

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

*Материалы всероссийской научно-практической
конференции с международным участием*

Благовещенск
Издательство
Дальневосточного государственного аграрного университета
2018

УДК 31+40.7
ББК 631.371:620.9
А43

*Рецензент – Владимир Николаевич Гришин,
главный энергетик ООО «Алькор»*

А43 **Актуальные вопросы энергетики в АПК** : матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / отв. ред. канд. с.-х. наук, доц. О.А. Пустовая. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2018. –185 [1] с.

ISBN 978-5-9642-0417-6

Представлены результаты экспериментальных научно-исследовательских работ преподавателей ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ и других учебных заведений Российской Федерации и республики Беларусь по следующим направлениям: электроэнергетика, применение нетрадиционных источников энергии, законодательство в сфере энергетики, перспективы развития энергетики Амурской области.

**УДК 31+40.7
ББК 631.371:620.9**

Редакционная коллегия:

Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент (отв. редактор);
Дубкова Е.С., канд. с.-х. наук, доцент

Рекомендованы к печати ученым советом электроэнергетического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №7 от 19 февраля 2018 года).

ISBN 978-5-9642-0417-6

© Издательство Дальневосточного
государственного аграрного
университета, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ <i>Артюшевская Е.Ю., Хондошко Ю.В.</i>	6
ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ПРИСТЕННОГО ГИБРИДНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА <i>Богданович П. Ф., Журко В.С.</i>	11
ПРИСТЕННЫЙ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОР <i>Богданович П. Ф., Журко В. С.</i>	16
АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СЕЛЬСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Виноградов А.В., Виноградова А.В.</i>	21
ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Горбунова Л.Н., Мармус Т.Н.</i>	24
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОЕНИЯ <i>Григорьев Д.А., Король К.В.</i>	30
К ВОПРОСУ О ЛОКАЛЬНОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА <i>Григорьев Д.А., Цыбульский Г.С.</i>	37
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ <i>Дубкова Е.С., Осадчий И.А., Гришин В.Н.</i>	43
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С РЕАЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ У СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ <i>Ижевский А.С., Худоногов И.А., Бастрон А.В., Петроченко В.В.</i>	47
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ <i>Илюхина Т.А.</i>	52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ УСТАНОВКИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ <i>Калинин А.В., Козлов Д.Г.</i>	55
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ОБОГРЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ <i>Козлов Д.Г., Герасименко А.А., Герасименко М.А.</i>	66
СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ <i>Козлов Д.Г., Герасименко М.А., Герасименко А.А.</i>	71
РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ПРЕДПРИЯТИЙ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Козлов А.В., Козлов Е.В.</i>	76
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ <i>Кривуца З.Ф., Попова Е.В., Двойнова Н.Ф.</i>	81
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА <i>Мармус Т.Н., Пустовая О.А.</i>	88
ВНЕДРЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ НУЖД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Мармус Т.Н., Ракитин С.А.</i>	92
СИСТЕМА ВЫСОКОТОЧНОГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ <i>Моисеенко Д.А.</i>	99
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОАГРЕГАТА ДЕРИВАЦИОННОЙ ГЭС <i>Попов А.А., Цецура А.В.</i>	106
УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕМЕНТЕ ПЕЛЬТЬЕ <i>Пустовой Е.А.</i>	110

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГОННОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КРС <i>Пустовая О.А., Коломиец М.М.</i>	116
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ СУШКИ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Пустовая О.А., Тимченко М.И.</i>	125
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТАНИЯ <i>Савин Д.В., Черемисина С.А.</i>	130
ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСА ИСПЫТАНИЙ НА ОБЪЕКТЕ РУДНИК НЕЖДАНЕНСКИЙ ДЭС РУ 10/0,4 кВ <i>Сафонов С.Л.</i>	136
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ОТОПЛЕНИИ ПОМЕЩЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ КОТЛОМ <i>Светличный С.В.</i>	142
РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ <i>Черемисина С.А., Горбунова Л.Н., Панченко И.Н.</i>	148
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Шайкин А.О.</i>	159
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Шевченко М.В., Малов В.В.</i>	164
ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Шевченко М.В., Худогогов И.А., Черномаз Е.В.</i>	170
ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ <i>Янченко А.С., Пустовая О.А.</i>	176

УДК 621.644.073

ГРНТИ 67.13.29

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Артюшевская Е.Ю., ассистент кафедры энергетики;
Хондошко Ю.В., ст. преподаватель кафедры энергетики,
Амурский государственный университет,
г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** Статья посвящена вопросу применения теплоизоляционных материалов, используемых в конструкции тепловых сетей. Рассмотрены преимущества и недостатки наиболее распространенных теплоизоляционных материалов.*

MODERN THERMAL INSULATION MATERIALS FOR THERMAL NETWORKS

Artyushevskaya E.Yu., Khondoshko Yu V.
Amur State University,
Blagoveshchensk, Russia

***Abstract.** The article is devoted to the application of heat-insulating materials used in the construction of heat networks. The advantages and disadvantages of the most common heat-insulating materials are considered.*

Надежное теплоснабжение - это социально-экономическая необходимость, определяющаяся потреблением тепла на отопление и горячее водоснабжение жилищ и социально-бытовыми нуждами населения в разных природно-климатических и экономических условиях регионов России. Особенно высокая потребность в тепле проявляется в холодное время года, когда от обеспечения теплом, по существу, зависит жизнедеятельность страны. В современном

энергетическом комплексе одной из самых важных задач является сохранение тепла в трубопроводах с горячей водой. Для максимальной эффективности сохранения тепла в трубах, большое внимание уделяется выбору материала, который применяется для теплоизоляции.

При строительстве тепловых сетей трубы часто длительное время хранятся на открытом воздухе в неблагоприятных условиях, при их монтаже нередко используются внештатные механизмы, сварочные работы ведутся в полевых условиях. При эксплуатации теплопроводы подвергаются воздействиям перепадов температур и влаги, циклическим нагрузкам, заливаются агрессивными поверхностными и грунтовыми водами.

