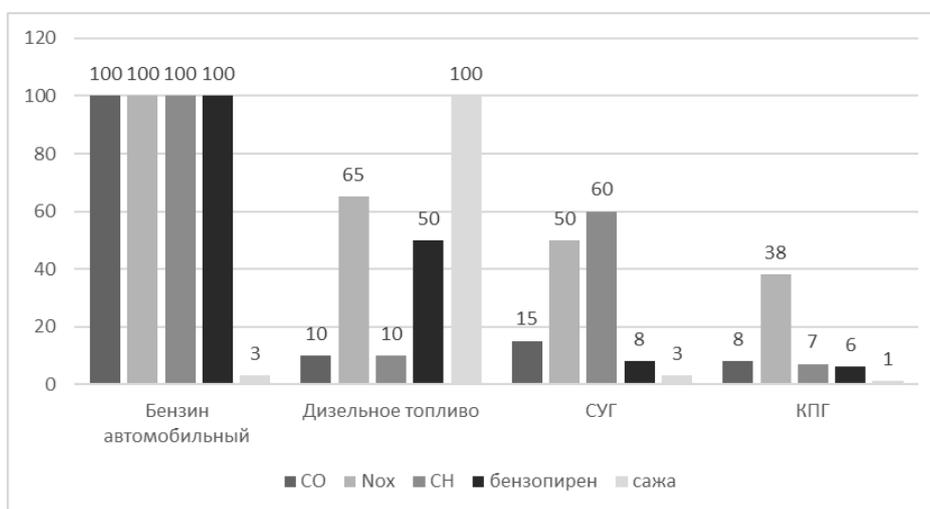


Рисунок 2 - Сравнительная характеристика экологических показателей моторного топлива

Перевод же автомобилей на газомоторное топливо уменьшает выбросы диоксида углерода на 13 %, оксидов азота - на 15-20 %, в 8-10 раз снижает дымность отработанных газов и выбросы соединений свинца. Таким образом, можно сказать, что по уровню выбросов вредных веществ в атмосферу с КПГ соперничает только электроэнергия.

Определенным образом при использовании КПГ и СУГ в качестве топлива улучшаются технические характеристики двигателя внутреннего сгорания. Увеличивается срок службы, межремонтный пробег возрастает в 1,5-2 раза, практически на 40 % возрастает срок службы топливной аппаратуры, что в конечном итоге значительно сокращает затраты на ремонт. (Таблица 1)

Таблица - Сравнительная характеристика основных видов моторного топлива

Показатели	КПГ, %	Дизель, %
Цена	30	100
СО	8	10
NOx	38	65
CN	7	10
Сажа	1	100
Бензапирен	6	50
Переоборудование, тыс. руб	40-60	-
Сумма расходов на обслуживание автомобиля за 5 лет, тыс. руб.	140	60
Объем потребления топлива, %	75-80	100
Уровень затрат на топливо, %	27	100
Срок окупаемости для частного пользователя, км пробега	49000	-
Температура самовоспламенения	650	320
Класс опасности	2	3

Отрицательные моменты: использование газового топлива может привести к неравномерности работы двигателя, что связано с резонансом во впускной системе и с расслоением газовой смеси; сложности при пуске холодного двигателя при низкой температуре окружающей среды.

Определенную проблему представляет стоимость переоснащения автомобиля. Цена пропан-бутанового переоборудования составляет 20-30 тыс. руб., а метанового - начинается с 45 тыс. руб. При этом масса такого оборудования превышает 50 кг для СУГ и более 100 кг для КПГ. Самая тяжелая и дорогая деталь конструкции - баллон.

Несмотря на преимущества использования газомоторного топлива, можно выделить ряд причин, препятствующих его расширенному применению, как на федеральном, так и на региональном уровне. Факторами, являющимися препятствием развитию использования КПГ и СУГ на транспорте, являются:

1. недостаточное развитие газозаправочной инфраструктуры.
2. низкий уровень развитости законодательной базы
3. необходимость существенной разницы в цене СУГ и дизельного топлива
4. низкая степень покрытия территории представительствами и дилерскими центрами по продаже автомобилей на СПГ
5. высокая степень монополизации производственной цепочки природного газа
6. недостаточная развитость сети магистральных газопроводов.

Выводы

1. Определены преимущества и дана оценка экологических и эффективных показателей автомобильных двигателей на газовом топливе.

2. Установлены основные факторы, препятствующие газификации автомобильного транспорта в регионе, среди которых главным является необходимость снижения цены газового топлива до 50% от стоимости традиционного.

Список литературы

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2020- 2023гг./Информ. аналит. материал МСХ Красн. Края. Красноярск – Текст: электронный // URL: <https://www.krsk.kp.ru/daily/27465/4670789>
2. Карлик. Е.М., технико-экономические проблемы, М: ИПК Издательство стандартов, 2017г., С 1-6.
3. Преимущества использования СУГ, КПГ и СПГ в качестве моторного топлива – Текст: электронный // URL: [http:// www.gazpromlpg.ru/?id=213](http://www.gazpromlpg.ru/?id=213)
4. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства/Учебное пособие. - М. Информагротех, 1995.-576с.
5. Selivanov, N.I. Renovation of the tractor fleet in the agriculture of the region / Selivanov, N.I., Averyanov, V.V., Kuznetsov, A.V., Kuzmin, N.V., Zaprudsky, V.N. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Scie

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПАС-3D

Фомин Вячеслав Валерьевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Vbnjkr228@gmail.com

Научный руководитель: Поллошкин Николай Геннадьевич

кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nigenn@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы топологической оптимизации кронштейна крепления крыла универсального культиватора.

Ключевые слова: кронштейн, трёхмерные модели, нагрузки, топологическая оптимизация, генеративный дизайн, КОМПАС-3D.

Снижение массы и повышение прочностных характеристик конструкций, используемых в сельском хозяйстве, является важной задачей. Решение данных вопросов напрямую связано с поиском оптимальных геометрических параметров проектируемого изделия [1]. В настоящее время для решения этой задачи используются методы топологической оптимизации и генеративного дизайна. Применение методик оптимального проектирования позволяет найти оптимальные параметры конструкции, удовлетворяющие технологическим и прочностным ограничениям, обеспечивая, таким образом, минимум целевой функции [2].

Генеративный дизайн в машиностроении - это методология, которая использует алгоритмы для создания оптимальных конструкций деталей и механизмов. Такой подход, за счёт функциональных требований и ограничений, позволяет автоматически генерировать и оптимизировать форму и структуру изделий, что приводит к экономии материалов и снижению массогабаритных показателей.

Генеративный дизайн широко применяется в различных отраслях, включая:

1. Машиностроение и авиационная промышленность для оптимизации конструкций деталей и облегчения веса изделий;
2. Архитектура и строительство для создания инновационных и эффективных архитектурных форм;
3. Дизайн продуктов и промышленного дизайна для разработки уникальных и функциональных изделий.

У генеративного дизайна есть свои недостатки:

1. Не всегда экономически выгоден: внедрение данного подхода может потребовать дополнительных затрат в обучение персонала, приобретение специализированного оборудования;
2. Ограничения алгоритмов: генеративный дизайн зависит от точности и эффективности используемых алгоритмов, что может привести к ограничениям в создании сложных и уникальных конструкций;
3. Зависимость от входных данных: Качество и точность результатов Генеративного дизайна напрямую зависит от качества входных данных и правильного определения целей и ограничений проекта.

На рынке имеется значительное количество программных продуктов, позволяющих производить расчёты по топологической оптимизации и генеративному дизайну. На сегодняшний день топологическая оптимизация, в основном - компоненты больших CAD/CAM/CAE пакетов: Siemens, Dassault Systèmes, Autodesk, Компас-3D, Fidesys. И применяется эта технология, если не говорить о чисто демонстрационных целях, в основном при 3D-печати металлическими сплавами. Генеративный дизайн, в сочетании с прочностным анализом, решает задачу уменьшения массы изделия при сохранении прочности, что актуально не только в аэрокосмической отрасли. В данной работе топологическая оптимизация выполнялась в программе Компас-3D.

"Компас-3D" – это программное обеспечение для трехмерного проектирования (CAD), разработанное компанией Ascon. Это инструмент, который позволяет инженерам и дизайнерам

создавать трехмерные модели изделий, проводить анализ, создавать чертежи и выполнять другие задачи, связанные с проектированием [3, 4].

В качестве объекта топологической оптимизации был выбран кронштейн крепления бокового крыла рамы культиватора. Все работы выполнялись в Компас-3D.

Первой задачей необходимо было провести измерения кронштейна и построить его трёхмерную модель. Далее в программном модуле АРМ FEM был задан материал (сталь 09Г2С) ; произведено закрепление детали (места сварки); приложены нагрузки (места крепления крыла и тяг гидроцилиндров) (рис. 1, 2).

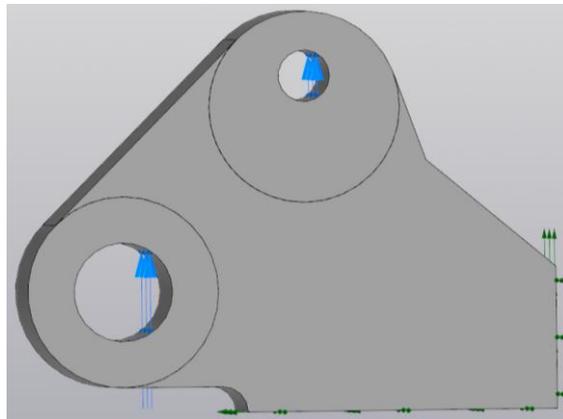


Рисунок 1 - 3Д модель кронштейн с заданными нагрузками

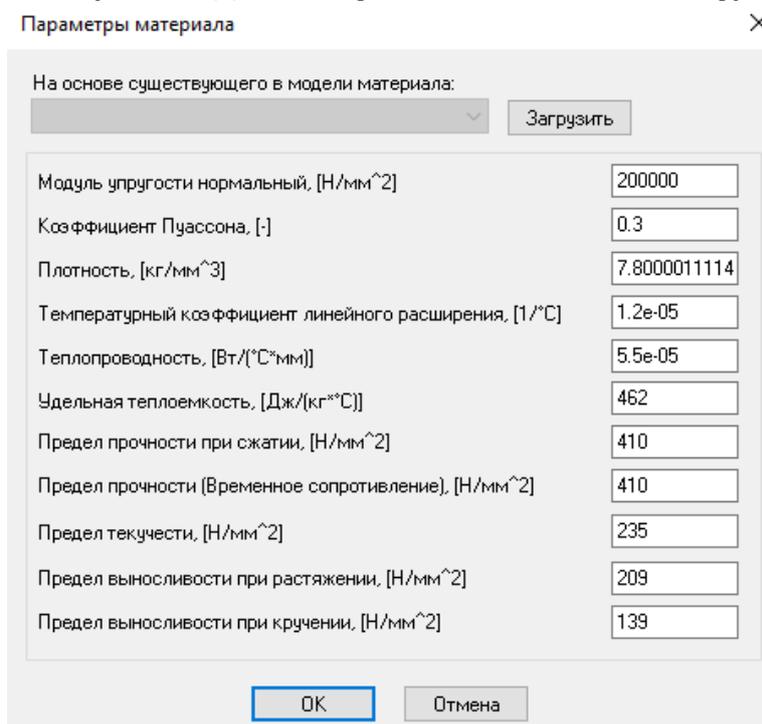


Рисунок 2 - Параметры материала

Выполняя топологическую оптимизацию, необходимо: первым делом выбрать пространство проектирования. Затем задаются отклики, в которых будет сформулирована оптимизационная задача. В нашем случае были выбраны энергия деформации и объем изделия. Уже из этих откликов формируется функция, целью которой является топологизация и оптимизация модели. Далее необходимо задать ограничения параметров, самого изделия (толщина детали) и типа его производства (можно выбрать штамповку, экструдирование, и 3D печать) (рис. 3).

-  Ограничение "Минимальная толщина"
-  Ограничение "Максимальная толщина"
-  Ограничение "Симметрия"
-  Ограничение "Штамповка"
-  Ограничение "Экструзия"
- 3d** Ограничение "3D-печать"

Рисунок 3 - Виды ограничений

Далее необходимо было сформировать сетку конечных элементов (рис. 4) [5]. После чего, при необходимости, можно посмотреть и изменить параметры расчёта и получить карту расчёта (рис. 5).

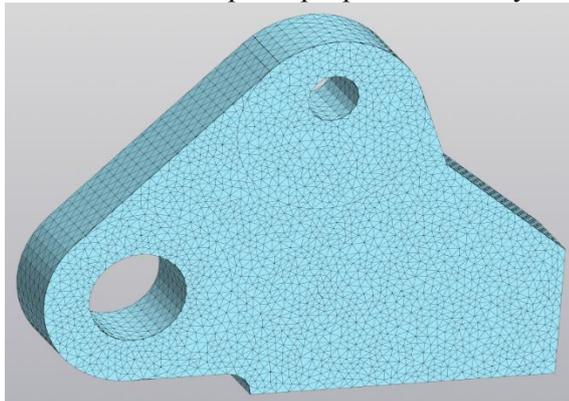


Рисунок 4 - Сетка конечных элементов

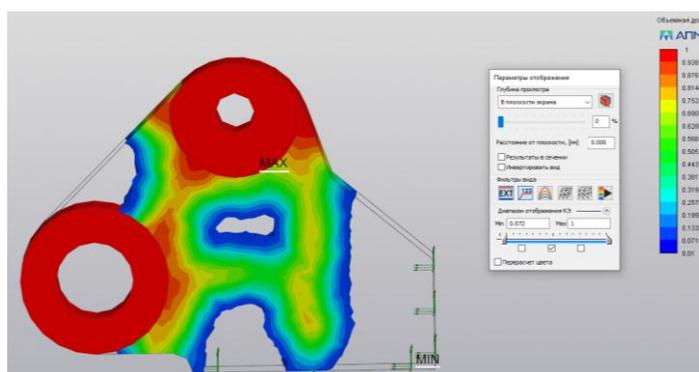


Рисунок 5 - Результат топологической оптимизации

Полученный результат преобразовывался в поверхность и уже по этой поверхности выполнялось построение 3D модели. В результате топологической оптимизации получена деталь неправильной геометрии (рис. 6).

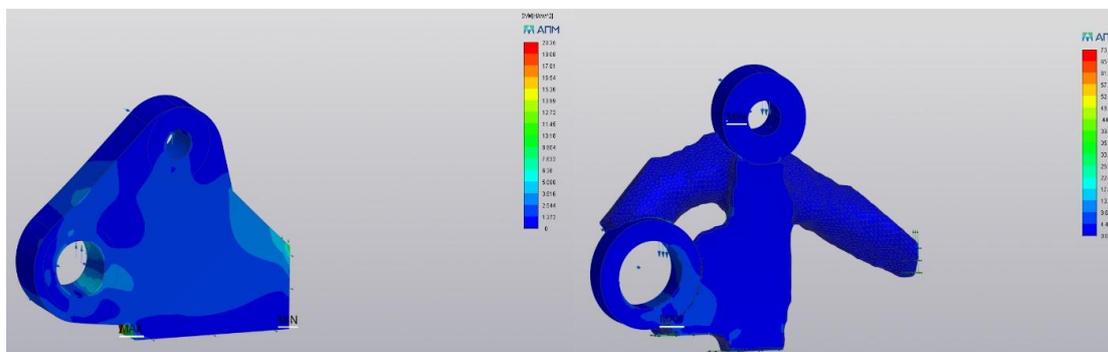


Рисунок 6 - Кронштейн культиватора:
 а) до топологической оптимизации;
 б) после топологической оптимизации

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы: оптимизированная модель выполняет свою задачу ничем не хуже оригинала, и способна сопротивляться заданным нагрузкам; вес детали уменьшился в сравнении с оригиналом почти в два раза (4586 гр., и 2290 гр. соответственно), что позволит снизить расход материала и, соответственно, снизить стоимость оптимизированных изделий в целом. Но, несмотря на положительный результат, имеются и существенные недостатки, а именно стоимость и технология изготовления подобных деталей; необходимость использования специализированного программного обеспечения.

Список литературы:

1. Козик А.М., Гуж Т.С., Ильичев В.А. Современные тенденции в вопросе оптимизации металлических конструкций // Молодеж. науч. форум: техн. и матем. науки. – 2017. – Февраль. – № 2(42). – С. 51–57.
2. Компас-3D: О программе – официальный сайт САПР КОМПАС [Электронный ресурс] / URL <https://kompas.ru/kompas-3d/about/> (дата обращения 16.02.24).
3. Оганесян П.А., Шевцов С.Н. Оптимизация топологии конструкций в пакете ABAQUS // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16. – С. 543–549.
4. Полюшкин Н.Г. Методы и средства измерений для проведения реверс-инжиниринга / Полюшкин Н.Г., Батрак А.П. Полюшкина М.П. // мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития. Том 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – С. 151-156.
5. Фомин В.В. Инженерный анализ прочностных характеристик кулачково-дисковой муфты средствами T-Flex cad 17 / в сборнике: Студенческая наука - взгляд в будущее. Материалы xviii всероссийской студенческой научной конференции. Красноярск, 2023. С. 26-29.

УДК 631.363.25

ДИСКОВЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Черпинский Сергей Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
Serjey86@mail.ru

Научный руководитель: Долбаненко Владимир Михайлович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
e-mail: dwm-82@mail.ru

Аннотация: в статье обосновано значение зерновых кормов для сельскохозяйственных животных, приведены требования, предъявляемые к этим кормам, представлена конструктивная схема дискового измельчителя фуражного зерна, рассмотрены его конструктивные особенности, описано взаимодействие измельчаемых зерновых компонентов с рабочими органами дискового измельчителя при осуществлении их измельчения, предложена конструкция дозирующего устройства, позволяющего обеспечить стабильную устойчивую работу дискового измельчителя.

Ключевые слова: зерно, корм, качество, измельчение, диск, эффективность, дозатор, сила, взаимодействие.

При производстве комбикормов зерновые компоненты должны в обязательном порядке подвергаться измельчению. Степень измельчения определяется тем, для каких сельскохозяйственных животных эти комбикорма предназначены. Однородность гранулометрического состава измельченных зерновых компонентов комбикормов, несомненно, способствует получению кормовых смесей, имеющих хорошую однородность [1].

Конструктивные особенности и режимы работы измельчителей фуражного (кормового) зерна безусловно зависят от того какими физико-механическими свойствами обладает измельчаемый продукт.

Качество комбкормов несомненно оценивается и по такому показателю как степень помола (дробления) зерновых компонентов, согласно установленным требованиям существуют три вида помола: крупный – размер измельченных частиц 1,8...2,6 мм, средний – размер измельченных частиц 1,0...1,8 мм и мелкий – размер измельченных частиц 0,2...1,0 мм. Качество измельчения (дробления) фуражного зерна определяется средневзвешенным диаметром измельченных частиц (модулем помола) M , мм, который можно определить исходя из выражения:

$$, \dot{I} = (0,5D_0 + 1,5D_1 + 2,5D_2 + 3,5D_3) / 100 \quad (1.1)$$

где D_0 – остаток измельченного продукта на дне анализатора; D_1, D_2, D_3 – остаток измельченного продукта на ситах, имеющих диаметр отверстий равный 1; 2 и 3 мм; 100 – масса, которую имеет средняя проба измельченного продукта, г.

Зерновые корма, входящие в состав комбикормов, измельчают, как правило, при помощи молотковых зернодробилок и в меньшей степени при помощи вальцовых станков. Зернодробилки молоткового типа относятся к универсальным машинам, применяющимся для измельчения (дробления) различных зерновых компонентов комбикормов.

Требования, которым должны отвечать машины, применяемые для дробления зерна, состоят в следующем: 1. обеспечение непрерывной и равномерной подачи измельчаемого продукта в рабочую зону; 2. осуществление равномерного измельчения продукта и достаточно быстрое удаление из рабочей зоны машины измельченных компонентов; 3. обеспечение возможности изменения степени измельчения компонентов; 4. легкая и быстрая замена быстроизнашивающихся деталей; 5. обеспечение минимального удельного расхода энергии.

Анализируя выше приведенные сведения можно заключить следующее: необходимо разработать схемы и конструкции измельчителей ступенчатого типа, позволяющие выделять готовый (измельченный) продукт на выходе из каждой ступени измельчения, например при применении решетных устройств, которые позволяют достичь снижения эффекта повторных разрушений (измельчений), а также появление так называемой мучной пыли и дополнительных энергетических затрат на осуществление процесса в целом.

Для решения поставленных выше задач разработана конструкции дискового измельчителя фуражного зерна, представленная на рисунке 1. Измельчитель имеет в своем составе следующие сборочные единицы такие как: корпус 1; приемную воронку 2; опоры вертикально установленного вала 5, обозначенные как 3 и 4; измельчающие пары дисков 6 и 7, имеющие три пояса измельчения 13, установленные на валу параллельно друг относительно друга; решетку-сепаратор 8, имеющую конусообразный вид; наклонно установленный желоб 9; устройство регулировки 10; привод 11; скатные доски 12; установленный неподвижно диск 14.

На рисунках 2 и 3 представлены устройство регулировки и измельчающий диск соответственно.

Технологический процесс измельчения фуражного зерна в представленном измельчителе осуществляется следующим образом. Подлежащее измельчению фуражное зерно подается в приемную воронку 2, из которой оно в результате действия на него силы тяжести, самотеком проходя через отверстие в неподвижно установленном диске 14, поступает для измельчения на первой паре измельчающих дисков 6 и 14, диск 6, имеет пояс приема 1 (см. рисунок 2), который переходит в пояс подачи 3, окончание процесса измельчения зерна происходит в так называемом модульном поясе 3. Измельченное зерно после прохождения междискового пространства, подается на имеющую конусообразный вид решетку-сепаратор 8 (см. рисунок 1), измельченная фракция, прошедшая через решетку-сепаратор 8, попадает на поверхность наклонно установленного желоба 9, и попадая на первую скатную доску 12. Фракция, не прошедшая через решетку-сепаратор 8, направляется по его поверхности для дальнейшего измельчения на второй паре измельчающих дисков 7 и 14. Степень измельчения фуражного зерна изменяется при помощи регулирующего устройства 10. Измельченная на второй паре дисков измельченная фракция попадает на вторую скатную доску 12 и далее окончательно выводится из измельчителя. Разработанный дисковый измельчитель фуражного зерна позволяет при осуществлении его измельчения, производить отбор двух разных по своему гранулометрическому составу фракций.