Одна из основных причин износа теплопроводов – разрушение стальных труб коррозией, на нее приходится около 80% негативного воздействия на трубопроводы. Борьба с коррозией является одной из важнейших задач службы эксплуатации. Коррозия сокращает срок службы тепловых сетей до 10–15 лет, что составляет около 30% от нормативной продолжительности эксплуатации. Известны примеры, когда коррозия выводила из строя новые сети через 5 – 6 лет. Основная часть коррозионных разрушений приходится на внешнюю коррозию. Одним из методов борьбы с внешней коррозией является нанесение защитных покрытий.

Для изоляции магистральных теплопроводов используются в настоящее время различные материалы. Основными показателями, характеризующими физико-технические эксплуатационные свойства материалов, являются: плотность, теплопроводность, температуростойкость, сжимаемость и упругость (для мягких материалов), прочность на сжатие при 10% деформации (для жестких и полужестких материалов), вибростойкость, формостабильность, горючесть, водостойкость и стойкость к воздействию химически агрессивных сред, содержание органических веществ и биостойкость. Тепловая изоляция трубопроводов определяет техническую возможность и экономическую эффективность реализации технологических процессов.

В настоящее время применяются следующие виды теплоизоляции:

1. Минеральная вата – это волокнистый материал, получаемый из силикатных расплавов металлургических шлаков, их смесей и горных пород с добавлением органического связующего компонента. Температура эксплуатации варьируется в пределах от – 150 до +750°C. В зависимости от вида сырья минеральная вата делится на каменную и шлаковую. Каменная вата, производимая на основе диабазы, базальта, доломита и других горных пород, считается более высококачественной и долговечной. Шлаковая вата обладает меньшей долговечностью при изменении температур, более подвержена влажности и воздействию деформаций. Основным преимуществом минеральной ваты является: негорючесть; высокая теплоизоляционная и звукоизоляционная способность; долговечность; экологичность.

2. Теплоизоляция для труб, производимая на основе синтетического каучука. Представителем подобного рода утепления является теплоизоляция компании Eurobatex. Она отличается повышенной эластичностью, высоким сопротивлением диффузии водяного пара, низким коэффициентом теплопроводности, высокой механической прочностью.

3. Защита из пенополиуретана (ППУ), выпускается в виде скорлуп, матов, напыления. ППУ является одним из самых эффективных теплоизоляционных и экологически чистых материалов, используемых в современном строительстве для теплоизоляции трубопроводов.

ППУ изоляция для теплоизоляции труб позволяет в холодных условиях уменьшить тепловые потери горячей воды и предотвратить от замерзания холодную воду проходящие по трубопроводам. За счет своих свойств пенополиуретан является выгодным и очень качественным теплоизолирующим материалом. Выглядит в простом описании процесс изоляции следующим образом: между трубой и полиэтиленовым или оцинкованным кожухом пространство заливается пенополиуретановой пеной. Застывший пенополиуретан практически не впитывает влагу, что позволяет трубе в пенополиуретановой изоляции работать в условиях с повышенной влажностью. А также пенополиуретан не горит и может выдерживать температуру носителя до 150°C.

Идея эта не новая. В Америке и Западной Европе эти конструкции применяются с середины 60-х годов, а у нас всего лишь

с 90-х годов. В 1963 году в Москве были проведены работы по опытному внедрению этой разработки для подземных трубопроводов, но в те годы это направление не получило широкого распространения из-за ограниченности объемов производства и высокой цены используемых материалов.

ППУ изоляцию, впервые за Уралом применили в г. Кемерово. Всего проложено 12,5 км таких теплопроводов, а в 2003 г. - 2,8 км. Медленные темпы внедрения этой прогрессивной технологии сдерживают, прежде всего, финансовые проблемы.

4. Слоистая теплоизоляция. Ее производство заключается в заполнение диоксидом углерода полимерного рукава (полиэтилен высокой плотности ПЭВП). Затем рукав заваривается с образованием полусфер. Нужно количество теплоизоляции, наносимой на трубопровод, будет зависеть от температуры теплоносителя и диаметра трубопровода. Этот тип изоляции устойчив к повреждениям, влагостойкий, имеет низкий коэффициент теплопроводности.

5. Полимер-битумная изоляция (ПБИ), это еще одна современная разработка теплоизоляции трубопроводов. Суть метода заключается в том, что в специальную металлическую форму укладывают стальную трубу и заливают вспененной полимерно-битумной изоляционной массой. ПБИ покрытие используется для защиты труб, имеющих наружный диаметр 57-1020 мм и толщину стенки 3,5-10 мм. Специальная обработка или очистка, в том числе покраска трубы перед заливкой не требуются, нужно только удалить грязь с ее поверхности. При нанесении ПБИ-массы на трубе образуется три слоя: первый - плотный наружный, защищающий от механических повреждений; второй - теплоизоляционный, третий притрубный - антикоррозионный и гидроизоляционный. Данная защита обеспечивает 25 лет эксплуатации трубопровода с сохранением его первоначальных характеристик при бесканальном методе прокладки. При этом в грунт не выделяется токсичных веществ, что подтверждается гигиеническим сертификатом на изделие.

Прокладка тепловых сетей с использованием полимерно-битумной изоляцией дешевле традиционного способа, при котором применяются железобетонные каналы, а эксплуатационная надежность в пять раз выше. ПБИ изоляция обладает свойством

отвергать влагу наружу, которая может появиться на поверхности трубы, таким образом, исключается парниковый эффект - основная причина коррозии металла. Еще одно преимущество ПБИ - возможность на месте легко устранять практически любые механические повреждения, возникающие в процессе транспортировки, строительно-монтажных работ и эксплуатации теплопровода, используя специальную мобильную установку для вспенивания ПБИ-массы. ПБИ изоляция также выдерживает давление теплоносителя при точечном повреждении трубы в процессе эксплуатации.

Таким образом, из рассмотренных в работе теплоизоляционных конструкций трубопроводов различного назначения наиболее высокоэффективна, экономична и надежна ППУ изоляция.