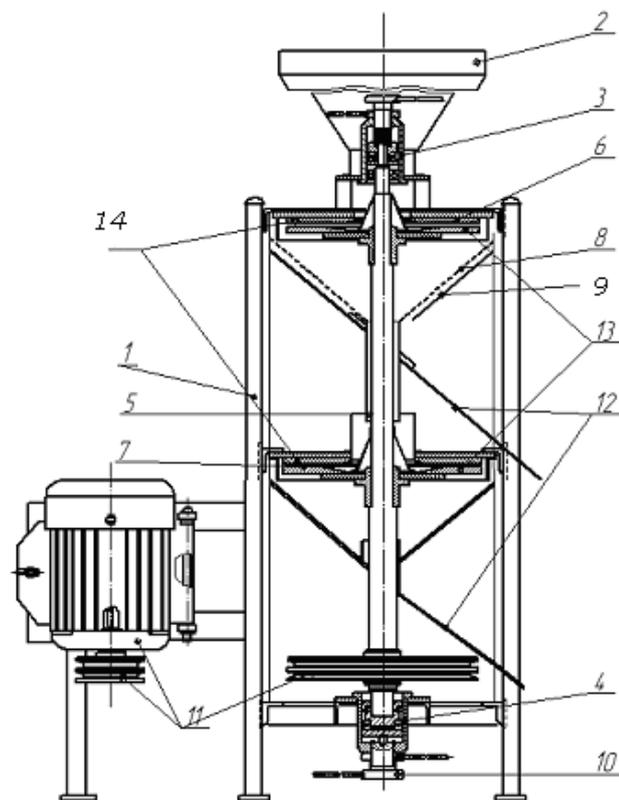


Рисунок 1 – Конструктивная схема измельчителя фуражного зерна дискового типа

Рабочие поверхности измельчающих дисков имеют три измельчающих пояса (см. рисунок 3). Пояса измельчающего диска обеспечивают прием, подачу и заданную степень измельчения зерна в пространстве, образованном парой дисков.

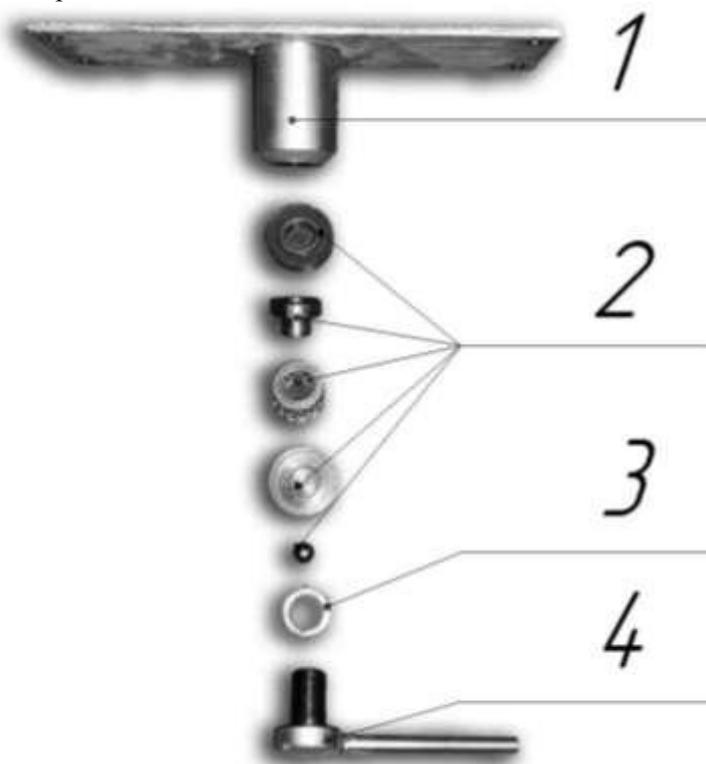


Рисунок 2 – Устройство регулировки: 1 – стакан; 2 – узел радиально-упорный; 3 – контро гайка; 4 – винт регулировки



Рисунок 3 – Измельчающий диск: 1 – пояс приёма; 2 – пояс подачи; 3 – модульный пояс

Измельчаемые зерновые частицы, имеющие малые размеры при их отделении от зерновок в бороздках при воздействии центробежной силы отбрасываются на периферийную поверхность диска и, попадая в зону модульного пояса, дополнительно измельчаются до требуемых размеров.

Следовательно, необходимо увеличивать время нахождения измельчаемых зерновок в зоне измельчения, подвергая их многократным деформационным воздействиям происходящих с постоянно возрастающей его величиной.

Для достижения такого эффекта, зерно должно равномерно слоем, толщиной равной d_z , должно подаваться в зону измельчения. Осуществление подачи зерновой массы на измельчение, а также его распределение по соответствующим приемным бороздкам, расположенным на подводящем поясе диска, производится посредством дозатора (рисунок 4). Это сделано для того чтобы обеспечить нормальную устойчивую работу измельчителя. Дозатор позволяет обеспечивать равномерную загрузку дискового измельчителя всему периметру приемной воронки 2 (см. рисунок 1).

Дозатор работает так, поступающее на измельчение фуражное зерно под действием силы тяжести самотеком направляется по лотку 2 в цилиндр 3 дозатора, и по мере его заполнения, осуществляет запираание питающего лотка зернового бункера 1. При осуществлении процесса измельчения нижний диск 7 начинает вращательное движение, поступающее на измельчение фуражное зерно, проходя через вырезы на нижнем торце цилиндра 3, подается, на измельчение в пояс приема диска измельчающего диска. Интенсивность подачи фуражного зерна на измельчение можно регулировать при помощи вертикального перемещения цилиндра 3 дозатора, которое достигается посредством вращения винта регулировки 4.

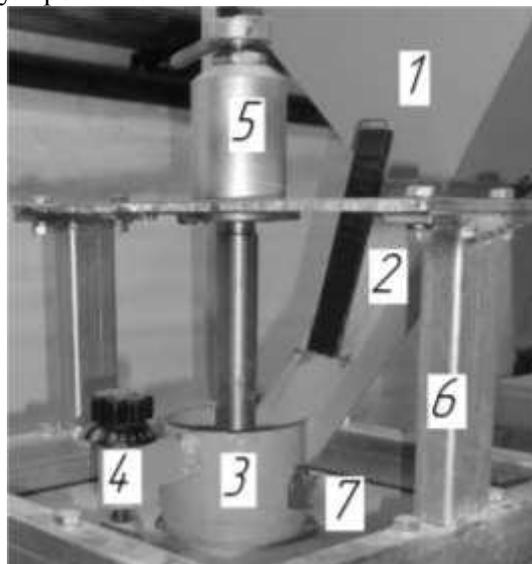


Рисунок 4 – Дозатор: 1 – зерновой бункер; 2 – лоток; 3 – цилиндр дозатора; 4 – винт регулировки; 5 – опора вала; 6 – рама; 7 – неподвижный диск

Разработанный дисковый измельчитель фуражного зерна универсален, то есть способен осуществлять измельчение зерновок злаковых, а также бобовых культур, при этом содержание фракции, имеющей размер менее 1 мм, не превышает 1,2 %.

Для того чтобы получить оптимальный модуль помола (степень измельчения) необходимо:

– установить зазор в пространстве между измельчающими дисками должен в пределах 0,25...0,75 мм;

– влажность измельчаемого фуражного зерна должна находиться в пределах 12...16 %;

– установить частоту вращения измельчающих дисков в пределах 600...1000 об/мин.

Для обеспечения возможности увеличения степени измельчения фуражного зерна в дисковом измельчителе, следует увеличить модульный пояс измельчающего диска относительно пояса подачи [2].

Список литературы

1. Дегтерев, Г. П. Технологии и средства механизации животноводства / Г. П. Дегтерев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.

2. Иванов, В.В. Совершенствование режимов работы дискового измельчителя кормового зерна: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иванов Вячеслав Владимирович; Донской государственный аграрный университет. – Зерноград, 2014. – 132 с.

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АПК

УДК 622:621.31

КОГЕНЕРАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Андреева Ирина Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ia5753123@gmail.com

Грейдин Вячеслав Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
slavagreydin1402@gmail.com

Научный руководитель: Семенов Александр Федорович

кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
semaf84@mail.ru

Аннотация: на сегодняшний день, из-за географических и территориальных особенностей нашей страны, существует множество регионов, не подключенных к централизованному электроснабжению и теплоснабжению. Это делает актуальным вопрос разработки многотопливных автономных источников тепловой и электрической энергии. Эти регионы, как правило, находятся под влиянием холодного климата, поэтому потребление тепловой энергии там значительно превышает потребление электрической энергии.

Ключевые слова: когенерация, электроэнергия, электроэнергетика, автономная энергия, эффективность, топливо, автономные электростанции, котельные с генерацией электричества, когенерационные установки.

Системы малой энергетики направлены на создание автономной генерации энергии. Такие системы должны использовать различные виды топлива и генерировать из них тепловую и электрическую энергию. Этой энергии должно быть достаточно для обеспечения энергией частного дома или домохозяйства. Система, которая отвечает этим требованиям, может считаться полноценной микрогенерацией. Работать в автоматическом режиме и обслуживаться владельцами без необходимости создания централизованной системы энергообеспечения или подачи первичного источника энергии. При реализации такого рода проектов, можно создать систему распределенной энергетики. Эта система снизит нагрузку на крупные источники тепла и электроэнергии, а также сократит затраты на транспортировку ресурсов [1].

Изучая способы обеспечения энергией небольших поселений, удаленных от крупных городов, мы видим использование различных видов котельного оборудования. Такое оборудование потребляет наиболее доступное для данного региона топливо. Однако недостатком таких систем является низкий КПД и ограниченный ресурс оборудования.

Для замены такого оборудования предлагается использовать многотопливные автономные когенерационные станции. Такие установки могут работать не только на природном газе или топливе из нефтепродуктов, но также на твердом топливе или отходах деревообрабатывающей промышленности. Также они могут производить тепло для системы горячего водоснабжения без изменений в потреблении исходного топлива.

Конструкция, которую мы предлагаем, позволяет изменять выходную мощность в широком диапазоне. При этом структура установки остается неизменной. Чем больше мощность, тем шире область применения - от частных домохозяйств до небольших промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Эффективность в этом случае будет напрямую зависеть от близости и доступности источника первичной энергии или от наличия отходов, которые могут быть использованы в качестве топлива [2].

Еще одним преимуществом данной установки является ее способность работать в режиме когенерации. Это означает использование высокопотенциальной энергии для получения электричества и энергии с низким потенциалом для обогрева и горячего водоснабжения. Этот режим работы уже предусмотрен в конструкции, и энергия вырабатывается в виде пара и горячей воды. В зимнее время вся низкопотенциальная тепловая энергия используется для обогрева и горячего

водоснабжения, а в летнее время излишки тепловой энергии могут использоваться для нагрева воды в бассейне.

По классификации энергоустановок данная конструкция относится к микро или мини тепловой электроцентрали, но отличается возможностью перехода на любой доступный вид топлива. Характеристики многотопливной автономной электростанции приведены в таблице 1.

Таблица 1- Технические характеристики многотопливной автономной электростанции (МАЭ) [2]

Модель	МАЭ
Электрическая мощность (постоянная), кВт	1
Электрическая мощность (максимальная), кВт	5
Тепловая мощность (максимальная), кВт	25
Размеры (Д*Ш*В), см	140*70*200
Вес, кг	250

Представленные данные ориентировочные и будут корректироваться после замеров на прототипе МАЭ, рисунок 1.



Рисунок 1 – прототип МАЭ [2]

В модель малой автономной энергоустановки (МАЭ), мы можем выделить несколько основных компонентов. Вода из бака подается в паровой котел с помощью питательного насоса. В горелочном устройстве выбранный вид топлива сжигается и превращает воду в пар с определенными температурой и давлением. Этот пар поступает в паровой двигатель, где давление пара превращается во вращение вала, которое, в свою очередь, приводит в действие электрогенератор. В результате этого вращения механическая энергия вращения превращается в электрическую энергию, которая затем подается потребителю. Затем пар проходит через конденсационный теплообменник, где он превращается в жидкость и передает низкопотенциальное тепло охлаждающей жидкости системы отопления и горячего водоснабжения. После этого вода, которая отдала большую часть своей энергии, возвращается в паровой котел, завершая один цикл работы МАЭ., рисунок 2.

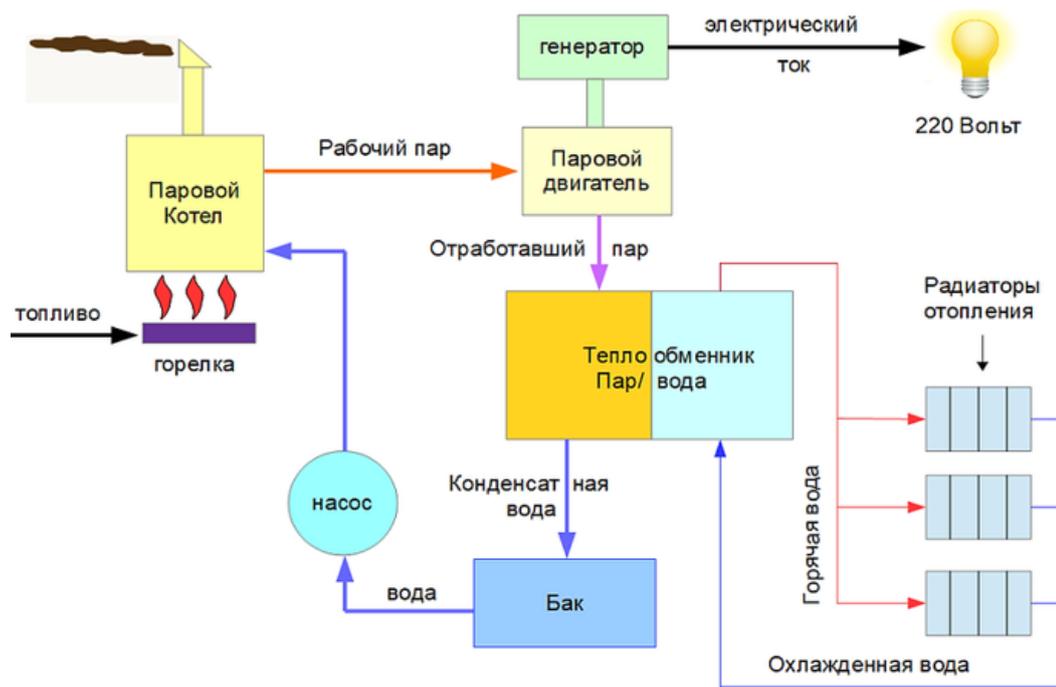


Рисунок 2 – Функциональная схема МАЭ [2]

На функциональной схеме изображен метод преобразования и передачи энергии при циклической работе установки. Компоненты МАЭ собраны в одном блоке, размеры которого могут меняться в зависимости от мощности установки. Радиаторы отопления в конструкцию не включены и могут быть заменены другим устройством, потребляющим тепловую энергию установки. По предварительным оценкам, общий габаритный размер установки не превысит размеров бытового холодильника, что значительно упростит транспортировку и монтаж оборудования на объекте. При проектировании МАЭ использован паровой котёл прямого типа с выбором конструкции по критерию взрывобезопасности. Если произойдёт сбой и нарушение герметичности системы, система автоматически прекратит подачу топлива, и весь теплоноситель останется внутри корпуса установки.

МАЭ - полностью автономная и независимая от энергосистемы установка. Ее можно запустить и вывести на номинальный режим с помощью аккумулятора или вручную. После выхода на номинальный режим, вся система электроснабжения установки и домохозяйства работает от генератора.

Автоматическая система управления и безопасности настроена так, что не требует присутствия человека. В случае ненормальной или аварийной ситуации, она устраняет ненормальность или выключает установку, оповещая об этом человека по выбранному каналу связи. Функциональная модель генерации электроэнергии в установке показана на рисунке 3. Источником механической энергии в виде вращения является паровой двигатель. В генераторе механическая энергия превращается в электрическую. В нормальном режиме работы МАЭ производит 1 кВт*ч. Мощность можно регулировать, настраивая систему управления. Номинальная вырабатываемая мощность напрямую влияет на расход топлива установкой.



Рисунок 3 – функциональная схема генерации и преобразования электрической энергии [2]

Если эта когенерационная установка будет производиться серийно и в больших количествах, она может полностью заменить твердотопливные котельные. Произойдет снижение электрической нагрузки на сельские электросети. Поскольку топливо будет сжигаться оптимальным образом, это также приведет к снижению вредных выбросов в атмосферу.

Список литературы

1. Всетопливная электростанция ВТЭС "КРОПАТ" [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kropat.ru> (дата обращения 01.02.2024).
2. Никитко И. Автономное энергоснабжение загородного дома/ "Издательский дом" Питер, 2013.

УДК: 681.11.031.12

ВЫБОР ТИПА АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Афанасьева Анастасия Олеговна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
 afanasevaa931@gmail.com

Научный руководитель: Чебодаев Александр Валериевич

кандидат технических наук, доцент
 Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
 ale-chebodaev@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются существующие на рынке аккумуляторные батареи, которые рекомендуются для использования в составе автономных фотоэлектрических станций. Что бы убедиться в правильности выбора аккумуляторов для фотоэлектрической станции, достаточно провести анализ и сравнить аккумуляторы по их характеристикам и параметрам. Рассматриваемые в статье АБ содержательно описаны, проанализированы их достоинства и недостатки. В конце статьи

сделан вывод, какой аккумулятор наиболее эффективно подходит для большинства автономных ФЭС, по параметрам долговечности, энергоэффективности, износостойкости и экономичности.

Ключевые слова: LiFePo₄, AGM, автономная фотоэлектрическая станция, аккумулятор, энергоемкость, ресурс работы, циклический режим, стоимость, технические характеристики, гарантия, температура эксплуатации, габариты, ток разряда, ток заряда, обслуживание, вес, удельная энергоемкость, стоимость энергии, срок службы, безопасность, сравнение.

Одной из частей автономной фотоэлектрической станции (АФЭС) является аккумуляторная батарея (АБ). При создании АФЭС, например для коттеджа, сельского жилого дома, пастухи, или целого поселка, важно правильно выбрать аккумуляторные батареи.

Количество АБ зависит от параметров ФЭС [1], необходимого количества запасенной электрической энергии, режимов работы электроприемников и интенсивности солнечного излучения за рассматриваемый период. АБ предназначены для создания запаса электрической энергии, благодаря этому в отсутствие солнца или в темное время суток аккумулятор обеспечивает непрерывную работу электроприемников.

Стоимость оборудования для создания АФЭС, достаточно высока [1], но учитывая значительный ресурс работы фотоэлектрических модулей, контроллеров, инверторов является перспективной альтернативой другим автономным источникам электрической энергии. Слабым звеном в АФЭС по-прежнему остаются АБ, которые имеют высокую стоимость [1] и невысокий ресурс работы в циклическом режиме, свойственном большинству возобновляемых источников энергии. Применяемые в АФЭС АБ оказывают существенное влияние на стоимость вырабатываемой электрической энергии, следовательно, от правильного выбора АБ зависит и эффективность работы АФЭС в целом [3].

АБ известны уже очень давно, еще с начала развития электрификации, с тех пор лучшие умы человечества работают над совершенствованием уже известных типов аккумуляторов и постоянно ведется работа над созданием новых конструкций и типов [3]. Разные типы АБ находят свое применение в различных областях народного хозяйства, так как имеют существенные отличия в технических характеристиках, и каждый имеет ряд достоинств и недостатков перед собратьями. Одни могут сохранять заряд длительное время, другие могут кратковременно выдавать огромные токи, третьи – работать при отрицательных температурах без существенного снижения основных параметров, четвертые – имеют малый вес при значительной энергоемкости и т.д.

Для работы в составе АФЭС требуются аккумуляторы, которые должны отвечать следующим параметрам [2]:

- иметь значительную энергоемкость;
- иметь большой ресурс работы в циклическом режиме;
- иметь длительный срок эксплуатации;
- отдавать значительную ёмкость при любых токах разряда;
- должны быть не чувствительны к режимам хронического недозаряда;
- должны быть пожаро и взрывобезопасны.

Как показал литературный обзор [2-3], в настоящее время все еще широко для АФЭС рекомендуются свинцово-кислотные АБ, типа AGM, Gel или их гибридов [1]. Появляются в широкой продаже и АБ на основе лития, следующих типов – Li-ion, Li-Pol, LiFePo₄, LTO. В характеристиках предлагаемых производителями АБ достаточно сложно сразу выбрать тот тип, который бы полностью отвечал поставленным требованиям. Для начала попробуем разобраться в особенностях конструкции и основных технических характеристиках предлагаемых рынком АБ [1].

AGM аккумулятор, обладает рядом преимуществ, по сравнению с обычными свинцово-кислотным АБ. Первое отличие - это отсутствие жидкого электролита в свободной форме. Сепараторы, находящиеся между пластинами, изготавливаются из пористого стекловолокна и пропитываются (как губка) электролитом. Отрицательно и положительно заряженные пластины плотно прилегают к сепаратору внутри аккумулятора, тем самым образуя прочную конструкцию. Эти пластины сдавливают сепаратор, поэтому их можно расположить максимально близко, что на 20% увеличивает массу пластин, чем в обычных АБ. Так как электролит в AGM аккумуляторе связан стекловолоконным матом, а корпус герметизирован, аккумулятор можно устанавливать в любом положении. AGM аккумулятор не взрывоопасен, так как нет выделений водорода при заряде АБ. Пластины изготавливаются из очищенного свинца, обладающего наименьшим сопротивлением, что

повышает характеристики заряда/разряда. Сепаратор не дает пластинам распадаться, поэтому аккумулятор способен переносить глубокие разряды [2-3].

Gel – гелевый аккумулятор, вид известного свинцово-кислотного АБ. В гелевых аккумуляторах в электролит добавляют загущающее вещество, которое превращает электролит в гель, что способствует меньшему внутреннему разрушению пластин, тем самым увеличивается срок службы и количество циклов заряда/разряда АБ, а также позволяет эксплуатировать АБ в различных пространственных положениях. Гелевые АБ являются необслуживаемыми, не выделяют водород при заряде/разряде АБ, все выделяемые электролитом газы рекомбинируют в геле. Имеют значительный срок службы в буферном режиме, и повышенное количество циклов заряда/разряда по сравнению с традиционными свинцово-кислотные АБ [2-3].

Литиевые аккумуляторы. Литий самый легкий металл, имеет наибольший электрохимический потенциал и обеспечивает самую большую плотность энергии, то есть аккумуляторы, в которых используется литиевые металлические электроды характеризуются высоким напряжением, и большой емкостью.

Li-ion – литий-ионные аккумуляторы обладают малым весом, значительной энергоемкостью и энергоотдачей, способны заряжаться большими токами, и отдавать полную емкость без последствий. При повреждении аккумулятора может вытечь жидкий электролит, при повреждении электродов – пожаро и взрывоопасны, поэтому не будем их рассматривать для АФЭС [2-3].

Li-Pol – литий-полимерные аккумуляторы. Имеют мягкий корпус, тем самым возможно создать аккумулятор разнообразной формы. Аккумуляторы по сравнению с литий-ионными легче, компактнее и имеет более высокую плотность энергии, электролит загущен, поэтому позволяет более эффективно работать при повышенных температурах. Недостаток высокая стоимость, при повреждении аккумулятора – пожаро и взрывоопасны, поэтому не будем их рассматривать для АФЭС [2-3].

LTO – литий-титанатные аккумуляторы. Обладают высокой токоотдачей, заряжаются большим током, не теряет своих свойств при минусовых температурах, имеет большой жизненный цикл. Недостатком таких аккумуляторов является частое обгорание проводов при работе аккумулятора, что требует дополнительной установки предохранителей и очень высокая цена, поэтому не будем их рассматривать для АФЭС [2-3].

LiFePo4 – литий-железо-фосфатные аккумуляторы. Выдерживает долгое хранение в полностью заряженном состоянии, практически не деградирует, имеют высокий срок службы. Отличаются повышенной безопасностью при повреждении, как и все литиевые аккумуляторы не обслуживаемые. Имеют оптимальную цену, в отличии от остальных литиевых аккумуляторов [2-3].

Рассмотрим основные технические характеристики нескольких типов АБ, часто используемых для АФЭС это AGM, Gel и LiFePo4 (таблица 1). Для сравнения было принято выбрать аккумуляторы разных типов, но одинаковой электрической емкости [1].

Проводя сравнения параметров рассматриваемых АБ, мы видим, что их параметры во многом схожи и различаются незначительно (емкость, напряжение, температура эксплуатации, габаритные размеры), кроме таких как:

– **гарантийный срок**, на LiFePo4 АБ гарантийный срок в два раза дольше, чем на свинцово-кислотные АБ;

– **максимальный ток разряда**, свинцово-кислотные АБ могут разряжаться током в 10 раз большим, чем LiFePo4 АБ, но для работы в составе АФЭС данный параметр не имеет решающего значения, так как для систем автономного электроснабжения не нужны большие пусковые токи, а нужны продолжительные токи, которые способен обеспечить LiFePo4 АБ;

– **максимальный ток заряда**, LiFePo4 АБ могут заряжаться в три раза большими токами, чем свинцово-кислотные АБ аналогичной емкости, данный параметр, также не имеет особого значения, но больший ток заряда позволяет быстрее зарядить АБ, без необходимости ограничивать величину зарядного тока, что для систем автономного электроснабжения, использующих возобновляемые источники энергии, может быть полезной функцией;

– **цена АБ**, LiFePo4 аккумуляторы более чем в два раза дороже свинцово-кислотных АБ, что негативно сказывается на первоначальных капиталовложениях в АФЭС;

– **количество циклов заряда-разряда АБ**, параметр который имеет значительные различия в зависимости от используемой технологии изготовления аккумуляторов, это важный параметр, на который следует обращать особое внимание, так как, аккумуляторы в составе АФЭС работают в цикличном режиме, при этом разряд может составлять значительную часть электрической емкости, иногда без возможности своевременно восстановить заряд АБ (при продолжительной пасмурной

погоде), LiFePo4 АБ имеют в 10 раз большее количество циклов, что говорит о высокой эксплуатационной надежности.

Проанализировав технические параметры рассматриваемых АБ, обычно предоставляемых изготовителем, потенциальный потребитель видя некоторые преимущества LiFePo4 аккумуляторов (количество циклов заряда/разряда) и его высокую стоимость колеблется с выбором и не всегда принимает решение в пользу LiFePo4 аккумулятора.

В данной статье предлагаем ввести некоторые расчетные параметры и проанализировать их, для принятия окончательного решения при выборе АБ для АФЭС. К таким параметрам относятся:

– **удельная энергоёмкость** – количество электрической энергии, запасенной в аккумуляторе, измеряемое в А·ч (или Вт·ч), которую аккумулятор способен отдать при разряде на нагрузку, отнесенную к массе аккумулятора в кг., LiFePo4 аккумуляторы способны запастись в 2,6 раза больше электрической энергии на 1 кг веса, в системах АФЭС данный параметр особого значения не имеет, надо понимать, что с такими аккумуляторами будет проще работать при монтаже или переноске (перевозке);

– **удельная стоимость запасенной энергии**, данная величина вводится с целью унификации восприятия информации, за сколько рублей можно приобрести 1Ач запасаемой энергии, показывает что система LiFePo4 дороже свинцово-кислотных АБ более чем в два раза;

– **стоимость 1 цикла заряда/разряда до 80%**, данная величина показывает эксплуатационную стоимость владения АБ при циклическом использовании с глубиной разряда до 80%, рассчитанную на срок службы АБ, для LiFePo4 стоимость одного цикла составляет всего 7,5 рублей, что в четыре раза ниже стоимости одного цикла свинцово-кислотного АБ выполненного по технологии Gel, и в 6,5 раз ниже стоимости одного цикла свинцово-кислотного АБ выполненного по технологии AGM.

Таким образом, при сравнении вновь введенных параметров становится абсолютно очевидны преимущества LiFePo4 аккумуляторов, которые стоит использовать в настоящее время для повышения эксплуатационной надежности и снижения стоимости электрической энергии произведенной АФЭС.

Таблица 1 – Основные технические характеристики аккумуляторов для АФЭС

Параметр	AGM аккумулятор Sun Stone Power ML 12-100 (100 Ач)	Гелевый аккумулятор Sun Stone Power MLG 12-100 (100 Ач)	LiFePo4 аккумулятор Sun Stone Power SL 12-100 (100 Ач)
Тип аккумулятора	AGM	GEL	LiFePo4
Производитель	Sun Stone Power	Sun Stone Power	Sun Stone Power
Емкость	100 Ач (1,2 кВт·ч)	100 Ач (1,2 кВт·ч)	100 Ач (1,28 кВт·ч)
Напряжение	12 В	12 В	12,8 В
Гарантия	12 месяцев	12 месяцев	24 месяца
Темп. эксплуатации	от 0 до +50 °С	от 0 до +50 °С	от 0 до +55 °С
Габариты	329x172x214 мм	329x172x214 мм	320 x 172 x 230 мм
Макс. ток разряда	1000 А	1000 А	100 А
Макс. ток заряда	30 А	30 А	100 А
Цена, тыс. руб	19,448	21,420	44,940
Кол-во циклов заряд/разряд (при глубине разряда 80%)	400	700	6000
То же при 50%	600	900	>6000
То же при 30%	1200	1900	>6000
Обслуживание	не требуется	не требуется	не требуется
Встроенный Bluetooth	-	-	Есть, в составе BMS
Вес	29,5 кг	30,3 кг	11,5 кг
Удельная энергоёмкость, А·ч/кг	3,38	3,3	8,69

Удельная стоимость запасенной энергии, руб/Ач	194,48	214,20	449,40
Удельная стоимость запасенной энергии, руб/Втч	16,21	17,85	35,11
Стоимость 1 цикла заряд/разряд до 80%	48,62	30,6	7,49

Подводя итог, перечислим преимущества, которые имеют LiFePO₄ АБ по сравнению со свинцово-кислотными АБ [3]:

- Отдают полную ёмкость при любых токах разряда;
- Заряжаются в 5 раз большим током по сравнению со свинцово-кислотными АБ;
- Время полного заряда 2 часа (с текущими настройками BMS);
- Не требуют строгого алгоритма заряда КПД 95%;
- Не чувствительны к режимам хронического недозаряда;
- В 4 раза легче чем свинцово-кислотные;
- 10-кратное количество циклов по сравнению со свинцово-кислотными;
- Необслуживаемые;
- Не чувствительны к повышенным температурам;
- Пожаро-взрывобезопасны;
- Высокая снимаемая мощность;
- Длительный срок эксплуатации;
- Встроенная система балансировки и защиты делает АБ высоконадежными.

Заключение. Не смотря на то, что LiFePo₄ АБ достаточно дорогие, они подходят для частого использования в циклических режимах работы, свойственных АФЭС, потому что один такой цикл стоит в 4-6 раз дешевле АБ выполненных по технологиям AGM и Gel, следовательно, в условиях реальной эксплуатации, срок службы LiFePo₄ АБ должен составлять не менее 15 лет, что положительно скажется на себестоимости выработанной электрической энергии АФЭС.

Список литературы

1. Аккумуляторы для солнечных батарей и ИБП. – Текст: электронный // URL: <https://e-solarpower.ru/batteries> (дата обращения: 19.02.2024).
2. Сравнение LiFePO₄ аккумуляторов с AGM и GEL. – Текст: электронный // URL: <https://sunboats.ru/information/sravnenie-lifepo4-akkumulyatorov-s-agm-i-gel.html> (дата обращения: 20.02.2024).
3. Сравнение различных типов аккумуляторных батарей. – Текст: электронный // URL: <https://ess-asimut.ru/upload/iblock/4a9/4a9febfa61b389513f277fc7b0d6b32f.pdf> (дата обращения: 22.02.2024).

ЭЛЕКТРОВОДОНАГРЕВАТЕЛЬ С ЭФФЕКТОМ «ПАМЯТИ ФОРМЫ»

Афанасьева Анастасия Олеговна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
afanasevaa931@gmail.com

Научный руководитель: Бастрон Андрей Владимирович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
abastron@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается оригинальная конструкция аккумуляционно-проточного электроводонагревателя, предназначенного для горячего водоснабжения жилых домов. Выполнен обзор известных конструкций электроводонагревателей и проведена оценка их энергоэффективности. На основе анализа известных установок предложена конструкция электроводонагревателя, энергоэффективность которого достигается за счет использования эффекта «памяти формы» путем перемещения трубчатого элементного нагревателя в малый объем воды при его работе в режиме проточного водонагревателя и в большой объем воды в режиме аккумуляционного водонагревателя.

Ключевые слова: Электроводонагреватель, пружина, эффект «памяти формы», вода.

Актуальность темы связана с необходимостью снижения расходов на приобретение электроводонагревателей и уменьшения платы за потребленную электроэнергию на горячее водоснабжение путем использования трехставочного тарифа на электроэнергию при использовании горячей воды для бытовых нужд, например, в отдельных квартирах многоквартирных домов, коттеджах, сельских жилых домах и т.д.

Проведенный патентный поиск [4–7] и литературный обзор [1–3] показали, что основными тенденциями при разработке новых конструкций электроводонагревателей являются повышение их энергоэффективности за счет совмещения полезных функций проточного и аккумуляционного водонагревателей, а также приоритетного нагрева воды в малом объеме в момент использования горячей воды потребителями.

Основным недостатком электроводонагревателя по патенту на полезную модель № 220582 [7], взятого в качестве прототипа, являются тепловые потери из-за зазора между водозаборным устройством и трубчатым элементным нагревателем при работе электроводонагревателя в режиме проточного водонагревателя.

Рассматриваемый аккумуляционно-проточный электроводонагреватель [7] совмещает в себе два водонагревателя: аккумуляционного типа (обеспечивающего нагрев большого объема воды при низком тарифе на электрическую энергию) и проточного типа (обеспечивающего быстрый нагрев малого объема воды в любое время суток). Это является его преимуществом перед другими конструкциями водонагревателей. На рисунке 1 представлен общий вид этого электроводонагревателя.

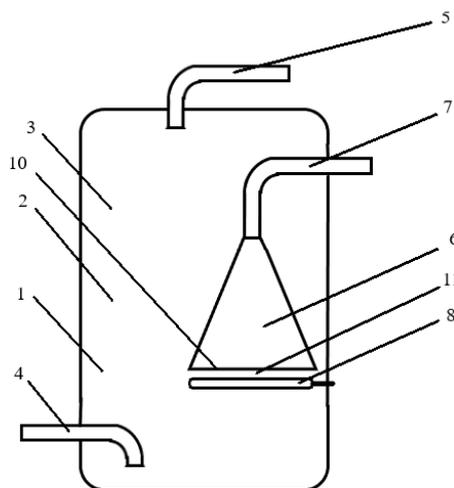


Рисунок 1 – Общий вид электроводонагревателя [7]

Задачей предлагаемого технического решения является повышение энергоэффективности электроводонагревателя путем использования эффекта «памяти формы» [8] для перемещения трубчатого элементного нагревателя в малый объем воды при его работе в режиме проточного водонагревателя и в большой объем воды в режиме аккумуляционного электроводонагревателя.

Задача решается тем, что электроводонагреватель, содержит резервуар, соединенный с трубопроводами холодной и теплой воды, и водозаборное устройство в виде полого конуса, соединенного с трубопроводом горячей воды и трубчатый элементный нагреватель выполненный в виде плоской спирали, и установлен параллельно плоскости кромки конуса с зазором, при этом электроводонагреватель дополнительно снабжен пружиной с эффектом «памяти формы», верхний конец которой прикреплен к сочленению трубопровода горячей воды и конуса, а нижний конец прикреплен к трубчатому элементному нагревателю в его центре, при этом трубчатый элементный нагреватель выполнен подвижным, а его внешний диаметр спирали меньше диаметра конуса.

На рисунке 2 схематично представлен электроводонагреватель. На рисунке 3 представлен вид А.

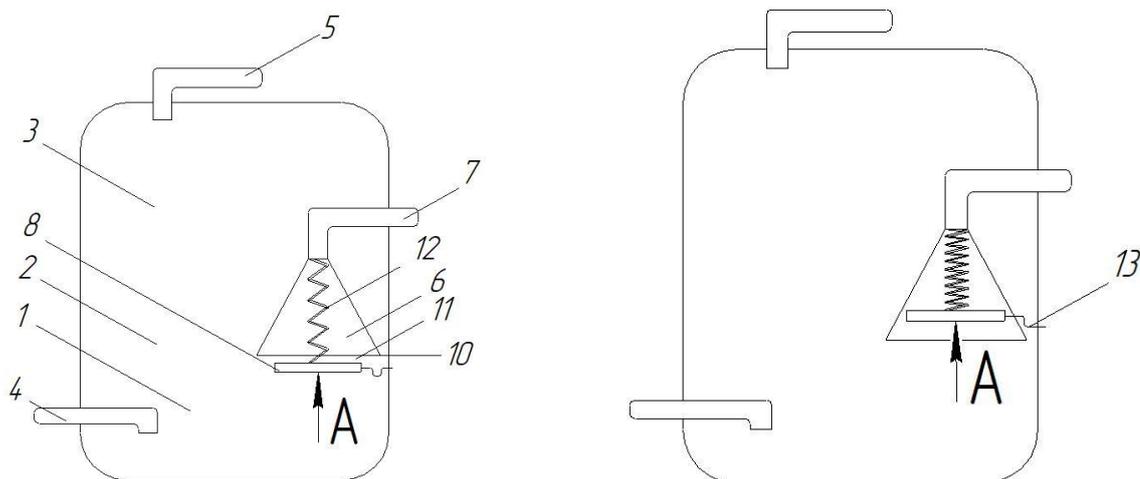


Рисунок 2 – Общий вид аккумуляционно-проточного электроводонагревателя



Рисунок 3 – Вид А

Электроводонагреватель 1 содержит резервуар 2 для нагрева воды 3, соединенный с трубопроводами холодной и теплой воды, 4 и 5, соответственно и водозаборное устройство в виде полого конуса 6, соединенного с трубопроводом горячей воды 7 и трубчатый элементный нагреватель 8. Трубчатый элементный нагреватель 8 выполнен в виде плоской спирали 9 и установлен параллельно плоскости кромки 10 конуса 6 с зазором 11. Электроводонагреватель 1 снабжен пружиной 12 с эффектом «памяти формы», верхний конец которой прикреплен к сочленению трубопровода горячей воды и конуса 13, а нижний конец прикреплен к трубчатому элементному нагревателю 8 в его центре 14, при этом трубчатый элементный нагреватель 8 выполнен подвижным, а его внешний диаметр спирали меньше диаметра конуса 6.

Электроводонагреватель 1 при достижении температуры воды в водозаборном устройстве 6 ниже заданного значения, при котором пружина 12 благодаря эффекту «памяти формы» сжата и трубчатый элементный нагреватель 8 расположен внутри водозаборного устройства, тем самым обеспечивая нагрев воды в ограниченном объеме конуса 6.

Электроводонагреватель 1 при достижении температуры воды в водозаборном устройстве в виде полого конуса 6 выше заданного значения, при котором пружина 12 благодаря эффекту «памяти формы» разжата и трубчатый элементный нагреватель 8 расположен параллельно плоскости кромки конуса 10 с зазором 11, тем самым обеспечивая нагрев воды во всем объеме электроводонагревателя 1. Трубчатый элементный нагреватель 8 соединен с электрической сетью гибким соединителем 13.

Предлагаемое **техническое решение позволяет повысить эффективность работы электроводонагревателя** за счет снижения тепловых потерь при работе в режиме проточного водонагревателя, сочетая в одном устройстве функции аккумуляционного и проточного водонагревателей, при этом существенно снижая капитальные затраты и эксплуатационные издержки на систему горячего водоснабжения. Кроме того, электроводонагреватель может работать в режиме потребителя-регулятора для регулирования графика нагрузки энергетического ввода в квартиру (дом) или питающей трансформаторной подстанции.

Техническая реализация устройства не вызывает сомнения, например, в коттеджах с трехфазным единым энергетическим вводом, где электрифицированы все технологические процессы. В таких коттеджах предложенный электроводонагреватель может быть использован взамен распространенной традиционной схемы горячего водоснабжения от двух водонагревателей: проточного и аккумуляционного.

Список литературы

1. Бастрон, А.В. Использование ветроэнергетических установок в Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва для горячего водоснабжения усадебных домов (коттеджей): Науч. - практ. реком. / А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, Н.В. Цугленок, А.В. Чебодаев / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2004. – 103 с.
2. Бастрон, А.В. Энергоэффективный электроводонагреватель / А.В. Бастрон, Т.Н. Бастрон, А.А. Василенко // В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Ответственные за выпуск: А.В. Коломейцев, В.Г. Крымкова. Красноярск, 2023. С. 200-206.
3. Веснина, В.Ю. Особенности систем горячего водоснабжения для индивидуальных жилых домов/ В.Ю. Веснина //Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2015. № 2 (35). С. 163-167.
4. Патент № 2133375 Российская Федерация, МПК F03D 7/00 (1995.01). Способ управления ветроэнергетической установкой: № 98104148/06 : заявл. 05.03.1998. опубл. 20.07.1999. / Бастрон А.В., Чебодаев А.В.; заявитель Красноярский государственный аграрный университет. – 5 с.
5. Патент № 2187765 Российская Федерация, МПК F24H1/20 (2000.01). Электроводонагреватель: № 2000115775/06 : заявл. 16.06.2016. опубл. 20.08.2002 / Бастрон А.В., Чебодаев А.В., Кобяк П.Р.; заявитель Красноярский государственный аграрный университет. – 4 с.
6. Патент № 2190166 Российская Федерация, МПК F24H1/20 (2000.01). Электроводонагреватель: № 2000115774/06 : заявл. 16.06.2000. опубл. 20.08.2002. / Бастрон А.В., Чебодаев А.В., Кобяк П.Р.; заявитель Красноярский государственный аграрный университет. – 4 с.
7. Патент № 220582 Российская Федерация, МПК F24H 1/20. Электроводонагреватель: №2023110437 : заявл. 21.04.2023. опубл. 22.09.2023 / Бастрон А.В., Бастрон Т.Н., Василенко А.А.; заявитель Красноярский государственный аграрный университет. – 5 с.
8. Эффект «памяти формы» – Текст: электронный // URL: <https://www.tspu.edu.ru/> (дата обращения: 20.02.2024).

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ВЕГЕТАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ

Град Эльвира Яновна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
azaza1988y@yandex.ru

Научный руководитель: Долгих Павел Павлович

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
e-mail: dpp10@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы повышения эффективности работы экспериментальных вегетационных установок. Излагаются функциональные возможности, которые должна обеспечивать автоматизированная система управления технологическими процессами. Указывается, что эффективность функций, по обеспечению параметров микроклимата, регулированию системы искусственного питания растений, обеспечению требований к микробиологической чистоте водной и воздушной сред, определяется правильно сконструированным универсальным программируемым логическим контроллером. Предложена конструкция вегетационной установки для экспериментальных исследований, в которой все процессы автоматизированы. Новый подход к регулированию реализован на базе платформы Arduino с 8-ми битным микроконтроллером ATmega 2560 с применением сенсорного дисплея Nextion 3.5" 480×320 px и коммутационного шкафа управления.

Ключевые слова: вегетационная установка, программируемый логический контроллер, алгоритм управления, технологические процессы, система автоматизированного управления

Исследование выполнено при финансовой поддержке КФН в рамках научного проекта «Разработка системы автоматизированного управления процессом выращивания растений в защищенном грунте для северных территорий»

Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, создание безопасных и качественных продуктов питания связаны с технологиями вертикального земледелия, предназначенными для круглогодичного выращивания растениеводческой продукции. Особую актуальность данные технологии приобретают, для ускорения инновационных процессов в среде коренных малочисленных народов Сибирской Арктики [1].

Основным элементом малогабаритных устройств для выращивания растений служит вегетационная установка, которая конструктивно может выглядеть по-разному, но должна включать необходимый набор оборудования. Обязательным является наличие устройств автоматизированного управления микроклиматом и применение современных способов беспочвенного выращивания.