Главные преимущества трубопроводов ППУ по сравнению с традиционными изоляционными материалами: снижение расходов на ремонт тепловых трасс; уменьшение капитальных затрат при строительстве в 1,3-1,5 раза; понижение эксплуатационных расходов; повышение долговечности эксплуатации до 30 и более лет; весомое снижение сроков строительства; снижение теплотерь с 25% до 2-3 %; наличие системы оперативного дистанционного контроля за увлажнением изоляционного слоя.

Библиографический список

1. Старикова Е. Ю., Петрик П. Т. Пути решения проблем защиты теплопроводов от коррозии // Вестник КузГТУ. 2003. №6. С.65-70
2. Алимов Х.А., Тепловые сети. Актуальные проблемы и пути решения// Новости теплоснабжения. 2007.№11 (87).
3. Варламов В.А. Теплоизоляционные материалы для тепловых трасс в России // Символ науки. 2017. №1. С.54-56
4. Ветер В.В. и др. К вопросу об использовании труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом для прокладки теплопроводов // Промышленная энергетика // 1997. №12. С. 17-18.
5. Варварский В.С., Ковылянский Я.А. Новые направления работ в области теплоснабжения // Энергетик. 1994. № 11. С. 6-8.

УДК 620.9+631.172
ГРНТИ 44.37.01

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ПРИСТЕННОГО ГИБРИДНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА

**Богданович П. Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры
технического обеспечения производства и переработки
продукции животноводства;**

**Журко В.С., ассистент кафедры технического обеспечения
производства и переработки продукции животноводства
УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

***Аннотация.** Исследование солнечной батареи, прозрачной
для инфракрасного излучения, способной работать в составе
пристенного гибридного солнечного коллектора.*

RESEARCH OF A SOLAR BATTERY IN A WALL-MOUNTED HYBRID SOLAR COLLECTOR

**Bogdanovich P.F., Zhurko V.S.,
Grosno State Agrarian University,
Grodno, Republic of Belarus**

***Abstract.** Experiment with a solar battery working part of a wall
hybrid solar collector, transparent for infrared radiation.*

В настоящее время проблема более полного использования солнечной энергии успешнее решается путём объединения солнечной батареи (СБ) и гелиоколлектора в одно технологическое устройство – гибридный солнечный коллектор (ГСК). В данном коллекторе особую роль играет прозрачное для ИК излучения ограждение, выполненное в виде СБ, со способностью преобразовывать часть спектра солнечного излучения в электрическую энергию. Это ограждение должно также обладать теплозащитными свойствами [1,2]. Кремниевые фотоэлементы СБ

были помещены между двумя стеклами толщиной 4 мм и размером 1320 × 850 мм. Электрически все элементы были соединены последовательно. По периметру полученный стеклопакет был загерметизирован.

Мощность солнечного излучения, попадающего на поверхность СБ определяется прежде всего географическим положением места ее установки, календарным временем и временем суток. Важную роль здесь будет также играть прозрачность атмосферы, зависящая от погоды, и угол падения прямого солнечного излучения на поверхность СБ. Средняя продолжительность светового дня в регионе города Гродно меняется от 7 ч 33 минут в январе до 17 ч 04 мин в июне [3]. Продолжительность безоблачной погоды в Гродненской области равна 1730-1750 часов в год, что составляет примерно 20% от продолжительности года.

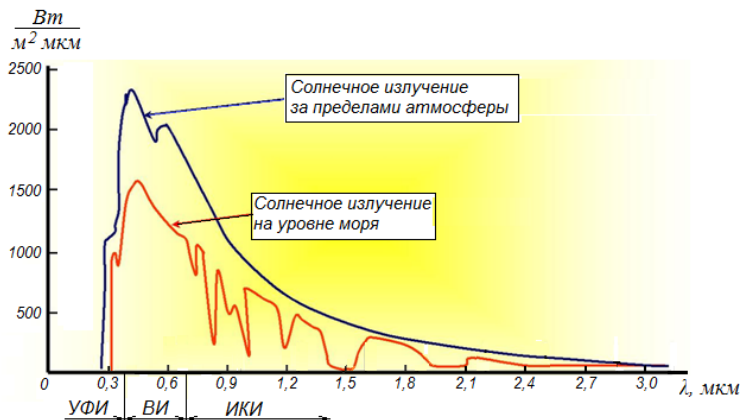


Рис.1. Энергетический спектр солнечного излучения

Энергетический спектр солнечного излучения, прошедшего через атмосферу, отличается от спектра за ее пределами (рис.1). Причиной большего искажения области ИК излучения является поглощение и рассеяние излучения атмосферой. Для горизонтальной приемной площадки у поверхности земли ультрафиолетовая часть составляет 1-2%, видимая — 40-49%, инфракрасная часть солнечного спектра — 49-59%. За счет использования видимого и инфракрасного

излучений одновременно, эффективность ГСК по использованию солнечного излучения будет выше, чем в тепловом коллекторе или в СБ [4].

Это свидетельствует о возможности круглогодичного использования солнечной энергии в качестве альтернативного энергоресурса для практических нужд АПК.

Для проведения исследования был выбран период с 18 июля по 22 августа 2017 года. Испытание СБ было проведено путем замера генерируемой мощности и производимой электрической энергии. Энергия постоянного тока, генерируемая СБ, напряжением $U=18...24$ В поступает на Грид-инвертор (GTI 300W), который преобразует постоянный ток в переменный, напряжением $U=220$ В, 50 Гц. (рис. 2)

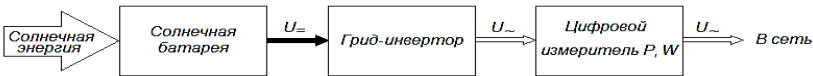


Рис.2. Функциональная схема экспериментальной установки

Для периода исследований по методике, изложенной в [5], были рассчитаны азимут γ и угловое положение солнца β над горизонтом. Следовательно, 19 июля примерно в 14 часов 30 минут угол $\beta \approx 53^\circ$, то есть максимальный в этот день. Такое значение данного угла β хорошо согласуется с углом наклона плоскости СБ (рис. 3). При неподвижном креплении СБ такая её ориентация является оптимальной для г. Гродно.

В ходе эксперимента цифровой измеритель (рис.2) использовался в режиме измерения мощности и выдавал текущие значения мощности переменного тока, отдаваемой установкой в сеть. Количество получаемой ежедневно электроэнергии ΔW (кВт·ч) в период с 18 июля по 22 августа представлено в таблице.

Значения ΔW находятся в пределах от 0,12 кВт·ч до 0,93 кВт·ч. Минимальные величины ΔW приходятся на дни, когда наблюдались наихудшие метеоусловия - большая облачность, дождливая погода. Максимальное значение $\Delta W = 0,93$ кВт·ч было получено 15.08.2017 г., при ярком солнце и наличии белых кучевых облаков, хорошо отражающих солнечное излучение, что значительно превосходит результат при безоблачном небе.

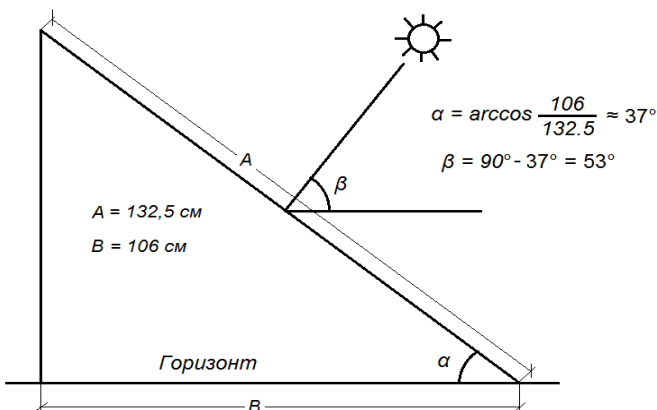


Рис.3. Определение угла наклона СБ относительно горизонта

Таблица

Количество произведенной электроэнергии

Дата	Время замера	Показания счетчика, кВт·ч	ΔW , кВт·ч	Дата	Время замера	Показания счетчика, кВт·ч	ΔW , кВт·ч
19.07	22.00	469,34	0,36	6.08	21.00	475,67	0,25
20.07	22.00	469,72	0,38	7.08	21.00	476,11	0,44
21.07	22.00	469,83	0,12	8.08	21.00	476,72	0,61
22.07	22.00	470,31	0,48	9.08	21.00	477,23	0,51
23.07	22.00	470,65	0,34	10.08	21.00	477,52	0,29
24.07	22.00	470,94	0,29	11.08	21.00	477,98	0,46
25.07	22.00	471,21	0,27	12.08	21.00	478,41	0,43
26.07	22.00	471,40	0,19	13.08	21.00	478,53	0,12
27.07	21.30	471,80	0,40	14.08	21.00	418,93	0,40
28.07	21.30	472,07	0,27	15.08	21.00	419,86	0,93
29.07	21.30	472,57	0,50	16.08	21.00	480,06	0,20
30.07	21.30	473,10	0,53	17.08	21.00	480,18	0,12
31.07	21.30	473,44	0,34	18.08	21.00	480,33	0,15
1.08	21.30	473,93	0,49	19.08	21.00	480,69	0,36
2.08	21.30	474,23	0,30	20.08	20.30	480,91	0,22
3.08	21.30	474,51	0,28	21.08	20.30	481,26	0,35
4.08	21.00	474,97	0,48	22.08	20.30	481,64	0,38
5.08	21.00	475,42	0,45	Итого за 35 дней			12,66

Угол наклона нормали плоскости СБ относительно горизонта β в течении 35 дней не менялся, что практически не оказывало влияния на ее работу. Значительно большее влияние оказывало изменение азимута солнца, особенно при безоблачном небе.

Общее количество произведенной за 35 дней наблюдения электроэнергии составило 12,66 кВт·ч. Следовательно, для региона г. Гродно СБ площадью около 1 м² может производить от 125 кВт·ч электроэнергии в год, а наличие прозрачной для солнечных лучей задней стенки СБ, выполненной из оконного стекла не учитывалось, т.к. в такой конструкции СБ кремниевые элементы способны воспринимать рассеянное солнечное излучение обратной стороной, значит следует ожидать увеличения отдаваемой СБ мощности на 2...3%.

Оценка влияния нагрева солнечных элементов является одной из задач дальнейших исследований

Библиографический список

1. Пестис, В.К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по сельскохозяйственным специальностям / В.К. Пестис, П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007.

2. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на изобретение № 21449 /ВУ 21449 С1 // 2017.10.30 / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.В. Заневский, В.К. Пестис, В.С. Журко.

3. Географические координаты г. Гродно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.365.wiki/world/belarus/grodno/> – Дата доступа: 22.08.2017.

4. Спектральный диапазон электромагнитного излучения Солнца [Электронный ресурс]. – <http://poznayka.org/s78812t1.html> – Дата доступа: 2.08.2017.

5. Солнечный калькулятор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.timezone.ru/suncalc.php?tid=20147/>. – Дата доступа: 15.07.2017.

УДК 620.9+631.172

ГРНТИ 44.37.29

ПРИСТЕННЫЙ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОР

**Богданович П. Ф., канд. техн. наук, доцент кафедры
технического обеспечения производства и переработки
продукции животноводства;**

**Журко В. С., ассистент кафедры технического обеспечения про-
изводства и переработки продукции животноводства,
УО «Гродненский государственный аграрный университет»;
Республика Беларусь, г. Гродно**

***Аннотация.** Применение гибридного гелиоколлектора с целью более эффективного использования солнечного излучения для электроснабжения, отопления и горячего водоснабжения различных объектов.*

WALL-MOUNTED SOLAR COLLECTOR

**Bogdanovich P.F., Zhurko V.S.,
Grosno State Agrarian University,
Grodno, Republic of Belarus**

***Abstract.** A hybrid solar collector is used to effectively use solar radiation for electricity, heating and hot water supply.*

Удельное поступление солнечной энергии на территорию Беларуси составляет значение от 980 до 1180 кВт·ч/м² в год, т. е. в среднем около 1000 кВт·ч/м² в год, что позволяет экономить до 75% традиционного топлива, которое необходимо для нагрева воды и до 50% для отопления[1].