Цель исследования – разработка системы автоматизированного управления процессом выращивания растений в вегетационной установке.

Объектом исследования выбрана вегетационная установка, подробно описанная в [2], с процессами, происходящими в ней при культивировании растений.

Предмет исследования – закономерности управления процессами в вегетационной установке.

Функциональные возможности, которые должна обеспечивать автоматизированная система управления технологическими процессами: процесс обновления воздуха в вегетационной установке, процесс облучения растений, процесс ирригации и поддержания уровня питательного раствора в устройстве, процесс стерилизации питательного раствора, отображение статуса через дисплей. Для реализации данных функций был составлен блочный алгоритм управления, определены контролируемые параметры и исполнительные элементы управления, а также выбраны интерфейсы взаимодействия. Для реализации необходимых функций разработан универсальный программируемый логический контроллер (ПЛК) общепромышленного применения, смонтированный в коммутационный шкаф управления (рисунок 1). Контроллер выполнен в корпусе DIN8 на рельс 35 мм.

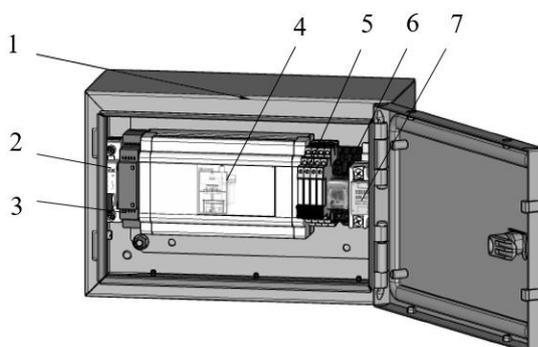


Рисунок 1 – Шкаф управления с универсальным программируемым логическим контроллером:

1 – корпус навесной В×Ш×Г 200×300×150 мм; 2 – выключатель автоматический 1Р 2А; 3 – блок питания 24 В; 4 – ПЛК; 5 – реле 220 В/6А; 6 – реле 220 В/25А; 7 – твердотелое реле SSR 220 В/50А

Схема реализована на базе платформы Arduino с 8-ми битным микроконтроллером ATmega 2560 с тактовой частотой 16 МГц [3]. Микроконтроллер предоставляет 256 КБ Flash-памяти для хранения прошивки, 8 КБ оперативной памяти SRAM и 4 КБ энергонезависимой памяти EEPROM для хранения данных. (рисунок 2).

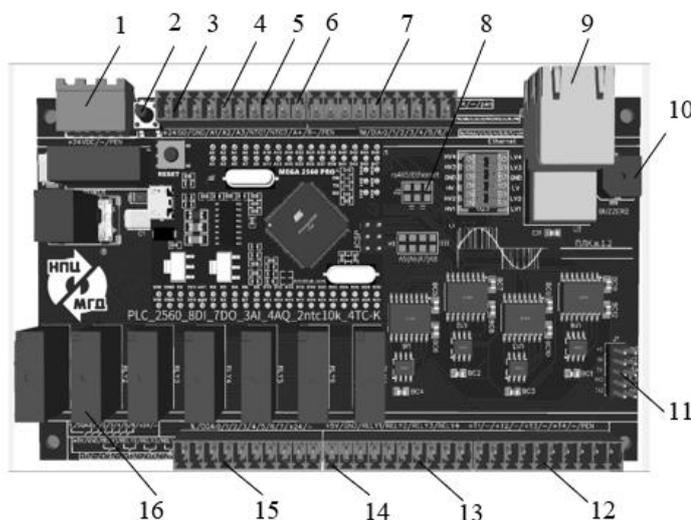


Рисунок 2 – Схема элементов ПЛК2560:

1 – разъем для подключения питания 18-36 VDC, 6 Вт; 2 – кнопка сброса; 3 – разъем с изолированным выходным напряжением 24 В и 5 В; 4 – аналоговые входы 0-5В; 5 – входы для датчика NTC10K; 6 – порт RS-485 с развязкой; 7 – изолированные универсальные дискретные входы NC/NO 24 VDC; 8 – аппаратные переключатели последовательных портов (выбор модуля Wi-Fi или Ethernet); 9 – Ethernet супер порт USR-K7/K6/K5; 10 – зуммер; 11 – HDR-разъем дисплея Nextion; 12 – 4 входа для ТС-K-TYPE; 13 – 2 выхода фотореле; 14 – 2 аналоговых выхода 0-5В; 15 – 7 релейных выходов; 16 – реле OMRON 2A 110V, с общим контактом

Программные алгоритмы управления для ПЛК были написаны на языке FBD стандарта МЭК 61131-3 в среде программирования FLprog и скомпилированы в среде разработки Arduino IDE (рисунок 3).

Настройка параметров контроллера и взаимодействие с оператором, осуществляется по разработанному интерфейсу для сенсорного дисплея Nextion 3.5" 480×320 px. Так же предусмотрена возможность беспроводной связи с контроллером, используя Wi-Fi модуль ESP-8266 с преобразователем уровней, посредством HMI (человеко-машинный интерфейс) на платформе Android в приложение KaScada через протокол Modbus TCP. Для энергонезависимого учета хронометрических данных установлены часы реального времени (RTC). В состав схемы входит блок коммутации с 7-ю реле для управления: реле вентиляции, реле клапана чистой воды, реле

поливочного насоса, реле УФ-облучателя, реле облучателя №2 (резерв), силовое реле облучателя №1, SSR-реле для запуска облучателя №1.

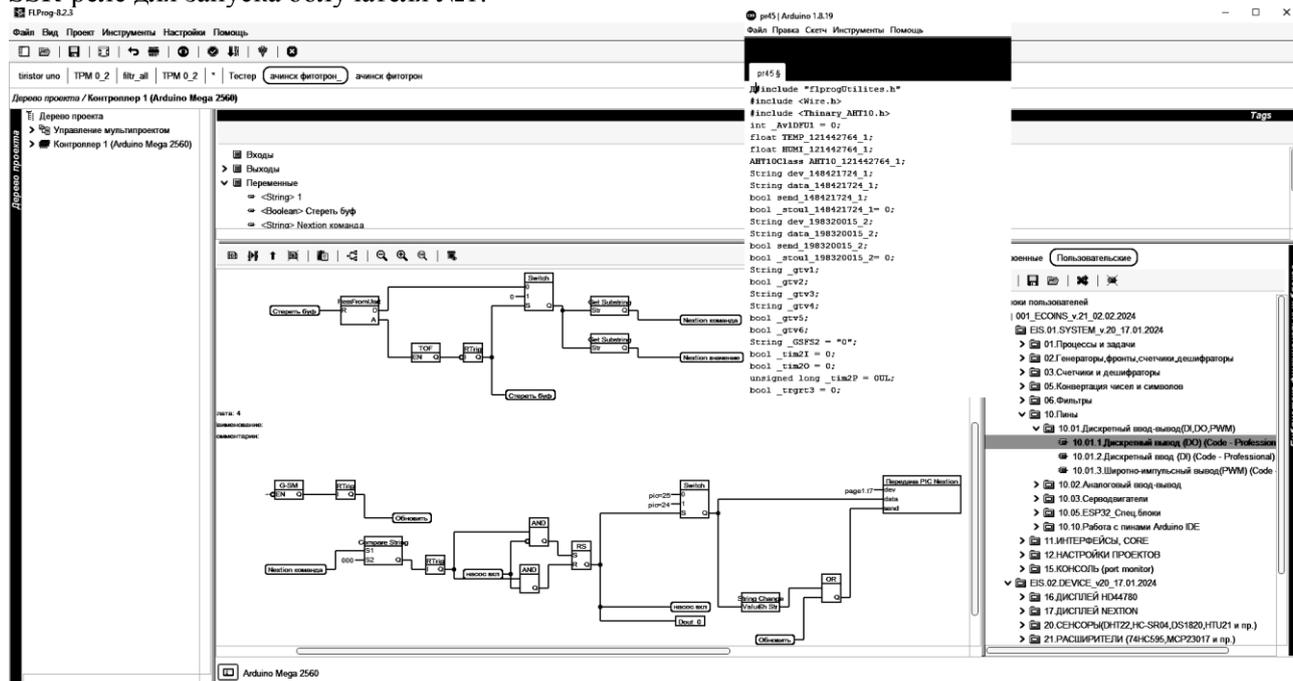


Рисунок 3 – Фрагмент листинга программы управления в среде FLprog, Arduino IDE

Интерфейс программы управления для дисплея управления (рисунок 4а) был разработан в официальной программе Nextion Editor. Интерфейс программы управления для мобильных устройств с операционной системой Android был разработан в программе HMI KaScada в эмуляторе для Windows – «Nox App Player». Полученный интерфейс может быть импортирован в любое цифровое устройство с операционной системой Android с установленным приложением HMI KaScada (рисунок 4б). На рисунке видны вегетационная камера и технологический отсек с возможностью визуализации происходящих в них процессов. Путем нажатия в определенную область экрана (изображенную соответствующим элементом системы) можно управлять включением и выключением облучателя в вегетационной камере, вентиляцией, электромагнитным клапаном чистой воды, а также поливочным насосом и УФ-облучателем в технологическом отсеке.

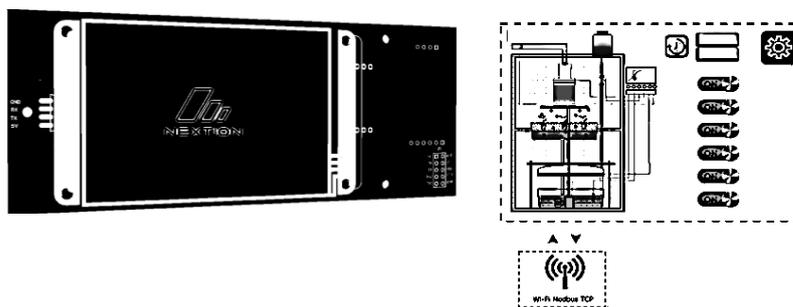


Рисунок 4 – Сенсорный дисплей Nextion 3.5" 480×320 px:

а) внешний вид; б) человеко-машинный интерфейс HMI KaScada (Android 6.0+)

Таким образом, разработанная система автоматизированного управления процессом выращивания растений в вегетационной установке выполняет заложенные в нее функции по обеспечению параметров микроклимата, регулированию системы искусственного питания растений, обеспечению требований к микробиологической чистоте водной и воздушной сред.

Список литературы

1. Долгих, П. П. Обеззараживание водной и воздушной сред в современных технологиях растениеводства защищенного грунта / П. П. Долгих, Е. Ю. Солохина, Е. М. Бакшеев // Эпоха науки. – 2023. – № 36. – С. 40-43.
2. Кирко, В. И. Инновационные процессы в Сибирской Арктике / В. И. Кирко, В. Н. Невзоров // Социодинамика. – 2015. – № 5. – С. 70-82.
3. Про контроллер ATmega2560. – Текст: электронный // URL: <https://future2day.ru/pro-kontroller-atmega2560/> (дата обращения: 18.02.2024).

УДК 631.589.2

ГИДРОПОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ

Грейдин Вячеслав Сергеевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия.
slavagreydin1402@gmail.com

Андреева Ирина Александровна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия.
ia5753123@gmail.com

Научный руководитель: Семенов Александр Федорович

кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия.
semaf84@mail.ru

Аннотация: При гидропонном выращивании различных культур не используется грунт, корневая система развивается в субстрате поглощая питательные вещества из специального раствора, индивидуального для каждой культуры. Состав подбирается исходя из технологии выращивания, учитывающей потребление удобрений и минеральных веществ. Такой способ вынашивания становится доступным из-за развития производства специализированного оборудования, субстратов, специализированных растворов и технологий выращивания. При ограниченном пространстве для размещения растений такой способ выращивания набирает популярность.

Ключевые слова: теплица, гидропоника, минеральная вата, субстрат, рассада, промышленная гидропоника, аэропоника.

Среди основных трендов общественного развития - непрерывное перемещение людей в крупные города. Это требует повышения эффективности производства овощей и зелени на ограниченной территории городской застройки. Технологии должны обеспечивать постоянное наличие свежей продукции высокого качества несмотря на то, что она выращивается не на грунте. В последнее время активно используются гидропонные системы, которые позволяют контролировать объем, качество урожая и время роста растений с помощью простых агротехнических приемов. Эти системы также увеличивают интенсивность использования площадей за счет многоярусных конструкций, что снижает затраты на обслуживание теплиц в городских условиях.

Автоматические и автоматизированные системы регулирования процесса выращивания снижают участие человека в уходе за растениями, минимизируя влияние человеческого фактора на их продуктивность, качество и скорость получения урожая. Автоматизированные системы оптимизируют воздействие различных агротехнических подходов в зависимости от вида выращиваемой культуры [1].

Гидропонные технологии обладают рядом преимуществ:

- появился большой спектр оборудования, подходящий для размещения в теплицах и применения в квартире;
- новые технологии сокращают время на получение урожая;
- отказ от выращивания на грунте на открытых площадях позволяет не использовать вредную для здоровья человека химию;
- многоярусные теплицы защищены от града, ливня, порывистого ветра и т.д.;
- современное оборудование позволяет менять культивируемую культуру без длительных настроек;
- доступна индивидуальная настройка подачи воды для каждого растения;

- нет необходимости бороться с сорняками и вредителями.

Поскольку соблюдение всех норм улучшает качество овощей и зелени это благотворно сказывается на самочувствии человека. Выращивая на грунте, нет возможности убрать из состава тяжелые металлы, нитраты и другие примеси, в дальнейшем попадающие в растение с питательными веществами и негативно влияющими на качество продукции. Выращивание в гидропонной установке полностью исключает появление вредных для растения и человека примесей. В полученных овощах и зелени нет отравляющих элементов и радионуклидов [1,2].

Перспективность таких установок многократно подтверждена в промышленном производстве различной продукции растениеводства, а соответственно постоянно развивается и охватывает все больший спектр выращиваемых культур. Чаще всего востребованы: сельдерей, болгарский перец, помидоры, огурцы, лимоны, петрушка, лук, салат, базилик, клубника, земляника, жимолость, шалфей, лекарственные травы, зеленый корм для животных.

Тепличное выращивание овощей активно развивается благодаря возможности получать несколько урожаев в год без потери в объеме и качестве продукции.

Водный и минеральный баланс растения поддерживают автоматическим включением насосов и дозаторов. Таким образом поддерживаются оптимальные условия выращивания без участия человека [2].

Еще необходимо предусмотреть автоматическую системы досвечивания, которая будет контролировать длину светового дня и интенсивность облучения.

Промышленные гидропонные установки комплектуются различными специализированными образцами технологического оборудования и автоматизированными блоками управления в зависимости от места, масштабов и условий применения.

Существует несколько видов гидропонных систем:

Система глубоководных культур (DWC) - растения выращиваются в больших емкостях, наполненных питательным раствором. Корни растений свободно погружены в раствор, а листья находятся над поверхностью воды.

Аэропонная система - растения выращиваются на стойках, через которые распыляется питательный раствор. Корни растений находятся в воздухе и периодически опрыскиваются раствором.

Система капельного полива - питательный раствор подается к корням растений через капельницы.

Система периодического затопления - растения располагаются на полках, которые периодически затопляются питательным раствором.

Система питательного слоя - корни растений погружаются в тонкий слой питательного раствора, который поддерживается во взвешенном состоянии с помощью воздушного потока.

Система плавающей платформы - корни растения свободно свисают в воздухе, а питательный раствор поднимается по трубкам и стекает вниз, обеспечивая питание корней.

Кроме промышленных образцов широкое распространение получили системы для домашнего применения. Эти системы отличаются только масштабами и сложностью применяемого технологического оборудования и систем автоматизированного управления.

Среди промышленных образцов наибольшее распространение получили многоярусные и контейнерные теплицы. Первая конструкция дороже при создании, но менее трудозатратна и работает с минимальным участием человека. Вторая конструкция отличается модульностью и мобильностью и подходит для небольших хозяйств.

При выращивании создается оптимальная окружающая среда с соблюдением большого количества параметров. В это управляемое пространство помещают растение. Чаще всего растения размещены в лотках различной формы и конструкции, с учетом особенностей используемых помещений [2,3].

Объединение и согласованная работа современного технологического оборудования и производительных обучаемых систем управления позволяет создать полностью автоматическую теплицу, работающую по принципу конвейера, на выходе которого свежая овощная продукция или зелень. Скорость появления и повсеместное использование таких теплиц зависит от развития робототехники и нейросетевых систем управления. Но даже без участия роботов появилась возможность значительно облегчить труд работников тепличных хозяйств [3].

Гидропонное овощеводство имеет большой потенциал, так как позволяет выращивать овощи и зелень без использования грунта. Оно не требует больших площадей, может быть размещено в городских условиях и обеспечивает высокую урожайность. Кроме того, гидропонные системы

автоматизированы и не требуют большого количества ручного труда, что снижает влияние человеческого фактора на качество продукции. Также гидропоника экологична, так как требует меньше воды и удобрений, и позволяет выращивать растения в помещениях без естественного освещения.

Список литературы

1. Гидропоника в промышленности, или Откуда зимой свежие овощи [Электрон. ресурс]. – URL <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/545716/> (дата обращения 22.02.2024)
2. Гидропоника в теплице [Электрон. ресурс]. – URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-professionala/952-gidroponika-v-teplice.html> (дата обращения 12.02.2024)
3. Уильям Ф. Герике Гидропоника для всех // Перевел с английского Арам Оганян, Второе дополненное издание, Copyright © Mama Publishing (2013, 2015). 269с.

УДК 621.31

О НЕЙРОСЕТЕВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Гумеров Камиль Мингалиевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
gumerov.kamil.m@gmail.com

Климюк Данила Олегович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
danilaklimuk76@gmail.com

Осинов Иван Андреевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
ivan.osinov2310@mail.ru

Научный руководитель: Пиляева Ольга Владимировна

кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия
olga_pilyaeva@mail.ru

Аннотация. Анализ состояния вопроса по выработке и использованию энергии, выработанной в Центральном, Северо-Западном и Южном федеральных округах выявил необходимость идентификации и прогнозирования доли электрической энергии, полученной от возобновляемых природных источников. Методом нейросетевого моделирования получены цифровые графические объекты и модель, представляющие перспективу выработки электрической энергии в трёх федеральных округах, а также раскрыты закономерности циклических колебаний этого показателя. С использованием разработанной модели дан прогноз на 2024 год.

Ключевые слова: возобновляемые источники, закономерности, нейросетевое моделирование, цифровые визуальные объекты, федеральный округ, электрическая энергия.

Работа выполнена при научно-методической поддержке Ачинского математического общества, bellimfor@rambler.ru.

Анализ состояния вопроса по выработке и пользованию электрической энергии, полученной от возобновляемых источников энергии в Центральном, Северо-Западном и Южном федеральных округах выявил сложности прогнозирования энерготехнологических комплексов, связанных с задачами цифровизации результатных показателей отрасли [1, 2, 5].

Цифровые визуальные объекты получены с использованием нейронных сетей [3]. Некоторые образцы приведены ниже (рис 1, 2).



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4

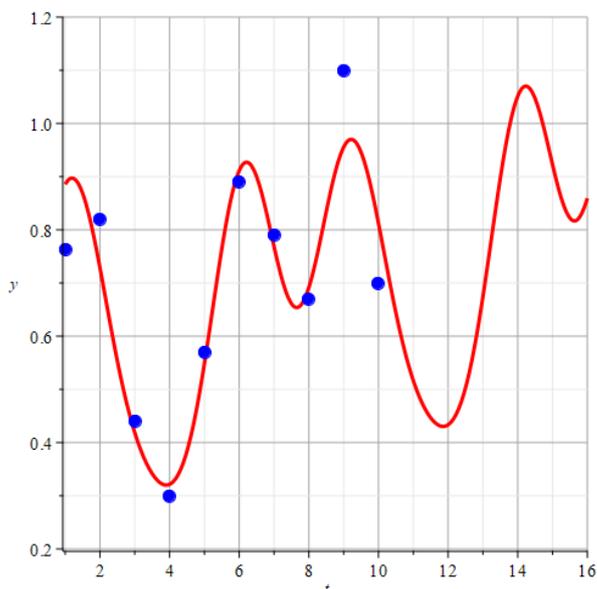
Нейросетевая модель динамики. Доля электрической энергии $\varphi(t)$, производимой с использованием возобновляемых источников энергии, в общем объёме производства электрической энергии в зависимости от модельного года t представлена отрезком ряда Фурье:

$$\varphi(t) - b_1 \cdot t^\beta = b_0 + \sum_{k=1}^m c_k \cdot \cos(\omega \cdot k \cdot t + \alpha_k) + \varphi,$$

где β , b_0 , c_1 , ..., c_m , α_1 , ..., α_m — коэффициенты, отыскиваемые с помощью пакета DeepLearning системы компьютерной математики [4]. Распечатка числовых оценок исследуемого процесса выполнена с помощью прикладной Maple-программы.

Динамика указанной доли электрической энергии на территориях ЦФО представленной функцией (рис. 5):

$$f(t) = 0.636931965262496 + 0.000874809167870076t^2 + 0.203394054138559 \cos(0.7853981636t + 0.153904759233528) - 0.179177570020263 \cos(1.570796327t + 0.393927968612074) - 0.0593456964718988 \cos(2.356194491t + 0.897944335068037)$$



Период и частота колебаний

$$T = 8, \omega = 0.7853981636$$

Коэффициенты регрессии

$$\alpha_1 = 0.153904759233528$$

$$\alpha_2 = 0.393927968612074$$

$$\alpha_3 = 0.897944335068037$$

$$b_0 = 0.636931965262496$$

$$b_1 = 0.000874809167870076$$

$$c_1 = 0.203394054138559$$

$$c_2 = -0.179177570020263$$

$$c_3 = -0.0593456964718988$$

Абсолютная погрешность

$$|\epsilon| = 0.144392746082135$$

Относительная погрешность, %

$$|\delta| = 16.1167590092072$$

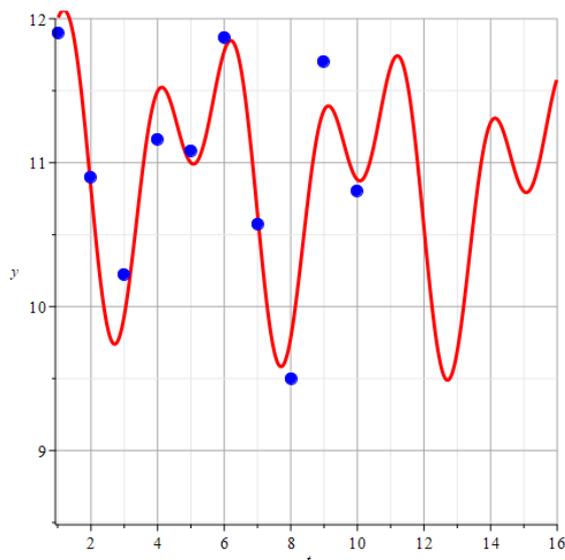
Рисунок 5 – Фактические данные и прогнозируемая динамика доли электрической энергии, полученной с использованием возобновляемых источников в ЦФО до 2027 г.

Ниже приведена распечатка некоторых числовых оценок моделируемого процесса на территориях ЦФО.

Вычисленное значение	Прогнозируемое значение	Фактическое значение	Отклонение
1	11	1	1
0.885623	0.516499	0.762700	0.122923
2	12	2	2
0.728293	0.433450	0.819100	-0.0908057
3	13	3	3
0.418528	0.674514	0.440000	-0.0214702
8	14	8	8
0.691470	1.05144	0.670000	0.0214702
9	15	9	9
0.955614	0.922497	1.10000	-0.144393
10	16	10	10
0.812275	0.859432	0.700000	0.112276

Динамика указанной доли электрической энергии на территориях СЗФО представленной функцией (рис. 6):

$$f(t) = 11.4749894287860 - 0.314498446159099t^{0.3} + 0.701254434663887 \cos(1.256637062t - 6.76688639925649) + 0.634060117056584 \cos(2.513274124t - 3.52848039672096)$$



Период и частота колебаний

$$T = 5, \omega = 1.256637062$$

Коэффициенты регрессии

$$\alpha_1 = -6.76688639925649$$

$$\alpha_2 = -3.52848039672096$$

$$b_0 = 11.4749894287860$$

$$b_1 = -0.314498446159099$$

$$c_1 = 0.701254434663887$$

$$c_2 = 0.634060117056584$$

Абсолютная погрешность

$$|\epsilon| = 0.335646122905437$$

Относительная погрешность, %

$$|\delta| = 3.00758174646449$$

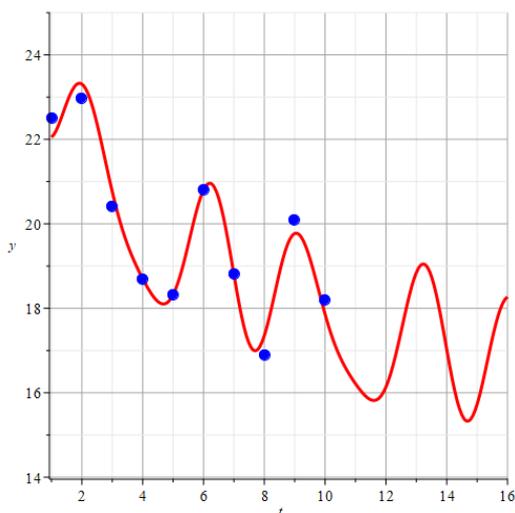
Рисунок 6 – Фактические данные и прогнозируемая динамика доли электрической энергии, полученной с использованием возобновляемых источников в СЗФО до 2027 г.

Ниже приведена распечатка некоторых числовых оценок моделируемого процесса на территориях СЗФО.

Вычисленное значение	Прогнозируемое значение	Фактическое значение	Отклонение
1	11	1	1
11.9969	11.6657	11.9000	0.0969253
2	12	2	2
10.8233	10.5477	10.9000	-0.0766817
3	13	3	3
9.93481	9.69319	10.2200	-0.285200
8	14	8	8
9.78522	11.2782	9.50000	0.285200
9	15	9	9
11.3644	10.7999	11.7000	-0.335646
10	16	10	10
10.8811	11.5889	10.8000	0.0810935

Динамика указанной доли электрической энергии на территориях представленной функцией (рис. 7):

$$\begin{aligned}
 f(t) = & 43.4103118299103 - 20.3389868663563 t^{0.1} \\
 & + 0.584607156489114 \cos(0.8975979012 t + 30.7345048408145) \\
 & + 1.48328815998243 \cos(1.795195802 t + 1.82642761083380) \\
 & + 0.597191529438125 \cos(2.692793704 t + 1.53934026505404)
 \end{aligned}$$



Период и частота колебаний

$$T = 7, \omega = 0.8975979012$$

Коэффициенты регрессии

$$\alpha_1 = 30.7345048408145$$

$$\alpha_2 = 1.82642761083380$$

$$\alpha_3 = 1.53934026505404$$

$$b_0 = 43.4103118299103$$

$$b_1 = -20.3389868663563$$

$$c_1 = 0.584607156489114$$

$$c_2 = 1.48328815998243$$

$$c_3 = 0.597191529438125$$

Абсолютная погрешность

$$|\epsilon| = 0.459528423198019$$

Относительная погрешность, %

$$|\delta| = 2.72071285504386$$

Рисунок 7 – Фактические данные и прогнозируемая динамика доли электрической энергии, полученной с использованием возобновляемых источников в ЮФО до 2027 г.

Ниже приведена распечатка некоторых числовых оценок, отнесённых к территориям ЮФО.

Таким образом, методом нейросетевого моделирования созданы цифровые графические объекты и модель, представляющие перспективу получения электрической энергии. С использованием разработанной модели динамики доли электрической энергии, полученной от возобновляемых источников на территориях трёх федеральных округов по данным 2012–2021 гг. выявлены периоды и закономерности циклических колебаний этого показателя, а также дан прогноз на 2024 год.

Для Центрального федерального округа, при сохранении сложившихся условий в отрасли на ближайшие три года, установлено, что закономерность указанного процесса формируется частотой колебаний $\omega = 0.7853$ и сдвигами по фазе $\alpha_1 = 0.1539$, $\alpha_2 = 0.3939$, $\alpha_3 = 0.8979$ и, как следствие, определяет функциональный прогноз $\varphi(13) = 0.6745$ на предстоящий 2024 год.

Для Северо-Западного федерального округа, аналогично, установлено, что закономерность процесса формируется частотой колебаний $\omega = 1.2566$ и сдвигами по фазе $\alpha_1 = -6.7668$, $\alpha_2 = -3.5284$ и определяет прогноз $\varphi(13) = 9.6931$ на предстоящий 2024 год.

Для Южного федерального округа, выявлено, что закономерность процесса формируется частотой колебаний $\omega = 0.8975$ и сдвигами по фазе $\alpha_1 = 30.7345$, $\alpha_2 = 1.8264$, $\alpha_3 = 1.5393$ и определяет прогноз $\varphi(13) = 18.8443$ на предстоящий 2024 год.

Список литературы

1. Ахметова, И.Г. Энергетический менеджмент: монография / И.Г. Ахметова, Л.Р. Мухаметова, Н.А. Юдина. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 146 с
2. Дязитдинова, А.Р. Общая теория систем и системный анализ / А.Р. Дязитдинова, И.Б. Кордонская. – Самара: ПГУТИ, 2017. – 125 с.
3. Официальный сайт компании OpenAI. – URL: <https://openai.com/dall-e-3> (дата обращения: 11.01.2024). – Режим доступа: электронный ресурс для зарегистрированных пользователей.
4. Официальный сайт корпорации Waterloo Maple. – URL: <https://www.maplesoft.com> (дата обращения: 11.01.2024). – Режим доступа: электронный ресурс для зарегистрированных пользователей.
5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 11.01.2024). – Режим доступа: электронный ресурс для общего пользования.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОНА ГОДА НА МИКРОКЛИМАТ КОРОВНИКА

Дроздов Даниил Вячеславович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
drozdovdaniil02@mail.ru;

Научный руководитель: Бастрон Татьяна Николаевна

кандидат технических наук, доцент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
tbastron@yandex.ru

Аннотация: В данной статье затрагивается тема влияние сезона года на микроклимат животноводческого помещения. Был проведен анализ погодных условий по сезонам в Красноярском крае и полученные результаты сопоставлены с основными показателями микроклимата (температура, относительная влажность, подвижность воздуха) в коровнике в межсезонье и летний период. Изучена динамика изменения уровня температуры и относительной влажности в зависимости от погодных условий.

Ключевые слова: микроклимат, температура, относительная влажность, сезон года, коровник

Микроклимат – это постоянно действующий фактор внешней среды, оказывающий большое влияние на состояние здоровья и продуктивность сельскохозяйственных животных и птиц. От него зависит характер и напряженность процессов газовых обменов, теплорегуляции, физиологические и другие жизненно необходимые функции организма. В связи с этим знание изменений, происходящих в окружающей воздушной среде, очень важно, так как позволяет правильно организовать систему содержания и ухода за животными.

Микроклимат животноводческих помещений – величина непостоянная. Так, показатели его часто подвергаются колебаниям в течение всего года, суток, дня и ночи. Параметры микроклимата помещений в значительной степени зависят от наружного климата зоны, от сезона года, а также от объемно-планировочных и строительных решений помещений для животных, технологии производства, применяемых систем вентиляции, отопления, навозоудаления [5,7,8].

В связи с этим целью нашего исследования явилось определение влияния сезона года на параметры микроклимата коровника анализируя среднемесячные показатели.

Для достижения поставленной цели был проведен научно-хозяйственный опыт на базе ООО «Знаменское» Красноярский край, Минусинский р-н, с. Знаменка.

С марта по ноябрь проводились замеры параметров микроклимата в коровнике по общепринятой методике при помощи приборов: термоанемометром ДТ-318 – подвижность воздуха, ТКА-ПК – температура и относительная влажность. Для исследования нами были выбраны параметры микроклимата, влияющие на теплообмен организма. Это температура, относительная влажность, подвижность воздуха. Одновременно проводились замеры температуры, относительной влажности и подвижности атмосферного воздуха. [6]

ООО «Знаменское» находится на юге Красноярского края. Основными видами деятельности предприятия являются: выращивание зерновых культур, разведение молочного крупного рогатого скота, производство сырого молока. Исследования проводились в коровнике на 30 голов привязного содержания, в котором содержатся лактирующие коровы. [1]

Вся территория Красноярского края находится в резко континентальной зоне. Относительная влажность воздуха высокая (от 51% летом до 86% зимой). Среднегодовая сумма осадков составляет около 350 мм. Минусинский район считается солнечным. Всего 76 дней в году без солнца. Лето в котловине очень теплое и даже жаркое, и сухое. Растут здесь даже сады и бахчевые культуры. Сибирской Италией называют котловину за теплое лето. [2]

Суровость климата Минусинского района характеризуется, очень низкими температурами продолжительной зимы. Длительное время удерживается температура ниже -20 °С. Устойчивые морозы начинаются приблизительно с 20 ноября и продолжаются примерно до 14 марта. Зима малоснежная, при этом снег сдувается в пониженные места. Мощность снегового покрова максимальная 550 мм, минимальная 525 мм. Наибольшая высота снежного покрова за зиму 30 мм, минимальная 10мм. Средняя температура января -20,5 °С. В январе, феврале часты метели. Иногда число дней с метелью достигает 24, а в среднем случается 5 метелей в год. [3,4]

Весна в Минусинском районе начинается рано. Начало ее знаменуется установлением положительных дневных температур. В данном районе зимы малоснежные и поэтому снег начинает рано сходить, и темная земная поверхность хорошо поглощает солнечную радиацию. Где-то в середине марта сходит снег. Весной бывают пыльные бури, наносящие большой урон сельскому хозяйству. Среднее число дней с пыльной бурей — 8. Чаще всего происходят они в мае. Метеостанция Минусинска с 1998 года по 2023 год зафиксировала 22 пыльные бури, пять из которых приходится на май месяц. [3,4]

Летом средняя температура июля колеблется от 13 °С до 33 °С. В отдельные дни температура может подниматься до 39 °С. В начале лета могут быть кратковременные ночные заморозки. Самая поздняя дата заморозков — 17 июня, а самая ранняя — 6 мая. Август считается летним месяцем, но иногда могут быть и осенние дни. Хотя днем ярко светит солнце, ночью температура может опуститься до минусовых отметок. Начало осенних заморозков: самая ранняя дата 15 августа, самая поздняя 4 октября. Продолжительность безморозного периода — 111 дней (с 25 мая по 12 сентября). [3,4]

Наши исследования показали, что параметры микроклимата коровника зависят от разных факторов: от объемно-планировочных решений здания, условий эксплуатации инженерного оборудования и климата региона. [7]

Исследуемый коровник имеет две вытяжные шахты для естественной вентиляции. На высоте 3,25 м располагается деревянное перекрытие, которое по всей длине двора поддерживается продольными балками и стальными столбами (Ø40см), образуя зону хорошей вытяжки и зону застоя воздуха (в центре двора). [7]

Весной с потеплением, во дворе снимались все оконные рамы, дополнительно открывались ворота, расположенные в торцовых стенах. В результате показатели внутри и снаружи выравнивались, что создавало летом неблагоприятные для животных условия во время жарких дней. [7]

Осенью проводится подготовка к зиме: вставляются оконные рамы, закрываются и температура в коровнике в холодное время года благодаря этому падает не значительно. [7]

В ходе исследований были получены следующие результаты параметров микроклимата, представленные в таблицу 1. Полученные результаты мы сравнили с нормативными показателями.

Таблица 1 – Параметры микроклимата коровника

Месяц	Температура, °С			Относительная влажность воздуха, %			Подвижность воздуха, м/с	
	атмосферного воздуха	в коровнике	норма	атмосферного воздуха	в коровнике	норма	в коровнике	норма
Март	-11,5	17,4	10 (8-12)	67	68,9	75 (40-85)	0,05	0,5
Апрель	8,1	18,7		43	61,8		0,35	0,5
Май	12,9	20,4		39	77,5		0,24	0,5
Июнь	22	16,6		45	46,9		0,1	0,8-1
Июль	24	20,1		51	78,8		0,47	0,8-1
Август	21	19,4		54	83,9		0,57	0,8-1
Сентябрь	14,5	18,5		51	69,85		0,22	0,5
Октябрь	7	18,6		49	98		0,17	0,5
Ноябрь	-6,7	13,6		81	88,7		0,08	0,5
Декабрь	-20,9	20,6		84	85,4		0,15	0,8
Январь	-24,5	23,1		68	72,5		0,19	0,12
Февраль	-19,8	21,2		90	76,8		0,20	0,14

Анализ табличных данных показывает, что параметры микроклимата в коровнике не соответствуют нормативам. Температура в коровнике практически весь период наблюдения была выше нормы и находилась у верхней критической температурной границы. А в мае и сентябре даже превысила данную границу, это могло привести к тепловому стрессу у животных. Перепад температуры в коровнике в летние месяцы составил 4,3°С, а в межсезонье – 7,0°С. Температурный режим зависит и от подвижности воздуха, которая в исследуемом помещении не достаточна. [5,6,8]

Относительная влажность в коровнике практически весь период наблюдения находилась в пределах нормы, хотя в октябре и ноябре показатель относительной влажности превысил нормативные показатели.

Наши исследования показали, что с увеличением температуры и влажности атмосферного воздуха наблюдалась положительная корреляция аналогичных параметров микроклимата в коровнике.

Подводя итог всему вышеизложенному, можно сделать заключение, что наши исследования подтверждают данные ученых-зооигиенистов о том, что сезон года влияет на температурно-влажностный режим животноводческого помещения.

Список литературы

1. Информация о животноводческом предприятии ООО «Знаменское» <https://checko.ru/company/znamenskoe-1222300005432>
2. Информация об Минусинском районе и его особенностях https://ru.wikipedia.org/wiki/Минусинский_район#cite_note-20
3. Климат Минусинского района https://studbooks.net/1239280/ekologiya/harakteristika_klimaticheskikh_usloviy_krasnoyarskogo_kraya
4. Климат села Знаменка помесечно <https://goodmeteo.ru/pogoda-znamenka-minusinskiy-krasnoyarskiy/god/>
5. Лумбунов, С.Г. Микроклимат животноводческих помещений в условиях Забайкалья. / С. Г. Лумбунов, К. В. Лузбаев, С. Б. Ешижамсоева. Улан-Удэ : Изд-во БГСХА им В. Р. Филиппова, 2008. 149 с.
6. Мартынова, Е. Н. Оценка микроклимата, физиологическое состояние и продуктивность коров / Е. Н. Мартынова, И. В. Мель // Аграрная наука. 2007. № 8. С. 26–27.
7. Мартынова, Е. Н. Формирование микроклимата животноводческих помещений под воздействием температуры наружного воздуха / Е. Н. Мартынова, Е. А. Ястребова // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 4. – С. 24-27.
8. Софронов, В.Г. Влияние микроклимата на организм и молочную продуктивность дойных коров / В.Г. Софронов, Н.И. Данилова, Н.М. Шамилов, Е.Л. Кузнецова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2016. Т. 227. № 3. С. 82 – 85.

УДК 621.311.42

КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Ермош Алексей Максимович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия.
vladimir.m90267@mail.ru

Мионов Владимир Владимирович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия.
vladimir.m90267@mail.ru

Научный руководитель: Зубова Римма Анатольевна

кандидат технических наук

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия.
zubovar@mail.ru

Аннотация: Замещение традиционных трансформаторных подстанций на цифровые станции обеспечивает ряд преимуществ, включая снижение потребности в материалах через уменьшение кабельных линий, улучшение безопасности и скорости передачи данных о потреблении электроэнергии. Этот переход уже активно реализуется в ряде развитых европейских стран, Китая, Японии, Кореи, а также в нашей стране.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровая подстанция, цифровой питающий центр, цифровая электрическая сеть.

На сегодняшний день всё чаще встречается информация о введении новых и реконструкции старых подстанций, именуемых «цифровыми». В связи с этим возникают вопросы, что из себя

представляют цифровые подстанции (ЦПС) и в чем их преимущество перед классическими подстанциями. Эти вопросы мы постараемся разобрать в данной статье.

Цифровые подстанции являются новым направлением в энергетике, использующим цифровые технологии для автоматизации различных процессов, включая сбор данных, управление оборудованием и защиту от аварийных ситуаций. Это позволяет повысить эффективность работы, снизить затраты на обслуживание и улучшить безопасность [1].

По составу первичного оборудования цифровая подстанция (ЦПС) похожа на классическую подстанцию. Она включает в себя трансформаторы, силовые выключатели, ячейки КРУ и измерительное оборудование. Однако вместо обычных трансформаторов тока и напряжения используются цифровые [2].

Состав вторичного оборудования при этом отличается кардинально. Для лучшего понимания обратимся к работе современной защиты. Как правило — это микропроцессорный терминал, который устанавливается на каждом присоединении. На ПС много присоединений и еще больше терминалов, и все они окутаны множеством связей. Для оптимизации было предложено использовать один компьютер и заводить все связи в него, чтобы избавиться от лишних кабелей. Поэтому в ЦПС в общеподстанционном пункте управления (ОПУ), где обычно несколько панелей защит с множеством связей, теперь стоят два промышленных взаиморезервирующих компьютера, и к ним подведено всего несколько оптических кабелей, по которым в режиме реального времени стекается всевозможная информация от каждой единицы оборудования. Там же, непосредственно у оборудования, устанавливается контроллер присоединения, который собирает всю необходимую информацию. Например, от трансформатора тока он может измерять ток, давление элегаза, для выключателя — положение главных контактов, состояние всех вторичных автоматов, может отдавать команды на катушки включения и отключения выключателя. Контроллер обрабатывает и оцифровывает информацию и направляет по каналу связи, также и в обратном порядке — может получать сигнал, преобразовывать и что-нибудь включать или отключать [3].

Внутри главных компьютеров цифровой подстанции находится виртуальная модель всей подстанции. Эта модель обновляется в режиме реального времени и отражает текущее состояние оборудования. Если в сети происходит изменение, компьютер анализирует ситуацию и принимает решение о необходимых действиях. Он может отключить определенное присоединение или всю секцию, выполнить автоматическое повторное включение линии или отрегулировать напряжение в сети с помощью трансформатора.

Совмещение функций мониторинга и управления на одной системе значительно расширяет возможности цифровой подстанции и упрощает ее внедрение. Например, переход от технического к коммерческому учету или внедрение учета там, где его не было, осуществляется путем активации соответствующего алгоритма в управляющей системе, аналогично установке приложения на смартфоне. Если требуется установить автоматику частотной разгрузки, то достаточно “загрузить приложение” и система готова к работе. Нет необходимости устанавливать дополнительные терминалы, прокладывать шины очередей или организовывать питание. Аналогичным образом можно решать задачи системной автоматики, взаимодействия между подстанциями и получить “умные сети” - Smart Grid [4].



Рисунок 1 – Структура цифровой подстанции

Несмотря на ряд преимуществ цифровых подстанций над традиционными они имеют существенные недостатки:

Высокая стоимость оборудования: Цифровые подстанции требуют использования дорогостоящего оборудования, такого как оптические трансформаторы и микропроцессорные терминалы.

Ввиду современной политической обстановки ввоз микропроцессорной техники в Россию ограничен, что не благоприятно влияет на переход от традиционных подстанций к цифровым.

Сложность настройки и обслуживания: Система требует тщательной настройки и регулярного обслуживания, что может быть сложно для неквалифицированного персонала.

Возможность кибератак: как и любое другое электронное оборудование, цифровая подстанция может стать объектом кибератаки, что может привести к серьезным последствиям.

Зависимость от программного обеспечения: Работа цифровой подстанции зависит от программного обеспечения, которое может потребовать обновления или замены в будущем, что критично ввиду отсутствия квалифицированных специалистов.

Эффект от внедрения цифровой подстанции становится заметен только при наличии целой системы таких подстанций. Если же имеется только одна такая подстанция, то эффект от ее внедрения может быть не столь значительным, и затраты на обучение персонала могут не окупиться [4].

Заключение

Концепция цифровых подстанций предлагает ряд преимуществ по сравнению с традиционными подстанциями, такими как повышение надежности, снижение затрат, устойчивость к изменениям и интеграция цифровых технологий. Однако для полного перехода на цифровые подстанции необходимо решить ряд технических и организационных вопросов, а также обеспечить обучение персонала и создание нормативно-правовой базы. Тем не менее, будущее энергетики неразрывно связано с развитием и внедрением цифровых подстанций.