Преимуществами плоских солнечных коллекторов (СК) являются: универсальность, высокая эффективность в летнее время ($\text{КПД} \geq 50\%$), неприхотливость, длительный срок эксплуатации [2]. К недостаткам можно отнести зависимость эффективности от угла установки и температуры воздуха, необходимость использования

перекачивающего насоса с электрическим приводом, трубопроводов с неизбежными тепловыми потерями и др. Необходимо также защитить гелиоустановку от избытка тепловой энергии при снижении теплопотребления в солнечные летние дни [1,2].

Более полно использовать солнечную энергию можно путём объединения СК с солнечными элементами (СЭ), объединёнными в фотоэлектрические модули (ФЭМ), изготавливаемые на базе кремниевых фотоэлектрических элементов и имеющие защитное осветлённое стеклянное покрытие, в одно технологическое устройство и создания нового типа установок, так называемых гибридных солнечных коллекторов (ГСК). Такая возможность обеспечивается благодаря тому что, кремний прозрачен для инфракрасного (ИК) излучения. В ГСК солнечная энергия в полупроводниковых фотопреобразователях преобразуется в электричество, а в тепловом абсорбере – в тепловую энергию. За счёт постоянного охлаждения эффективность ФЭМ значительно возрастает (дополнительно вырабатывается до 50% электроэнергии).

Пристенные ГК обладают рядом преимуществ по сравнению с плоскими и объёмными коллекторами. Они являются многофункциональными устройствами, не требуют реконструкции существующих зданий, пригодны для использования в строящихся зданиях и могут иметь большую площадь [3,4,5]. Их просто обслуживать и легко регулировать теплопроизводительность за счёт наличия шторы. При покрытии свободных участков стен здания, ориентированных на юг, запад и восток, теплопроизводительность пристенного ГСК будет выше и в периоды с низким уровнем солнечной радиации – осенью и зимой. При отсутствии солнечной радиации, а также в зимнее время пристенный ГК способен выполнять роль эффективного теплоизолирующего слоя для стен здания [4,5,6].

Предлагаемый пристенный ГСК оригинальной конструкции (рис.1) содержит примыкающий к стене здания каркас 1, ИК-прозрачное ограждение 2 выполненное в виде ФЭМ, первую полость нагрева воздуха 3, поглотитель 4 с вертикальными ребрами, вторую полость нагрева воздуха 5, образованную слоем

теплоизоляции 6 с отражающим покрытием и поглотителем 4, аккумулятор тепла 8 в виде стены здания, водонагреватель 9, выполненный в виде оребренной трубы и защищенный с трех сторон от теплопотерь теплоизоляцией 10, заслонку 11, установленную в нижней части полости охлаждения воздуха 7 и имеющую два положения. В первом положении заслонки отверстия 12 в нижней части слоя теплоизоляции, связывающие вторую полость нагрева воздуха и полость охлаждения, будут открыты, во втором положении они будут закрыты.

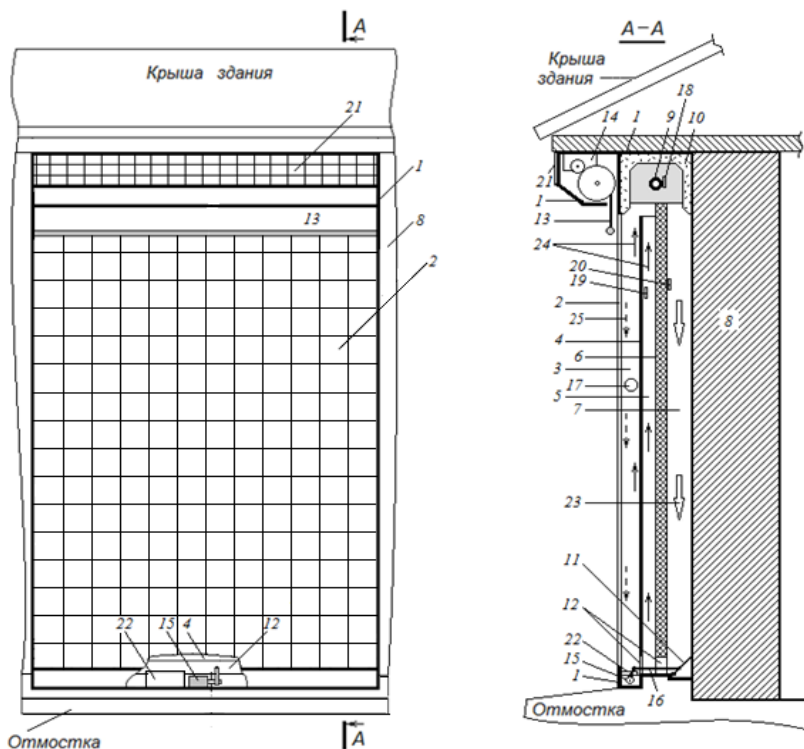


Рис.1. Пристенный гелиоколлектор

ГК содержит также штору 13, блок управления шторой 14, выполненный в виде электромеханического устройства и кинематически связанный с механизмом подъема и опускания шторы, блок привода заслонки 15, через тягу 16 механически связанный с заслонкой 11, фильтр 17, обеспечивающий защиту внутренних элементов коллектора от попадания пыли, первый 18, второй 19 и третий 20 датчики температуры, выполненные в виде термисторов, дополнительную солнечную батарею 21, установленную в верхней части каркаса, аккумуляторную батарею 22, установленную в нижней части первой полости 3 нагрева воздуха. В полостях 3, 5 и 7 циркулируют охлажденный воздух 23 и нагретый воздух 24.

Поглотитель 4 снабжен ребрами жесткости и может быть выполнен, например, путем штамповки. Ребра жесткости ориентированы вертикально, вершинами примыкают к слою теплоизоляции 6 и делят полость 5 на вертикальные каналы.