Список литературы

1. А.С. Тимофеев, М.Д. Макарец **ЦИФРОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ (ЦПС) КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 35-110 КВ** // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. №1-

2 (88). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-podstantsii-tsps-klassa-napryazheniya-35-110-kv> (дата обращения: 22.02.2024). (ред.)

2. Гаврилов Ф.В. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ // Теория и практика современной науки. 2018. №6 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-preimuschestva-i-nedostatki-tsifrovoy-elektricheskoy-podstantsii> (дата обращения: 22.02.2024).

3. Концепция «Цифровая трансформация 2030» ПАО «Россети». 2018//Url: https://www.rossetivolga.ru/i/files/2019/2/7/kontseptsiya_tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf - Дата обращения 21.02.24

4. Лобов Б.Н., Лызарь И.О., Левчук В.Э. Понятие "цифровая подстанция" // Молодой исследователь Дона. 2020. №3 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-tsifrovaya-podstantsiya> (дата обращения: 22.02.2024).

УДК: 631

ОБЗОР УДОБРЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Исаев Ефрем Эдуардович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
isaev.is2004@gmail.com

Чебодаев Степан Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
step-chebodaev@yandex.ru

Научный руководитель: Дебрин Андрей Сергеевич

кандидат технических наук
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
debrin.as@yandex.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются различные удобрения и комплексные минеральные наборы – растворов питательных солей, используемых в гидропонных системах, для выращивания качественных продуктов. Проведен обзор удобрений, предлагаемых рынком и рассмотрены их составы и свойства.

Ключевые слова: Удобрение, питательный раствор, гидропоника, растение, почва, выращивание, питание, минеральные соли, развитие, вегетационный период.

Выращивание растений без почвы на растворах питательных солей – метод не новый. В результате изучения питания растений он был разработан в конце девятнадцатого века. В настоящее время этот метод является неотъемлемой частью лабораторий занимающихся изучением растений, а также широко используются промышленные гидропонные системы. [1]

Гидропоника — это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. Питание растения получают из питательного раствора, окружающего корни. [2]

Удобрения для растений выполняют ту же функцию, что и витамины для человека: без них некоторые процессы в организме замедляются, либо не вообще. Удобрения обеспечивают растениям здоровый внешний вид и стимулируют функции размножения.

Применение питательных смесей положительно сказывается на всех важных этапах роста растений:

- Полноценная вегетация – рост стеблей и листьев;
- Стимуляция фотосинтеза;
- Цветение и образование завязи;
- Плодоношение и образование семян;
- Профилактика и терапия заболеваний.

Гидропоника имеет большие преимущества по сравнению с обычным способом выращивания, так как контролируется подача необходимых веществ, в нужных количествах. Растение растет крепким и здоровым, и намного быстрее, чем в почве. При этом урожайность увеличивается в несколько раз. Стоит указать еще ряд преимуществ, включающий контролируемый расход воды. Не возникает недостатка удобрений или их передозировка. Также исчезают почвенные вредители и болезни вследствие чего не используются ядохимикаты. Растение не накапливает вредных для

здоровья человека веществ, таких как ядовитые органические соединения, радионуклиды, тяжелые металлы, избыток нитратов и др., т.к. растение получает только нужные ему элементы. [3]

Для гидропонных систем применяются только минеральные соли в жидком состоянии. При многих попытках использовать органические удобрения, изготавливая из компоста, навоза, птичьего помета и золы питательные растворы, требуемого результата достичь не удалось. Минеральные удобрения производятся в жидком и твердом виде, они могут быть однокомпонентными или комплексными. [4] Однокомпонентные содержат один основной элемент питания: азот, фосфор, калий, магний, бор и т.д. По агрегатному состоянию они бывают жидкие, суспензированные, твердые, а по строению делятся на гранулированные, кристаллические и порошковидные. Комплексные удобрения в свою очередь содержат большую линейку веществ. [5]

В состав удобрений для систем гидропонного выращивания должны входить те же питательные элементы, которые применяются для выращивания растений почвенным способом. На сегодняшний день теплицы, работающие на малообъемной гидропонике или промгидропонике находят самое широкое применение в мире. Они массово строятся уже на протяжении двадцати лет. Многие производства данной направленности занимают территории в 25 гектаров.

Когда речь идет о масштабном производстве или крупном хозяйстве, тогда безопаснее и проще купить готовые удобрения и комплексные минеральные наборы. Приобретенные смеси необходимо только разбавить в дистиллированной или кипяченной воде по указанной инструкции. [7]

При создании гидропонного раствора используют следующие водорастворимые удобрения:

- аммиачная и калийная селитра;
- кальций азотнокислый;
- гуматы калия;
- аммоний молибденовокислый;
- сульфат железа, магния, марганца, цинка, меди;
- монофосфат, суперфосфат;
- сульфаты калия;
- Агрикола;
- «Здравень»;
- «Фаско»;
- «Эффектон» [4].

С их помощью можно регулировать состав питательной жидкости, имея в виду особенности конкретных овощей, а также вегетативный период.

Рассмотрим готовые жидкие удобрения. Здесь можно выделить компанию General Hydroponics Europe, которая разработала формулу Flora Series. [6] Уникальность заключается в том, что можно создать растворы для всех видов растений, на всех вегетационных периодах. Эта серия состоит из трех компонентов (Рисунок 1):

1. GHE Flora Micro – обеспечивает растения необходимыми микроэлементами в хелатной форме (узнаваюся на 50% лучше) и содержит субмикроэлементы.
2. GHE Flora Gro – стимулирует активный рост растения за счет калия и азотных удобрений.
3. GHE Flora Bloom – обеспечивает растения магнием, серой и фосфором, на стадии активного цветения [8].



Рисунок 1 – Комплект удобрений Tripack Flora Series

Из произведенных в России удобрений, можно выделить Eco-Hydro и Simplex Hydro, а также Фульвогумат.

В качестве аналога Flora Series, есть комплект минеральных удобрений Eco-Hydro от RasTea (Рисунок 2) состоит из:

1. Eco-Hydro Vega A/B – 2 бутылки (А и В) - База из двух компонентов для вегетативной стадии. RasTea ECO-Hydro VEGA содержит все необходимые питательные элементы для растений. Формула RasTea ECO-Hydro VEGA содержит гормоны растительного происхождения аминокислоты и ферменты, которые способствуют стимуляции активности микроорганизмов и обеспечивают быстрый старт, здоровый рост и мощную корневую систему.

2. Eco-Hydro Flores A/B – 2 бутылки (А и В) - База из двух компонентов для стадии цветения. Уникальная формула для бурного цветения RasTea ECO-Hydro FLORES обеспечивает растение калием и фосфором, в необходимой пропорции независимо от генетических особенностей или онтогенеза растений.

3. Eco-Hydro PK Classic – 1 бутылка - Высококонцентрированное удобрение, стимулятор цветения-плодоношения. Дополнительный компонент для второй половины цветения. Применение RasTea ECO-Hydro PK CLASSIC в сочетании с компонентами линейки RasTea ECO-Hydro, обеспечивает оптимальное и полноценное развитие растений в период цветения. В состав входит более 40 органических и минеральных соединений.



Рисунок 2 – Комплект минеральных удобрений Eco – Hydro от RasTea

Двухкомпонентные органоминеральные удобрения Simplex Hydro - во время роста растения и формирования соцветий используют Simplex Hydro Vega A+B, в период цветения и созревания плодов - Simplex Hydro Bloom A+B. В составах есть pH-буферы, регулирующие кислотность. Simplex Hydro разработаны для жёсткой воды (ЕС 0,4-0,6 мСм/см). Неорганические вещества представлены в хорошо усваиваемых растениями формах — в виде оксидов, нитратов, и хелатов. Для отличного урожая достаточно базовых удобрений Simplex Hydro, в дополнение к ним есть стимуляторы и добавки от Simplex. [9] (Рисунок 3)



Рисунок 3 – Simplex Hydro Vega A+B

Отечественный концентрат "Фульвогумат Иван Овсинский" (Рисунок 4) гуминовых и фульвокислот для капельного полива, гидропонике, открытого, и закрытого грунта. Содержание фульвокислот в концентрате 1,2%. Он работает на развитие корневой системы, стимулирует рост на всех фазах вегетации растения. На гидропонике концентрат разводится из расчета 0,1-0,5 мл. на 1 литр воды.



Рисунок 4 – Фульвогумат Иван Овсинский

Проведя анализ можно сделать вывод, что изучение растений позволяет улучшать состав питательного раствора для получения качественного продукта. Наиболее распространённые минеральные удобрения, разработанные GHE «Flora series», являются качественными и универсальными для различных видов растений и вегетационных периодов. В среднем цена комплекта варьируется в пределах 5500 рублей, в то время как отечественный аналог Есо-Нудро стоит около 3300 рублей, по питательным свойствам же почти не отличается.

Список литературы

1. Dzagigrow. [Электронный ресурс] Url.: <https://dzagigrow.ru/blog/kakie-udobreniya-podoydut-dlya-gidroponiki2/> (дата обращения: 25.02.2024).
2. StudFiles. Файловый архив студентов. [Электронный ресурс] Url.: <https://studfile.net/preview/5611089/> (дата обращения: 15.02.2024).
3. Агроновия. Гидропонные комплексы. [Электронный ресурс] Url.: <https://agronovia.ru/promyshlennye-gidroponnye-sistemy-dl/> (дата обращения: 19.02.2024).
4. Ботаничка. О мире растений и загородной жизни [Электронный ресурс] Url.: <https://www.botanichka.ru/article/hydroponic/> (дата обращения 08.02.2024 г.).

5. Википедия. [Электронный ресурс] Url.: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 22.02.2024).
6. Диванный сити-фермер. Удобрения для гидропонных систем [Электронный ресурс] Url.: <https://dfermer.ru/gidroponika> (дата обращения 11.02.2024 г.).
7. Производитель. РФ. [Электронный ресурс] Url.: <https://производитель.рф/producers/sredstva-dlya-gidroponiki> (дата обращения: 19.02.2024).
8. Чесноков, В.А. Выращивание растений без почвы / В.А. Чесноков, Е.Н. Базырина, Т.М. Бушуева и Н.Л. Ильинская, Л., Ленинградский университет 1960. – 162 с.
9. Я. Нашла. [Электронный ресурс] Url.: <https://yanashla.com/luchshie-udobreniya-dlya-gidroponnyh-sistem/> (дата обращения: 17.02.2024).

УДК 631.172

ЗНАЧИМОСТЬ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ, АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК

Лушин Артем Аббасович, студент

Политехнический колледж №8 имени дважды Героя Советского Союза И. Ф. Павлова,
Москва, Россия
artemlusin8@gmail.com

Научный руководитель: Окунева Зоя Дмитриевна

Политехнический колледж №8 имени дважды Героя Советского Союза И. Ф. Павлова,
Москва, Россия
okuneva@pk-8.ru

Аннотация: Цель статьи заключается в рассмотрении значимости энергетики, электротехнологий, автоматизации и энергосбережения в агропромышленной сфере. Сегодня энергетика, электротехнологии, автоматизация и энергосбережение играют важную роль в агропромышленном комплексе (АПК). С их помощью можно существенно увеличить эффективность производства, снизить затраты на энергию и сырье, а также повысить конкурентоспособность продукции. Применение современных технологий в области энергетики и электротехники позволяет оптимизировать энергопотребление, обеспечивать надежную работу оборудования и повышать качество производства. Автоматизация производственных процессов позволяет сократить ручной труд и уменьшить вероятность ошибок, что в свою очередь повышает производительность и качество продукции.

Ключевые слова: АПК энергетика, электротехнологии, автоматизация энергосбережение.

Главной задачей электроэнергетики в АПК считается питание сельскохозяйственной техники. Многие сельскохозяйственные машины и оборудование, такие как тракторы, комбайны, насосы и системы орошения, требуют электрической энергии для своей работы.

Электроэнергия позволяет автоматизировать и улучшить эффективность сельскохозяйственных процессов, ускоряя их выполнение и снижая трудозатраты, освещение и обогрев. В агропромышленном комплексе электроэнергия используется для освещения помещений, складов, жилых зон и других объектов. Она также обеспечивает электрический обогрев, который необходим для поддержания оптимальных условий для роста и хранения сельскохозяйственных культур и животных.

Производство и переработка. Многие процессы в пищевой промышленности, такие как молочная и мясная переработка, хлебопечение, консервирование и упаковка, требуют электрической энергии для работы оборудования и систем автоматизации. Электроэнергия также используется для поддержания оптимальных условий хранения и транспортировки сельскохозяйственной продукции.

Водоснабжение и орошение. Для сельскохозяйственного производства необходимо обеспечить достаточное водоснабжение и орошение полей. Электроэнергия используется для работы насосов, систем орошения и очистки воды, обеспечивая надежное и эффективное использование водных ресурсов.

Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. Электроэнергия играет важную роль в хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. Она используется для работы системы холодильного оборудования, которое позволяет сохранить свежесть и качество

продукции. Также электроэнергия используется в процессе переработки сельскохозяйственной продукции, например, для работы мельниц, прессов, сушилок и другого оборудования.

Освещение и отопление. Электроэнергия также используется для освещения сельскохозяйственных помещений, таких как склады, амбары и жилые здания. Она обеспечивает необходимое освещение для работы и безопасности персонала. Кроме того, электроэнергия используется для обогрева помещений в холодное время года, что позволяет сохранить оптимальные условия для хранения и обработки сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, электроэнергетика играет важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая энергией различные процессы и операции, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции. Она повышает эффективность и конкурентоспособность сельскохозяйственного производства, а также способствует сохранению качества и безопасности сельскохозяйственной продукции.

Проблемы энергетики и автоматизации в области АПК.

Проблемы, связанные с энергетикой и автоматизацией в области сельского хозяйства, включают в себя:

- Недостаточное использование энергоэффективных технологий. В сельском хозяйстве часто используются устаревшие и малоэффективные способы производства энергии, что приводит к недопустимому расходу ресурсов.
- Низкую автоматизацию процессов. В сельском хозяйстве часто используются ручные методы работы, что приводит к низкой производительности и увеличению ошибок в процессе производства.
- Нехватка квалифицированных кадров. Для внедрения современных технологий в сельском хозяйстве требуется наличие специалистов, обладающих соответствующими знаниями и навыками.
- Высокие затраты на обновление оборудования. Внедрение новых технологий и автоматизации процессов в сельском хозяйстве требует значительных инвестиций, что не всегда доступно для малых и средних предприятий.

Перспективные направления развития.

Перспективными направлениями в области энергетики и автоматизации в АПК являются:

- Точное земледелие с использованием датчиков, беспилотников и систем GPS для сбора данных о почве, урожае и погоде, что позволяет оптимизировать применение удобрений, пестицидов и воды.
- Управление микроклиматом: использование датчиков и систем управления для поддержания оптимальных условий в теплицах и животноводческих помещениях, что повышает урожайность и благополучие животных.
- Автоматизированное доение и кормление: использование роботов и автоматизированных систем для повышения эффективности и снижения затрат на рабочую силу в молочном и животноводческом производстве.
- Управление сельскохозяйственной техникой: использование систем GPS и телематики для оптимизации маршрутов, снижения расхода топлива и повышения производительности.
- Интеграция с информационными системами: подключение сельскохозяйственной техники и оборудования к облачным платформам и системам бизнес-аналитики для повышения эффективности и принятия обоснованных решений.
- Электромобили и сельскохозяйственная техника: внедрение электромобилей и сельскохозяйственной техники для снижения выбросов и повышения энергоэффективности.
- Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ): установка солнечных панелей, ветрогенераторов и других устройств для обеспечения электроэнергией сельскохозяйственных предприятий.
- Энергоэффективное освещение: использование светодиодного освещения, датчиков движения и систем управления освещением для снижения энергопотребления.

Список литературы

1. «КультИнформПресс». 2016. С. 80-82.
2. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Багметов А.А. Влияние гололедно-ветровых нагрузок на надежность линий электропередачи Кубани // Инновационная наука. 2016. № 6-2. С. 137-142.

3. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Султанов Г.А., Кочубей Е.А. Повышение надежности элементов электрической сети. В сб.: Наука XX века. Сб. научных статей междунаучно-практ. конф. СПб:

4. Ушаков В.Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК : учебное пособие / В.Я. Ушаков, Н.Н. Харлов, П.С. Чубик. - Томск : Изд-во ТПУ, 2015. - 283 с.

5. Чубик П.С. Томский политехнический университет : ставка на ресурсоэффективность / П.С. Чубик // Томский политехник. — 2015. — №20.-С. 8-23.

УДК697.2

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ

Носова Ольга Олеговна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
nosovaolga12@gmail.com

Алёшичев Никита Евгеньевич, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
aleshichev2002@gmail.com

Научный руководитель: Бастрон Татьяна Николаевна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
tbastron@yandex.ru

Аннотация: данная статья посвящена исследованию разных видов теплых полов. Приводится анализ их характеристик, преимущества и недостатки той или иной системы прокладки, которые в последствии смогут помочь потребителю определиться с выбором напольной отопительной системы.

Ключевые слова: теплый пол, греющий кабель, электроэнергия, инфракрасный нагрев.

В настоящее время в квартирах и частных домах в качестве источников тепла становятся все более популярны теплые полы. Так как он позволяет экономить пространство и равномерно распределить тепло по всей поверхности самого пола, и полноценно прогреть воздух в помещении. Также он позволяет достичь физиологического комфорта, благодаря тому, что ступни находятся в тепле, а голова в относительно холодном воздухе [5]. Ниже приведен пример обогрева комнаты с помощью радиатора и теплого пола (Рисунок 1).

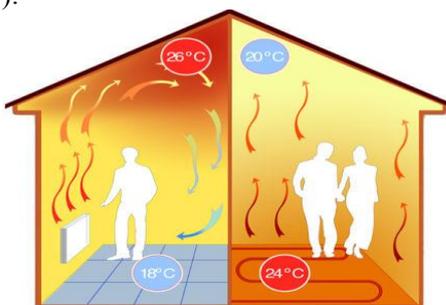


Рисунок 1 – Обогрев помещения радиатором и теплым полом

На данный момент существуют:

1. Водяные полы
2. Электрические полы:
 - кабельный теплый пол;
 - нагревательный мат;
 - стержневой инфракрасный теплый пол;
 - пленочный инфракрасный теплый пол.

Рассмотрим эти виды полов.

Водяной пол.

Принцип его устройства: в полу находятся трубы, в которых протекает горячая вода. За счет этого греется сам пол, а в последствии нагревается воздух [3].

Такой пол можно использовать в частных домах и квартирах с автономным отоплением, где относительно высокие потолки, так как трубы для водяных полов сами по себе будут занимать около 40 мм от высоты помещения, а если будет проводиться стяжка, то это может занять до 70 мм [1]. Их нельзя использовать в квартирах с центральным отоплением. Также они боятся минусовых температур. Вода для этой системы отопления требует специальной подготовки, чтобы исключить отложения в трубах. Но водяная система является более экономичной. И при отключении электрической энергии система водяного отопления будет долгое время сохранять тепло за счет своей тепловой инерционности.

Электрический теплый пол.

Такой пол состоит из электрических нагревательных элементов, которые при прохождении по ним тока выделяют тепло. Сами же нагревательные элементы подключают к терморегулятору, где с помощью термодатчика потребитель может автоматически включать и выключать нагрев, поддерживая температуру на заданном уровне.

К основным достоинствам электрических полов можно отнести то, что они подходят для любых помещений в доме или комнат в квартире, и работают вне зависимости от остальной системы отопления, поэтому их можно использовать в многоквартирных домах с центральным отоплением. Еще одним преимуществом является то, что его температуру легко регулировать.

Недостатком таких полов можно считать то, что они создают значительную дополнительную нагрузку на электропроводку в доме, а также требуют заземления, т.е. на питающей линии обязательно должно быть установлено УЗО или дифференциальный автомат.

Кабельные полы.

По укладке они очень схожи с водяными полами. Кабель может фиксироваться как штрабами, так и монтажной лентой, он подходит даже для монтажа лестниц, что не могут позволить себе другие электрические системы. По кабелю протекает ток, и большая часть электроэнергии преобразуется в тепловую, от нее нагревается пол, а от него воздух в помещении. Диаметр кабеля может быть от 2 до 5 мм. А обязательная стяжка должна быть не менее 12 мм [1].

Нагревательный мат.

Это такой же кабель, только закрепленный на стекловолоконной сетке. Такие нагреватели более просты и быстры в укладке, рулон раскатывают по нужной поверхности и закрепляют. Так же их плюсом является то, что делать стяжку не обязательно, а можно просто укладывать в слой плиточного клея, что позволит быстрее прогреть поверхность. И то, что ими можно отдельно прогревать небольшие участки, так как площадь матов может составлять $0,5 \text{ м}^2$ [6].

Стержневой инфракрасный теплый пол.

Если рассматривать данный вид пола, то можно рассказать, что в его основе лежат карбоновые стержни, которые соединены между собой проводами. На вид сам элемент нагревания напоминает веревочную лестницу, а по способу монтажа похож на нагревательные маты. Стержни же раскидывают по поверхности пола и заливают в стяжку. Она создает защиту для нагревательного элемента, оттого монтаж таких полов можно проводить в любом помещении, и для них нет ограничений по весу мебели.

Пленочный теплый пол.

Это тонкая многослойная пленка из прочного износостойкого полиэтилена с расположенными между её слоями нагревательными элементами из углерода или карбона. Через специальную антиискровую серебряную сетку происходит контакт нагревателя с двумя медными жилами, которые осуществляют подвод электричества. После того как через нагреватели проходит ток, они излучают тепловые лучи, в первую очередь греют пол, от которого в дальнейшем будет исходить тепло, но часть излучения будет проникать через покрытие и греть другие предметы.

Основной их плюс в том, что они являются самыми тонкими теплыми полами, так же их можно укладывать перед самым финишным покрытием. Но нельзя использовать во влажных помещениях, например в ванной.

Выводы.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что у каждой отопительной системы есть как достоинства, так и недостатки. Сравнивая водяные и электрические полы, можно сделать вывод, что в квартирах с городским отоплением можно использовать только электрические полы, а в частных домах любой вид, в зависимости от потребностей и предпочтений пользователей. Электрические полы (особенно пленочные) лучше подойдут для помещений с низкими потолками, так же благодаря терморегулятору и тому, что они могут быстро изменить потребляемую мощность,

можно установить нужную температуру в комнате. Водяные более экономичные в использовании и при их отключении температура в комнатах будет держаться еще несколько часов.

Список литературы

1. Водяные и электрические полы: URL: <https://sovet-ingenera.com/otoplenie/teply-pol/kakie-teplye-poly-luchshe-vodyanye-ili-elektricheskie.html>
2. Кузнецов А.А.: Система отопления пола жилых и производственных помещений/ А.А. Кузнецов, К.А. Миндров// журнал Инженерный вестник Дона в области „Строительство и архитектура” 2018 №4(51) С.2-3
3. Руководство для теплых полов: преимущества и принцип действия водяных теплых полов/ Журнал forcetherm-водяной теплый пол: рекомендации по монтажу водяных теплых полов 2017 С. 4-5
4. СНиП 41-01-2003, п. 6.5.12. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. М., 2003.
5. Шелехов, И.Ю: Особенности применения системы «Теплый пол» в условиях Сибири/ И.Ю. Шелехов, Янченко В.А. // вестник Иркутского государственного университета 2011 №12(59)- С.1-2
6. Электрические полы: URL <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/10850-elektricheskiy-teplyu-pol>

УДК 53.08

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МЕТОДЫ ЕЁ СНИЖЕНИЯ

Павлова Дарья Андреевна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
dashapav46@gmail.com

Научный руководитель: Клундук Галина Анатольевна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
klunduk.galina@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы потери электроэнергии. Изложены причины возникновения коммерческих и технических потерь. Определены методы снижения коммерческих потерь.

Ключевые слова: потери, электроэнергия, коммерческие потери, мероприятия.

Потери электроэнергии в электрических сетях играют важную роль в определении экономической эффективности их функционирования, а также отражают состояние системы учета энергии и эффективность работы энергоснабжающих организаций. Эти показатели явно указывают на накопление проблем, требующих немедленного решения в области развития, реконструкции и технического модернизации электрических сетей, совершенствования методов эксплуатации и управления ими, а также повышения точности учета электроэнергии. Анализ зарубежного опыта показывает, что в России за последние 10-12 лет уровень потерь электроэнергии в электрических сетях высок и имеет тенденцию к росту.

Фактические потери электроэнергии могут быть разделены на несколько составляющих. Ранее их сгруппировывали в две большие категории: технические и коммерческие потери. К первым относили нагрузочные, условно-постоянные потери и расход электроэнергии на собственные нужды подстанций. Остальные потери, включая инструментальные погрешности измерений, относили к второй группе. Но такая классификация имеет определенные условности. Расход электроэнергии на собственные нужды не является полностью "чистыми" техническими потерями, и поэтому учитывается электросчетчиками. Также, метрологические погрешности имеют иной характер по сравнению с другими составляющими коммерческих потерь. Поэтому "коммерческие потери" изначально были широко трактованы, существует даже определение "допустимый уровень коммерческих потерь" — это значение, которое обусловлено погрешностями системы учета электроэнергии (электросчетчиков, трансформаторов тока и напряжения) в соответствии с требованиями ПУЭ.

Для того что бы избежать путаницы в применяемой терминологии, можно более корректно обозначить две группы:

1. Технологические потери.
2. Коммерческие потери.

Технологические потери включают в себя технические потери в электрических сетях, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии, расход электроэнергии на собственные нужды подстанций, и потери, обусловленные допустимыми погрешностями системы учета электроэнергии [1].

Тариф на передачу электроэнергии включает в себя компенсацию за технические потери, что не является убытком для компании. Средства, полученные в виде доходов от передачи электроэнергии, используются для покрытия финансовых затрат, связанных с покупкой электроэнергии для компенсации технологических потерь. Расчет технологических потерь основывается на законах электротехники, а погрешности приборов учета определены на основании метрологических характеристик. Расходы на собственные нужды подстанций могут быть определены по показаниям электросчетчиков.

Коммерческие потери невозможно измерить приборами и рассчитать по формулам. Они определяются математически как разность между фактическими и технологическими потерями электроэнергии и не подлежат включению в нормативы потерь электроэнергии. Расходы, связанные с их уплатой, не компенсируются тарифным регулированием.

Причины возникновения коммерческих потерь электроэнергии. Анализ коммерческих потерь электроэнергии имеет важное значение для электроэнергетических компаний, поскольку позволяет определить уровень эффективности работы системы распределения электроэнергии и выявить проблемные области, которые нуждаются в улучшении.

Основные причины коммерческих потерь электроэнергии можно разделить на 3 группы:

1. Инструментальные, ошибки измерений количества электроэнергии.
2. Ошибки в определении объема отпуска электроэнергии в сеть и потребителям.
3. Незаконное потребление и хищение электроэнергии (например, мошенничество с приборами учета или несанкционированный доступ к сети. Приборы учета имеют определенную нормируемую погрешность, указанную в паспортных данных приборов, но если условия эксплуатации отличаются от нормируемых, то могут возникать дополнительные погрешности.

Пути снижения коммерческих потерь. Мероприятия, направленные на снижение коммерческих потерь электроэнергии, классифицируются по причинам их возникновения и разделяются на две группы:

1. Организационные меры, которые направлены на повышение точности расчетов показателей баланса электроэнергии, включая обеспечение доступности и время записи всех точек поставки, проведение проверок на соответствие договорным условиям и актов разграничения балансовой принадлежности. Кроме того, важным является формирование и актуализация баз данных о потребителях и группах учета, что позволяет связать их с конкретными элементами схемы электрической сети. Также важен контроль за фактическими техническими характеристиками приборов учета и применяемых алгоритмов "дорасчета" потерь. Другие организационные мероприятия включают сверку показаний приборов учета, исключение практики "безучетного" электроснабжения и выполнение расчетов технологических потерь электроэнергии для повышения точности. Некоторые примеры организационных мероприятий также включают контроль фактических небалансов электроэнергии, расчеты "пофидерных" балансов электроэнергии и выявление хищений электроэнергии. Кроме того, важно обеспечить персонал, выполняющий проверки и выявление хищений, необходимыми инструментами и инвентарем, а также обучение методам выявления хищений и мотивацию дополнительным материальным вознаграждением.

2. Технические – связанные с обслуживанием и совершенствованием систем учета электроэнергии [2] Они включают инвентаризацию измерительных комплексов и их маркировку для визуального контроля, пломбирование электросчетчиков и измерительных трансформаторов, а также установку защитных кожухов клеммных зажимов измерительных цепей. Также важна своевременная инструментальная проверка и поверка приборов учета, замена их на приборы с повышенными классами точности. Другие технические меры включают устранение недогрузки и перегрузки трансформаторов, снижение уровня потерь напряжения в измерительных цепях и установку приборов учета на границах балансовой принадлежности. Кроме того, важно совершенствование расчетного и технического учета электроэнергии, замена устаревших приборов и установка приборов учета за пределами частных владений. Внедрение автоматизированных информационно-

измерительных систем коммерческого учета электроэнергии также является важным мероприятием.

Автоматизация учета электроэнергии является эффективным способом снижения коммерческих потерь и увеличения точности измерений. Это комплексное решение, которое позволяет получать достоверную и удаленную информацию от каждой точки измерения и постоянно контролировать исправность приборов учета. Одним из главных преимуществ автоматизации является усложнение несанкционированного электропотребления и возможность быстрого выявления потерь энергии. Благодаря автоматизации, возможно выявление "очагов" потерь в кратчайшие сроки и при минимальных затратах. Однако, внедрение систем автоматизации учета электроэнергии может быть затруднено высокой стоимостью автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии.

Для эффективного снижения коммерческих потерь электроэнергии кроме автоматизации учета, необходимо также совершенствовать нормативно-правовую базу в области энергоснабжения и учета электроэнергии. Важно, чтобы применение нормативов потребления коммунальных услуг по электроснабжению стимулировало абонентов к установке приборов учета и устранению их неисправностей, а не для вычисления выгоды от их отсутствия. Важным аспектом является процедура допуска представителей сетевых компаний для проверки состояния приборов учета и снятия показаний у потребителей, особенно у физических лиц. Эта процедура должна быть максимально простой и удобной для потребителей, чтобы минимизировать неудобства и время, затрачиваемые на проверку и снятие показаний. Одновременно с этим, необходимо усилить ответственность за несанкционированное электропотребление, чтобы предотвратить злоупотребления и незаконное потребление электроэнергии. Таким образом, совершенствование нормативно-правовой базы в области энергоснабжения и учета электроэнергии является важным шагом для эффективного снижения коммерческих потерь и обеспечения точности учета.

Список литературы

1. Воротницкий В.Э., Калинкина М.А. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях (Учебно-методическое пособие) – М.: ИУЭ ГУУ, ВИПКэнерго, ИПКГосслужбы, 2003
2. Воротницкий В.Э., Заслонов С.В., Калинкина М.А., Паринов И.А., Туркина О.В. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям М.: ДиалогЭлектро, 2006
3. Железко, Ю.С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях [Текст] / Руководство для практических расчетов // Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2005. - 280 с
4. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям»
5. РД 34.09.254 «Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. И 34-70-028-86», М., СПО Союзтехэнерго, 1987

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Трифорова Елизавета Николаевна, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
trifonova.elizaweta2014@yandex.ru

Научный руководитель: Бастрон Татьяна Николаевна

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
tbastron@yandex.ru

Аннотация: Данная статья посвящена обзору светодиодных ламп для уличного освещения. В ней рассмотрены преимущества и недостатки использования светодиодов в сравнении с традиционными источниками света, такими как газоразрядные и галогенные лампы. В статье описаны ключевые характеристики светодиодных ламп, влияющие на эффективность уличного освещения. Особое внимание уделяется вопросу энергопотребления ламп и их экологичности.

Ключевые слова: уличное освещение, LED-лампы, энергоэффективность, оптимизация, газоразрядные лампы, галогенные лампы.

Уличное освещение имеет большое значение для комфорта и безопасности жителей и гостей города. Оно создает приятную атмосферу в общественных местах и обеспечивает безопасное перемещение пешеходов и транспорта в темное время суток. Светодиодная продукция обладает рядом преимуществ, которые делают ее отличным выбором для городского освещения.

К основным плюсам можно отнести:

- значительная экономия потребляемой электроэнергии и высокий КПД;
- отсутствие вредных излучений и вредных составляющих компонентов в светодиодах;
- экологическая безопасность;
- время непрерывной работы светодиода - до 100 тысяч часов, что в десятки раз превышает срок службы традиционных источников света;
- высокая механическая прочность и устойчивость к вибрациям;
- диапазон рабочих температур от -60 до +40 °С;
- быстрое включение/выключение в широком диапазоне температур;
- меньший слепящий эффект и полное отсутствие мерцания;
- минимальные затраты на эксплуатацию.[2]

Недостатки:

- Тепловая деградация светодиодных приборов большой мощности. Использование слабого теплоотвода при эксплуатации ламп мощностью от 50 Вт чревато их преждевременным выходом из строя. Экономить на теплоотводе нельзя, особенно если светодиоды установлены в городах с жарким климатом.

• Чувствительность к резким скачкам напряжения. Светодиоды не устойчивы к сильным перепадам напряжения. По этой причине при установке LED-ламп важно подключать проверенные блоки питания, а также при необходимости — стабилизатор напряжения.

Из двух вышеуказанных характеристик, вытекает третий нюанс светодиодов — их стоимость. LED-лампы с качественными комплектующими требуют определенных финансовых вложений.[4]

Основной аспект влияния уличного освещения на окружающую среду является его энергопотребление. Традиционные источники света, такие как газоразрядные лампы высокой интенсивности, например, натриевые или ртутные, обладают высокой световой отдачей и длительным сроком службы, обеспечивая яркое и равномерное освещение на больших площадях. Однако им требуется время для разогрева и достижения полной яркости, а некоторые из них содержат ртуть, что может быть вредным для окружающей среды. Галогенные лампы обладают высокой яркостью и производят белый свет, который хорошо подходит для освещения производственных помещений, создавая направленный свет, улучшающий уровень освещенности. Но они имеют высокую рабочую температуру и короткий срок службы по сравнению с другими видами светильников. Это все приводит к неэффективному использованию энергоресурсов и увеличению выбросов парниковых газов, таких как углекислый газ.[3]

Один из способов сокращения потребления энергии уличного освещения – это замена ламп на светодиодные (LED) лампы. LED-освещение потребляет гораздо меньше энергии, чем традиционные лампы, при этом обеспечивая высокую яркость и долгий срок службы. Это позволяет существенно снизить потребление электроэнергии и уменьшить нагрузку на энергетические системы городов.

Некоторые светодиодные лампы могут использовать возобновляемые источники энергии, такие как солнце или ветер, что также может помочь снизить общее воздействие на окружающую среду.

Основываясь на практической деятельности ООО «Центр энергоэффективности ИНТЕР РАО ЕЭС», можно привести примеры осуществленных проектов по обновлению систем уличного освещения в городах Никель Мурманской области и Кутаиси Грузии.

Например, при обновлении системы уличного освещения в Никеле были проведены такие работы: замена уличных светильников РКУ на светодиоды; установка системы АСУНО, которая контролирует и отслеживает потребление электроэнергии в системе освещения всех улиц.

Благодаря этим обновлениям удалось уменьшить потребление электроэнергии более чем на 250 тысяч кВтч в год.

Модернизация уличного освещения в Кутаиси включала: установку светодиодных уличных светильников на улице Давида Строителя; установку системы АСУЭ, контролирующей и отслеживающей потребление электроэнергии.

Экономическая выгода от сокращения потребляемой мощности в системе освещения составила: по пилотному проекту – 6 кВт, при переходе всего уличного освещения Кутаиси на светодиоды – около 650.5 кВт.[5]

Вывод:

Использование автоматического регулирования яркости и оптимизации использования освещения позволяет более рационально использовать энергоресурсы. Благодаря таким изменениям в систему уличного освещения, как внедрение вышеупомянутых технологий, можно снизить затраты на энергию, улучшить качество освещения и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Если городские власти, архитекторы, специалисты в области освещения и общественность будут совместно работать над внедрением этих мер, то можно добиться более экологичного будущего для наших городов.

Список литературы

1. Преимущества и недостатки различных типов промышленных светильников. – Текст: электронный // URL: <https://peak-leds.ru/blog-preimuschestva-i-nedostatki-razlichnyh-tipov-svetilnikov-dlya-sto/> (дата обращения: 25.02.2023).
2. Преимущества и недостатки светодиодных ламп. – Текст: электронный // URL:https://lu.ru/stati/preimuwestva_i_nedostatki_svetodiodnyh_lamp/ (дата обращения: 25.02.2023).
3. Преимущества светодиодного освещения перед традиционными источниками света. – Текст: электронный // URL: <https://ledperm.ru/preimuschestva-svetodiodnogo-osvescheniya/> (дата обращения: 25.02.2023).
4. Светодиодные наружное освещение. – Текст: электронный // URL:<https://lumistec.ru/informatsiya/novosti/stati/svetodiodnoe-naruzhnoe-osveshenie.html> (дата обращения: 25.02.2023).
5. Уличное освещение: территория проблем. – Текст: электронный // URL:<https://www.elec.ru/publications/osveschenie/1410/> (дата обращения: 25.02.2023).

ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЯЧЕЕК ЛИТИЙ-ЖЕЛЕЗО-ФОСФАТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Чебодаев Степан Александрович, студент

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
step-chebodaev@yandex.ru

Научный руководитель: Чебодаев Александр Валериевич

кандидат технических наук, доцент
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ale-chebodaev@yandex.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются различные электронные устройства для балансирования заряда отдельных ячеек литий-железо-фосфатных аккумуляторов, используемых в системах автономного электроснабжения на основе солнечных фотоэлектрических станций с целью повышения их эксплуатационных качеств. Рассмотрены основные принципы балансирования заряда отдельных ячеек литий-железо-фосфатных аккумуляторов, на основе активного и пассивного балансира. Приведены балансиры, предлагаемые рынком и рассмотрены их основные функции и возможности.

Ключевые слова: BMS, литий-железо-фосфатный аккумулятор, пассивный балансир, активный балансир, аккумуляторная батарея, элемент, ячейка, заряд, разряд, автономная фотоэлектрическая станция, напряжение, ток.

В настоящее время известно большое количество аккумуляторных батарей (АБ), которые находят свою область применения. В солнечной энергетике имеется потребность в АБ большой электрической емкости, способных работать в циклических режимах с глубоким уровнем разряда. Современные свинцово-кислотные АБ выполненные по технологии AGM и Gel широко применяются для этих целей, но имеют ряд существенных недостатков, это их стоимость и срок службы в циклическом режиме эксплуатации. Одним из современных направлений аккумуляторостроения, являются АБ на основе лития, к таким АБ относятся системы Li-ion, Li-pol, LTO, LiFePo₄. LiFePo₄ – литий-железо-фосфатные аккумуляторы наиболее перспективны для работы в составе автономных фотоэлектрических станциях (АФЭС), т.к. несмотря на свою высокую цену, они обладают большим количеством циклов заряда/разряда, и практически не деградируют при частом использовании в циклических режимах работы, свойственных АФЭС, так же они долго сохраняют энергию в полностью заряженном состоянии. Но у таких аккумуляторных батарей имеется и недостаток, необходимо четко контролировать степень заряда/разряда отдельных элементов (ячеек) АБ. Оставшуюся емкость аккумулятора можно определить по напряжению, которое достаточно точно коррелируется со степенью разряда в зависимости от разрядного тока, но так как рабочие напряжения изменяются в узком диапазоне, его сложно однозначно диагностировать измерительными приборами (Рисунок 1).

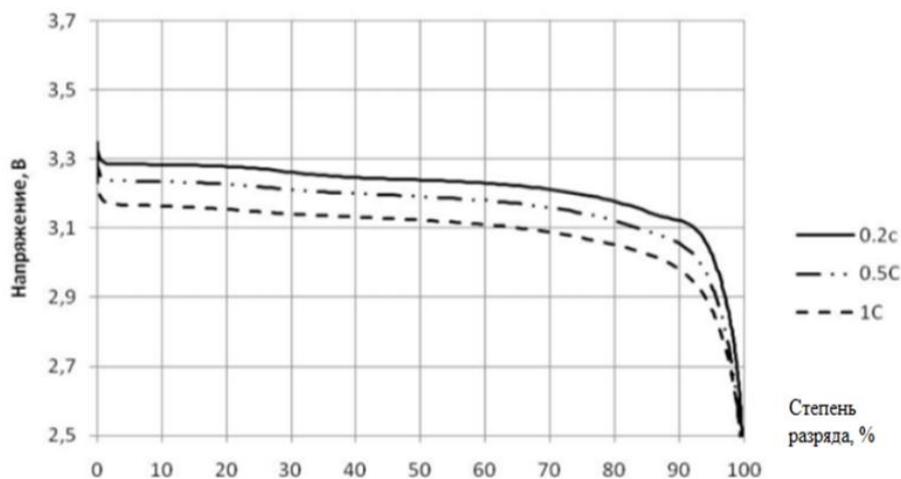


Рисунок 1 – Зависимость напряжения на аккумуляторе LiFePo₄ от степени его разряда при разряде разными токами (0,2Сн; 0,5Сн; 1Сн)

В случае свинцово-кислотных аккумуляторов состояние «100% заряженный аккумулятор» строго определено и соответствует конкретному состоянию электрохимической системы. Зарядно-подзарядное устройство, которое компенсирует токи саморазряда в батарее, поддерживает это состояние с высокой степенью точности. Разбалансировка аккумуляторов в батарее не происходит.

У литий-ионной батареи состояние «100% заряженный аккумулятор» однозначно не определено, оно является условной величиной. С этой точки зрения, даже если в начальный момент времени все аккумуляторы литий-ионной батареи заряжены одинаково, с течением времени они неизбежно «разбегаются» по степени заряда. Для того, чтобы избежать этого, применяется балансировка, которая заключается в упорядочивании выравнивании степеней заряда различных аккумуляторов. [1]

Заряд и разряд АБ производится в соответствии с алгоритмами, заложенными в инверторах и зарядных устройствах только по общему напряжению. Однако, по мере износа аккумуляторов, напряжение на ячейках становится разным, и по мере эксплуатации разброс увеличивается. В цепочке из четырех аккумуляторов LiFePo4 3,2В, один аккумулятор может быть с напряжением 3,1В, а другие с напряжением 3,2, 3,2 и 3,3В, тогда общее напряжение будет 12,8В, но один аккумулятор будет недозаряжен, а другой перезаряжен. Такая ситуация приводит к тому, что аккумулятор состоящий из нескольких последовательно соединенных ячеек теряет свою емкость и не может реализовать полностью свой потенциал.

Для продления срока службы АБ требуется использовать балансиры, которые будут выравнивать напряжение на отдельных элементах АБ и не допускать перезаряд одних элементов при одновременном недозаряде других.

Решить данную проблему может система BMS (Battery Management System) – система которая управляет заряд/разрядным процессом, мониторингом состояния аккумулятора, контролем температуры и количеством емкости.

Система управления и балансировки обеспечивает индивидуальный контроль напряжения и сопротивления каждого элемента аккумулятора, распределяет токи между элементами аккумуляторной батареи во время зарядного процесса, контролирует ток разряда, определяет потерю емкости от дисбаланса, гарантирует безопасное подключение/отключение нагрузки.

Функции системы BMS:

Защита от превышения тока разряда – BMS отключает аккумулятор от нагрузки, если отдаваемый ток превышает допустимый;

Защита от перезаряда – измерение напряжение на каждом элементе АБ. Когда ячейки полностью заряжены, батарея отключается системой BMS от зарядного устройства;

Защита от перегрева – BMS подразумевает наличие термодатчика, измеряющего нагрев аккумулятора. Чтобы датчик работал, требуется тепловой контакт между ним и хотя бы одним элементом. Если BMS обнаруживает перегрев, то отключит АБ от нагрузки или зарядного устройства;

Балансировка – распределение напряжения между всеми ячейками аккумуляторной батареи, благодаря чему максимально продлевается срок службы аккумулятора;

Связная – BMS может подавать вышеуказанные данные на внешние управляющие устройства путем проводной или же беспроводной коммуникации.