Отверстия в слое теплоизоляции и в поглотителе имеют продолговатую форму, ориентированы вдоль нижней стенки каркаса 1 и имеют площадь проходного сечения, достаточную для перетекания воздуха из полости 7 охлаждения в полости 5 и 3 нагрева воздуха. Блок 14 управления шторой выполнен в виде электродвигателя постоянного тока, питаемого от электронной схемы, собранной на основе (например) микроконтроллера и других элементов электроники. Солнечная батарея 21, первый 18 и второй 19 датчики температуры электрически связаны с электронной схемой, входящей в состав блока 14. Блок 15 привода заслонки также может быть выполнен в виде электродвигателя постоянного тока или электромагнитного механизма, питаемого от электронной схемы, связанной электрически с вторым 19 и третьим 20 датчиками температуры (на рисунке эти связи не отображены). Блоки 14 и 15 электрическое питание получают от аккумуляторной батареи 22. Энергия, вырабатываемая ФЭМ, поступает в электрическую сеть или к иным потребителям [6].

Предлагаемый пристенный ГСК обладает автономностью, является многофункциональным устройством, не требует

реконструкции существующих зданий и пригоден для использования в не электрифицированных зданиях.

За счет автоматизации упрощается процесс эксплуатации коллектора, повышается его надежность и эффективность использования энергии солнечного излучения для отопления и горячего водоснабжения различных объектов, например, в составе передвижного водонагревателя.

Использование ФЭМ, солнечной батареи и аккумуляторной батареи обеспечивает автономность ГК по электрическому питанию, что позволяет исключить влияние на работу коллектора нештатных режимов во внешнем электроснабжении.

Библиографический список

1. Пестис В.К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по сельскохозяйственным специальностям / В.К. Пестис, П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 200с.

2. Богданович П. Ф. Способы преобразования солнечной энергии в тепловую / П. Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В. С. Журко// Современные технологии сельскохозяйственного производства. Сб. научных статей по материалам XVIII Международной НПК: Ветеринария. Зоотехния / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно, 2015. – С. 7-9.

3. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на полезную модель № 3760, МПК F 24J 2/42 / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, Г.С. Цыбульский.– Аф.бюлетэнь “Вынаходніцтвы, карысныя мадэлі, прам. узоры” – 2007, - №4, с. 227.

4. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на полезную модель № 5071 U, МПК F 24J2/42// 2008 /П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.К. Пестис

5. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на полезную модель № 9458 U, МПК F 24J2/42// 2013 /П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.В. Заневский, В.К. Пестис.

6. Пристенный гелиоколлектор: Патент РБ на изобретение № 21449 /ВУ 21449 С1 // 2017.10.30 / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.В. Заневский, В.К. Пестис, В.С. Журко.

УДК 005.52:330.567.22:621.3:314-051(470.319)
ГРНТИ 44.29

**АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
СЕЛЬСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ
НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Виноградов А.В., канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой электроснабжения;
Виноградова А.В., канд. техн. наук,
доцент кафедры электроснабжения,
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл,**

Аннотация. В статье приведен анализ потребления электроэнергии сельским населением Орловской области.

**ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION
BY RURAL POPULATION ON THE EXAMPLE
OF ORLOV REGION**

**Vinogradov A.V., Vinogradova A.V.,
Orel State Agrarian University,
Orel, Russia**

Abstract. The article analyzes the electricity consumption by the rural population of the Orel region.

Сельские бытовые потребители и организации, обеспечивающие инфраструктуру и услуги в сельской местности активно переоснащаются современной бытовой, промышленной техникой. Растет электропотребление жилых домов в сельских поселениях. Так, если по результатам исследований Левина [1] в 1972 году установленная мощность сельских домов составляла 775 – 913 Вт, а электропотребление на жилой дом составляло 280-370 кВтч/год, то на сегодняшний день среднее электропотребление уже составляет от порядка 800 [2] до 3000 кВтч/год согласно проведенным авторами исследованиям и более, то есть оно выросло практически в 10 раз. Изменился и состав электрооборудования в

частных домах. В целом так же происходит изменение структуры потребления электроэнергии разными группами потребителей [3, 4]

В 1972 году утюги имелись в 75% жилых домов; радиоприемники в 33%, телевизоры в 33%; плитки в 23%, стиральные машины в 27%. [1] В настоящее время, как показало авторское исследование состава электроприемников в сельских домах, утюги имеются в 100% жилых домов, телевизоры в 100%, а в 25% жилых домов 2 и более телевизоров, стиральные машины в 82% случаев, в 75% есть фены, в 36% микроволновые печи, в 68% компьютеры. Установленная мощность составляет от 3,1 кВт до 11 кВт в сельских домах, а в коттеджах – до 15 и более кВт.

На рисунке 1 показано распределение числа жилых домов в сельском населённом пункте в зависимости от годового потребления электроэнергии.

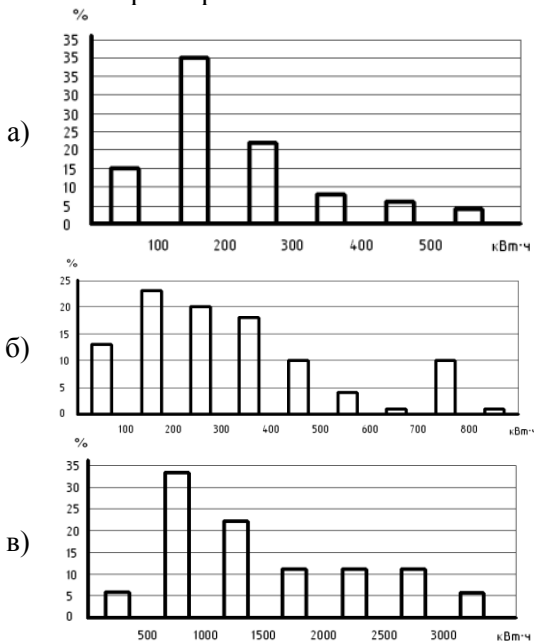


Рис.1. Распределение числа жилых домов в сельском населённом пункте в зависимости от годового потребления электрической энергии: а) 1968 г. [1]; б) 1971 г. [1]; в) 2015 г. (авторские результаты исследований на примере Орловской области)

Развитие сельскохозяйственных предприятий, их технологическое переоснащение, рост нагрузок и изменение структуры сельских бытовых потребителей, в свою очередь, накладывают повышенные требования к надежности электроснабжения и качеству поставляемой сельским потребителям электроэнергии. Следует учитывать, что большинство ЛЭП в сельской местности построено в 70-е – 80-е годы и далеко не всегда рассчитаны на произошедшее увеличение мощности. Это приводит к значительному снижению показателей качества электроэнергии и надежности электроснабжения, а так же к повышенным потерям электроэнергии.