Система BMS может хранить в памяти такие показатели, как количество циклов заряда/разряда, максимальное и минимальное напряжение ячеек, максимальное и минимальное значение тока заряда и разряда. Именно эти данные и позволяют определять состояние исправности аккумуляторной батареи.

Токи балансировки, которые может обеспечить сама BMS, не превышают нескольких десятков миллиампер. Такими токами можно отбалансировать только аккумуляторы емкостью в единицы ампер-часов. Для более мощных АБ необходимо использовать отдельные балансиры на каждую ячейку. [2]

Различают пассивные и активные балансиры:

Пассивные балансиры – при достижении заданного напряжения подключают балластное сопротивление параллельно ячейке и рассеивают часть энергии заряда на тех банках, которые зарядились раньше остальных. Когда все ячейки сравняются по заданному напряжению BMS отключит АБ от нагрузки. Заряд не возобновится до того момента, пока напряжение элемента не упадет ниже порогового уровня (Рисунок 2).

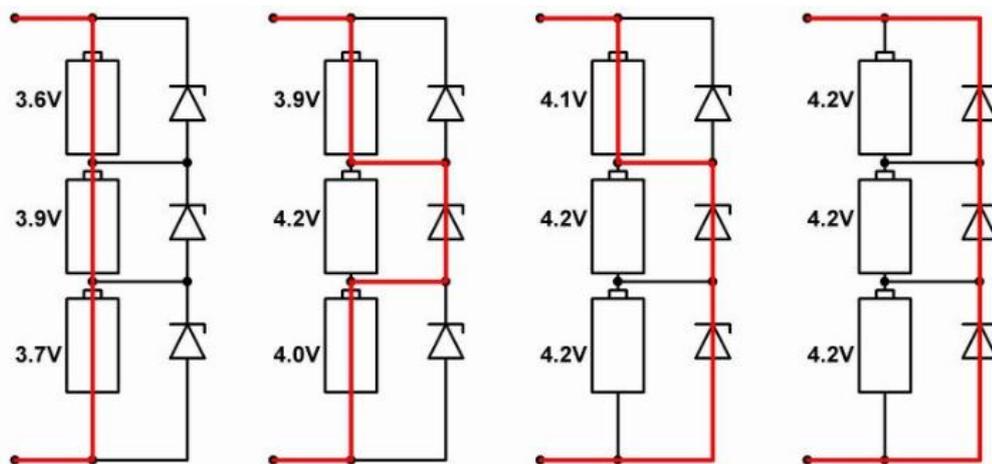


Рисунок 2 – Схематичное изображение работы пассивного балансира

Активные балансиры – переносят энергию от более разряженной ячейки к менее заряженной при помощи конденсаторов. Аккумулятор с большим напряжением заряжает конденсатор, далее конденсатор переключается на аккумулятор с меньшим напряжением и отдает запасенную энергию (Рисунок 3;4). [3]

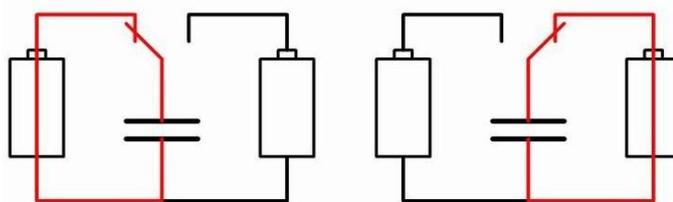


Рисунок 3 – Принцип действия активного балансира при соединении параллельно

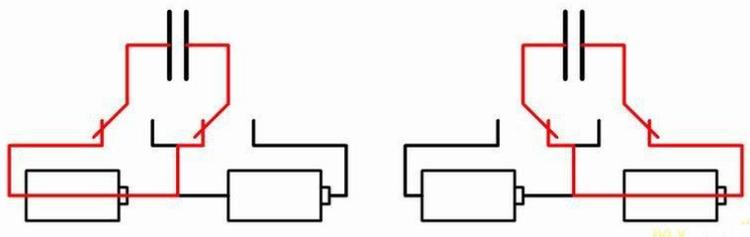


Рисунок 4 – Принцип действия активного балансира при соединении последовательно

Опыт эксплуатации BMS фирмы DALY 150A, 16S BT CAN в системе на 48В, состоящей из 16 ячеек LiFePo4 напряжением 3,2В каждая, показал, что данная система эффективно справляется со своими задачами в составе АФЭС (Рисунок 5), кроме этого имеет множество функций, в том числе удаленного мониторинга через канал Bluetooth.

В основном меню мобильного приложения SMART BMS, (Рисунок 6а) показан момент заряда АБ от АФЭС, при этом общее напряжение АБ из 16 LiFePo4 составляет 54,5В, ток заряда составляет – 26,3А (знак «←» указывает направление тока – заряд АБ).

(Рисунок 6б) – здесь показан момент разряда АБ на подключенную к гибриднему инвертору АФЭС нагрузку, мощностью 3,624 кВт, при этом общее напряжение АБ из 16 LiFePo4 составляет 52,3В, ток разряда составляет + 69,33А (знак «+» указывает направление тока – разряд АБ).

(Рисунок 6в) – здесь показан момент заряда АБ на от АФЭС, мощностью 0,216 кВт, при этом общее напряжение АБ из 16 LiFePo4 составляет 52,8В, ток заряда составляет – 4,1А (знак «←» указывает направление тока – заряд АБ), на 66 цикле разность напряжений на элементах составляет всего 0,028В, при этом можно посмотреть уровень напряжения любой интересующей ячейки.

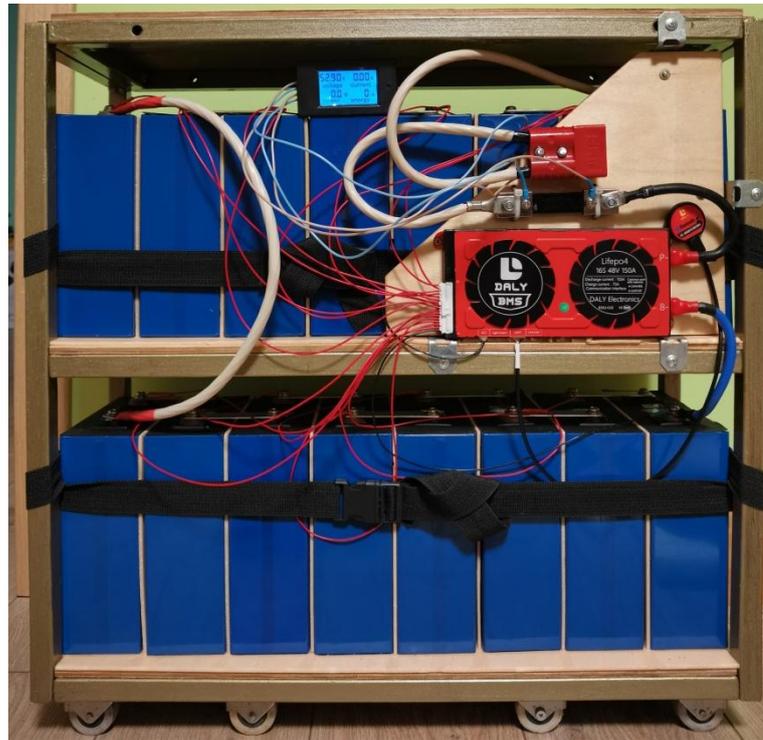
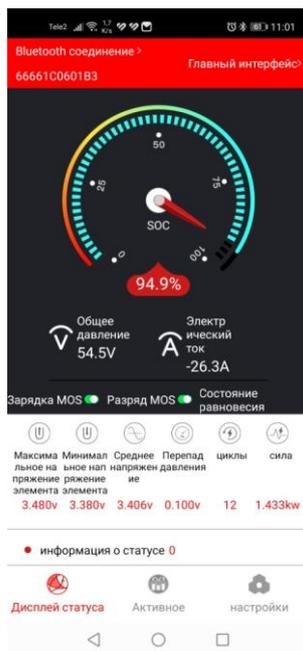


Рисунок 5 – АБ на 48В для АФЭС с 16 элементами LiFePo4 на 3,2В каждая с BMS фирмы DALY 150A, 16S BT CAN



а)



б)



в)

Рисунок 6 – Основное меню мобильного приложения SMART BMS

а) в момент заряда АБ, б) в момент разряда АБ (питание нагрузки), в) полный вид основного меню с уровнем заряда отдельных ячеек сборной АБ

Данная BMS имеет следующие настройки параметров (Рисунок 7):

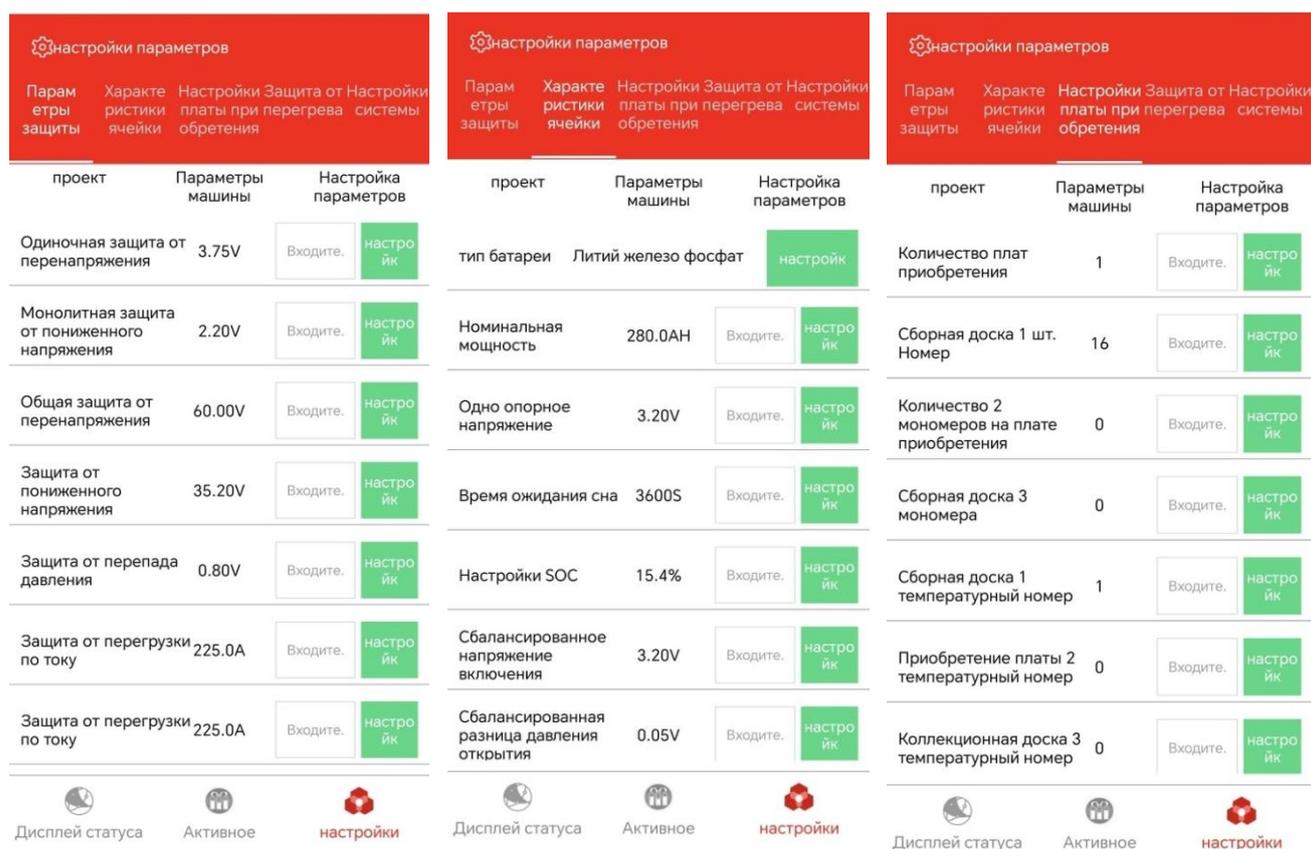
Параметры защиты (Рисунок 7а) – здесь можно задать нижний и верхний пределы напряжения для каждого элемента и системы в целом, а также величину тока при перегрузке.

Характеристики ячейки (Рисунок 7б) – здесь указываются параметры используемых элементов LiFePo4 (максимальная емкость, величина напряжения при котором будет начинаться зарядка; максимальная разница напряжений между ячейками).

Настройки платы (Рисунок 7в) – здесь указывается: количество плат BMS; количество АКБ в цепи; параметры параллельной работы (при наличии).

Защита от перегрева (Рисунок 8а) – здесь задается максимальная и минимальная допустимая температура АБ, в различных режимах и условиях эксплуатации.

Настройки системы (Рисунок 8б) – настраиваются параметры согласования параллельно работающих АБ, включается или отключается защита от перезаряда и переразряда, настройки и обновление приложения, а также можно отправить журнал отчета работы и аварийных ситуаций BMS на электронную почту.

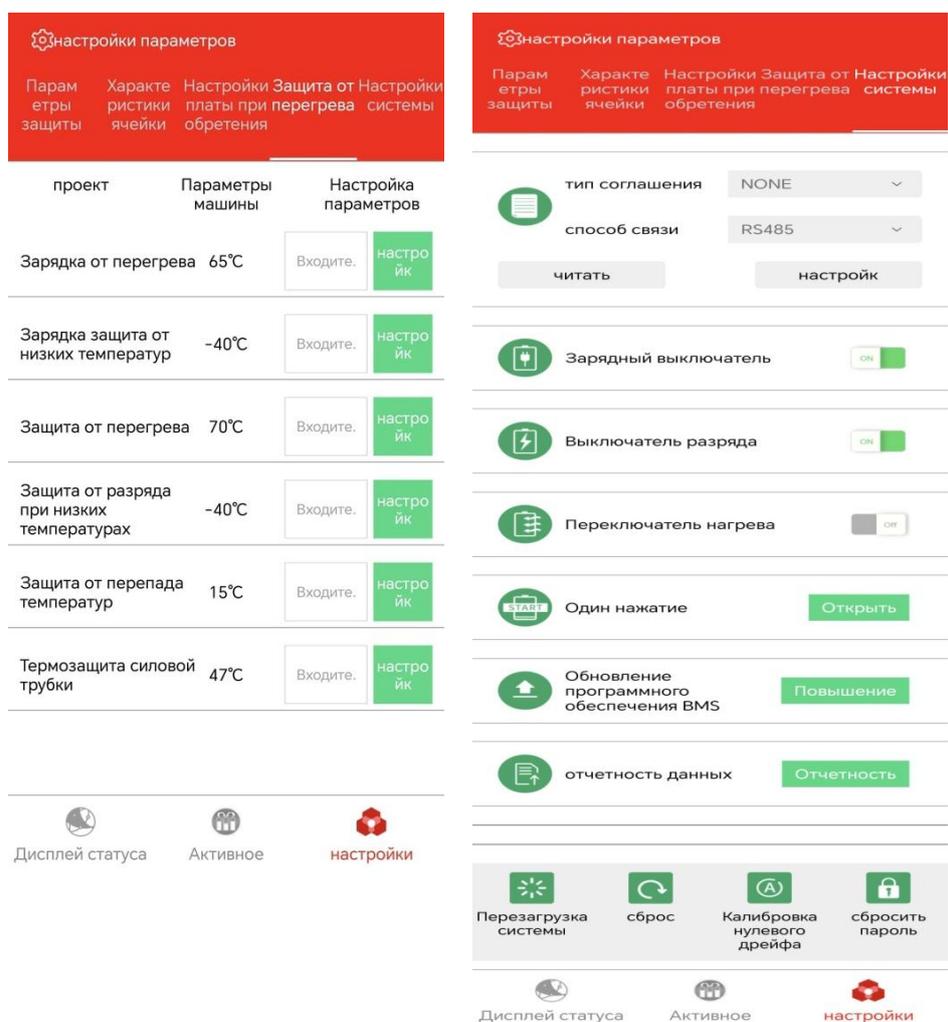


а)

б)

в)

Рисунок 7 – Дополнительное меню мобильного приложения SMART BMS
 а) параметры защиты, б) характеристики ячейки (элемента), в) настройка платы



а) защита от перегрева, б) настройка системы

Заключение. BMS нужное и важное устройство при эксплуатации АБ на основе LiFePo4 ячеек, оно позволяет балансировать заряд отдельных элементов, который при различных режимах работы, может отличаться от среднего значения, на величину не более 0,1В. Кроме того BMS имеет встроенные защиты от аварийных режимов работы АБ, что положительно сказывается на сроке службы и эксплуатационной надежности.

Список литературы

1. Аксессуары для аккумуляторов и зарядных устройств [Электронный ресурс] // URL: https://aliexpress.ru/item/32878960507.html?ysclid=lt2qsrx9mw677122544&sku_id=12000025588468787 (дата обращения: 07.02.2024).
2. Ваш солнечный дом [Электронный ресурс] Url.: <https://www.solarhome.ru> (дата обращения 01.02.2024 г.).
3. Сравнение различных типов аккумуляторных батарей [Электронный ресурс] // URL: <https://ess-asimut.ru/upload/iblock/4a9/4a9febfa61b389513f277fc7b0d6b32f.pdf> (дата обращения: 01.02.2024).
4. Технолайн. Решения для автономного и резервного электроснабжения [Электронный ресурс] Url.: <https://e-solarpower.ru/faq/vse-ob-akkumulyatorah/sistema-upravleniya-batarei-bms/> (дата обращения 05.02.2024 г.).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Подсекция 5.1. Современные конструкционные материалы и технологии

Аполонов М.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА	3
Богиня Н.М., Резер А.В. ОБЗОР РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДИСКОВОГО ТИПА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	6
Болд Эрдэнэ Усукбаяр. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В МОНГОЛИИ	9
Будылина Е.А., Зенго С.Е. ПОЛУЧЕНИЕ БИОДИЗЕЛЯ ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА	12
Егошин П.О. СПОСОБЫ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ СОЛОМОИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ	15
Ипатов М.М. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ	18
Колпаков В.П., Искорнева А.В., Павлюков В.С. ВЕСОВОЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ	20
Маслов Е.В., Худяков М.В. ТЕОРИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОСТИ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО	22
Сысоева М.Д. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА RUTNOM В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ВЕТЕРИНАРИЯ	25
Цибуленко С.С. СРЕДСТВА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	28
Цыглимов С.С. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ БАЗЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	30
Цыглимов С.С. ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ СПЛАВОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	34

Подсекция 5.2. Инженерное обеспечение АПК

Власов И.В. РАЦИОНАЛЬНОЕ БАЛЛАСТИРОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ 4к4а ТРАКТОРОВ КИТАЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	38
Голубцов П.А., Грейдин В.С., Кузнецов М.А. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИЦЕПНОГО КУЛЬТИВАТОРА	41
Замай А.В. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС МАШИН АПК НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	43
Золотарев Д.С. ПРОЕКТ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОСНОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ	45
Золотарев Д.С. ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ»	48
Зорькин А.Ю. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК	51
Истомин Д.И. РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЛУЩЕНИЯ И ДИСКОВАНИЯ ПОЧВЫ	54
Карабухин Д.В. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ И ПОДГОТОВКИ КОРМОВ К СКАРМЛИВАНИЮ В «УЧЕБНО-ОПЫТНОМ ХОЗЯЙСТВЕ «МИНДЕРЛИНСКОЕ»	58
Катаев А.В. ESG-ПОЛИТИКА КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ	61
Китаев А.П. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАХОТНЫХ АГРЕГАТОВ	64
Лагно А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИИ ХРАПОВОГО МЕХАНИЗМА	67
Погребнов Р.С. МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОРАЩИВАНИЯ ЗЕРНА	70
Серастинов Н.В. БАРАБАННО-ЩЕТОЧНЫЙ ОЧИСТИТЕЛЬ КОРМОВЫХ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ И МЕХАНИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ КОРМОВОГО КОРНЕКЛУБНЕПЛОДА ЩЕТКОЙ	73
Сифоров А.Р. ОЦЕНКА ВЫРОВНЕННОСТИ ПРОФИЛЯ РИСОВОГО ЧЕКА ПРИ РАБОТЕ ПРОСТОГО МЕЛИОРАТИВНОГО ПЛАНИРОВЩИКА	77

Сопикова В.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА (СПГ) В АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ	80
Фомин В.В. ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПАС-3D	83
Черпинский С.А. ДИСКОВЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА	86

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АПК

Андреева И.А., Грейдин В.С. КОГЕНЕРАЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ	91
Афанасьева А.О. ВЫБОР ТИПА АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ	94
Афанасьева А.О. ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЬ С ЭФФЕКТОМ «ПАМЯТИ ФОРМЫ»	99
Град Э.Я. СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ВЕГЕТАЦИОННОЙ УСТАНОВКЕ	102
Грейдин В.С., Андреева И.А. ГИДРОПОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩЕЙ	105
Гумеров К.М., Климяк Д.О., Осинев И.А. О НЕЙРОСЕТЕВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДОЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ	107
Дроздов Д.В. ВЛИЯНИЕ СЕЗОНА ГОДА НА МИКРОКЛИМАТ КОРОВНИКА	112
Ермош А.М., Миронов В.В. КОНЦЕПЦИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ	114
Исаев Е.Э., Чебодаев С.А. ОБЗОР УДОБРЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ	117
Лушин А.А. ЗНАЧИМОСТЬ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ, АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК	121
Носова О.О., Алёшичев Н.Е. СРАВНЕНИЕ ТЕПЛЫХ ПОЛОВ	123
Павлова Д.А. ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МЕТОДЫ ЕЁ СНИЖЕНИЯ	125
Трифорова Е.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ	128
Чебодаев С.А. ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЯЧЕЕК ЛИТИЙ-ЖЕЛЕЗО-ФОСФАТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	130

СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции
(27-29 февраля 2024 г.)

Ответственные за выпуск:
А.В. Коломейцев, М.В. Горелов

Часть 3
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭНЕРГЕТИКИ

Секция 5. Техническое обеспечение агропромышленного комплекса
Секция 6. Энергетика, электротехнологии, автоматизация и энергосбережение в АПК

Электронное издание

Издается в авторской редакции

Подписано в свет 04.04.2024. Регистрационный номер 52
Редакционно-издательская служба Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117