Библиографический список

1. Левин М.С., Качество электроэнергии в сетях сельских районов[Текст]/ М.С. Левин, А.Е. Мурадян, Н.Н. Сырых.- М.: Энергия, 1975. 224 с.
2. Бытовое потребление [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5074 Дата обращения 25.12.2017г.
3. Бицукова Н. И. Электропотребление в районах Орловской области, входящих в зону ответственности гарантирующего поставщика ООО «ИНТЕР РАО – Орловский энергосбыт» в период 2008...2013гг. /Монография/ Бицукова Н.И., Виноградов А.В. - Орел: ФГБОУ ВПО Орел ГАУ.- 64с.
4. Виноградов А. В. Анализ потребления электрической энергии различными группами потребителей на примере одного из районов Орловской области / А. В. Виноградов, Н. А. Иванова, А. В. Виноградова// Научно-практический журнал «Агротехника и энергообеспечение». - 2017. -№4 (17) - С. 63-76.

УДК 620.95+631.862

ГРНТИ 44.09.35

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Горбунова Л.Н., канд. с-х. наук, доцент кафедры ЭиЭ;
Мармус Т.Н., канд. с-х. наук, доцент кафедры ЭиЭ,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос внедрения биогазовых установок в Амурской области. Представлена биогазовая установка. Сделаны выводы о возможности применения биогазовых установок для малых сельскохозяйственных предприятий.*

INVESTIGATION OF THE BIOGAS PLANT FOR RECEIVING ELECTRICITY IN THE AMUR REGION

**Gorbunova L.N., Marmus T.N.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** The article considers the issue of introduction of biogas plants in the Amur region. The biogas plant is presented. Conclusions are drawn about the possibility of using biogas plants for small agricultural enterprises.*

В продовольственном секторе агропромышленного комплекса Российской Федерации на фоне введения в августе 2014 года санкций, возникла необходимость в принятии мер, направленных на стабилизацию обстановки в затронутых отраслях. В связи с этим, была разработана и введена программа импортозамещения [7],

основной задачей которой является увеличение объемов производимой на территории России сельскохозяйственной продукции всех видов. Поэтому скорее всего, на ближайшие годы можно прогнозировать рост производства в агропромышленном комплексе.

Увеличение объемов производства несомненно отразится на проблеме утилизации отходов, которая на сегодняшний день является одной из самых важных в сфере АПК. Для сокращения числа негативных факторов экологического и экономического характера, вызванных увеличением объемов отходов, необходимо проектирование и применение в сельскохозяйственном секторе инновационных технологий. Для достижения наилучших результатов, инновации в сложившейся ситуации должны быть направлены не только на решение потенциальных основных проблем в сфере АПК, но и на увеличение объемов производств предприятий, минимизацию урона экологии, а также на экономию энергетических ресурсов [6].

В данной статье в качестве средства решения поставленных задач предлагается рассмотреть модель современного сельскохозяйственного кластера, объединяющего наиболее важные объекты продовольственного производства и средства альтернативной энергетики.

По результатам статистических данных Амурской области внедрения биогазовых установок возможно в следующих хозяйствах (поголовье скота не менее 300 голов) (табл.) [5].

В Амурской области для КРС в основном применяется стойлово-пастбищная система. Пастбищный сезон в условиях Амурской области длится с мая по октябрь, то есть продолжительность стойлового периода свыше 180 дней. Одна дойная корова дает в сутки от 30 до 70 кг навоза [4]. Биогазовая установка будет экономически эффективной для ферм с поголовьем от 300–400 дойных коров. Поэтому общий объем накопления навоза за год можно рассчитать либо по табличным значениям выхода навоза для разной продолжительности стойлового периода [1], либо рассчитывать количество отдельно для стойлового и отдельно для пастбищного периода, когда суммируют только 1/3 выхода экскрементов животных [1], либо просто вычесть 30 % из-за потерь на пастбища.

Таблица

Анализ поголовья крупного рогатого скота

Наименование предприятия	Поголовье коров, голов		Выход телят на 100 коров, голов	
	2017	+/- к 2016	2017	+/- к 2016
ЗАО «Агрофирма АНК»	1046	62	20	-5
АО «Луч»	1132	-98	19	-2
ООО «Пограничное»	796	146	18	0
ООО «МиС Агро»	624	8	18	-2
ФГУП «Садовое»	311	6	6	-15
ООО «Амурский партизан»	378	-27	6	-4
ООО «Приамурье»	358	7	18	-5

Выбор оборудования для БГУ не очень широкий, так как этот бизнес находится на этапе развития. При анализе оборудования самые известные мировые бренды - это немецкие. Но их стоимость очень высокая. Хотя комплектующие для биогазовых станций используются одинаковые. На цену влияет в основном престижность брэнда. Кроме того, каждая компания закладывает в стоимость свои внутренние издержки (зарплата персонала, инженерные разработки и т. п.). Мы считаем, что нужно остановиться на выборе российского производства.

К перспективным проектам относятся когенерационные электростанции, функционирующие на базе микротурбинного оборудования. Интерес к подобным установкам вызван их уникальными техническими свойствами, например, возможностью их работы без газоподготовки на разнообразных типах топлива. Микротурбинное оборудование, функционирующее в когенерационном режиме, позволяет почти на четверть нарастить эффективность использования топлива и вдвое снизить эксплуатационные затраты (в сравнении с традиционными газопоршневыми устройствами) [2,3].

Показатель себестоимости получения из биологического газа по схеме когенерации 1 кВт·ч электрической энергии составляет 0,16–0,25 руб. Однако, если применять газ исключительно для выработки электричества, то его себестоимость превысит себестоимость сетевой электроэнергии примерно на 35 %. Гораздо

выгоднее обеспечить переработку отходов на биогазовой установке с обеспечением одновременного получения:

- газа;
- тепла;
- электричества;
- биологических удобрений.

Оптимальный вариант по сырью – коровий и свиной навоз. Такие установки самые дешевые по конструкции и простые в эксплуатации, а для переработки биомассы не требуются дополнительные модули.

В стандартный комплект биогазовой установки входят емкость гомогенизации (где сырье смешивается в однородную массу), загрузчик сырья, реактор, мешалки, газгольдер (для хранения биогаза), газовый водогрейный котел, насосная станция, сепаратор, бак для удобрений, система контроля и безопасности. Такая установка выдает только биогаз и удобрения. Для комбинированного производства электроэнергии и тепла нужна когенерационная установка (дополнительные затраты составят около 30% от цены стандартной комплектации под ключ). Мощность электростанции БГУ зависит от масштабов сырьевой базы, выработки биогаза, потребности предприятия в электроэнергии и размера инвестиций. Она варьируется от 1 кВт (бытовые установки) до нескольких десятков МВт. Наиболее рентабельными являются станции средней и большой мощности – от 500 кВт и выше. БГУ, оснащенные такими станциями, быстрее окупаются [4].

Как правило биогазовая станция – это модульная установка, мощность которой при необходимости можно наращивать. Для этого просто добавляют дополнительный реактор и ряд другого оборудования. Это удобно развивающимся хозяйствам, увеличивающим поголовье скота, расширяющим площади посевов и т. п.

Биогазовые установки на навозе – самые простые по конструкции (рис.). Микроорганизмы, участвующие в процессе брожения, попадают в навоз уже из кишечника животных, поэтому их не нужно добавлять к отходам для ускорения процесса разложения (как, например, в случае с некоторыми видами

растительного сырья). При этом не нужно оснащать установку реактором гидролиза (как с птичьим пометом) [3].

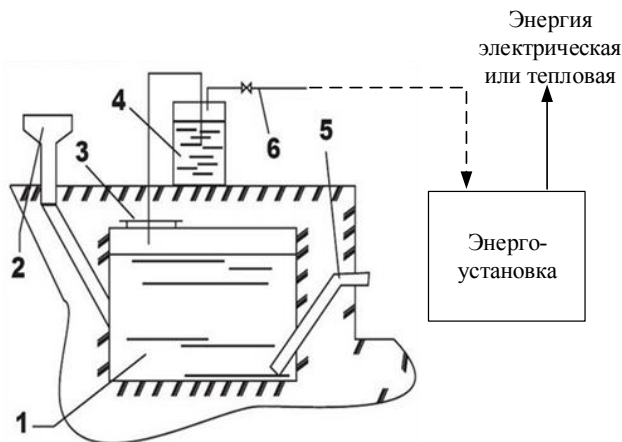


Рис. Схема биогазовой установки: 1 – реактор; 2 – бункер загрузки; 3 – крышка; 4 – газгольдер; 5 – выгрузочная труба; 6 – отвод биогаза

Процесс производства довольно прост. На первом этапе сбраживания сложные органические вещества разлагаются до более простых органических соединений и газон, а на втором метанобразующие бактерии способствуют превращению полученных соединений в метан, углекислый газ и воду.

У биогазовых установок имеется еще один существенный плюс. Они не только производят необходимый для энергетики газ, но и перерабатывают отходы таким образом, что в остатке сохраняется достаточно питательных веществ и его можно использовать в качестве удобрения. Иначе говоря, биогазовая установка позволяет организовать такое производство, в котором даже отходы служат сырьем для получения нужных в хозяйстве ресурсов: электрической и тепловой энергии, удобрений [2].

Биогазовый генератор, ничем не отличается от обычного газового генератора, ведь у биогаза и природного газа состав аналогичный. Разница лишь в том, что биогазовая установка способна обеспечить загородному домовладению полную автономию, так как исходное сырье для получения электрической

или тепловой энергии (газ) производится прямо в хозяйстве, а не покупается и доставляется извне.

Сельскохозяйственные предприятия на территории Амурской области не большие, предлагаем вариант подземного размещения резервуара. Подземный бункер в большинстве случаев предлагают строить из кирпича или бетона. Мы считаем, что проще закопать в землю готовую емкость из ПВХ и утеплить ее, что будет соответствовать климатическим условиям области.

Решение о строительстве биогазовой установки, как и при реализации любого проекта, может быть принято только на основе технико-экономических расчетов. Такие расчеты должны учитывать все особенности применения биогазовой установки в конкретных условиях.

Для снижения срока окупаемости такой установки необходимо выбрать самое дешевое сырье из возможного сырья, перерабатывать максимальный объем этого сырья, использовать все возможности этой установки, а также потреблять и продавать продукты производства.

Библиографический список

1. Аксенов В.В., Резепин А.И. Ресурсосберегающая технология переработки отходов АПК // Ползуновский вестник, 2011, №2/1, с.76-80.

2. Биоэнергетика России в XXI веке. - М.: РЭА: ФГБУ РЭА МИНЭНЕРГО РФ 2012. - 37 с.

3. Долгов И.Ю. Энергетика и экология автономных систем энергоснабжения объектов животноводства и птицеводства на энергоносителях собственного производства // Альтернативная энергетика и экология - ISJAEЕ, 2012, № 09 (113), с. 152-165.

4. НТП 17-99 «Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».

5. Официальная статистика: Амурстат[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://amurstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/amurstat/ru/statistics/

6. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года (апрель 2013г.). Аналитический отчет ИНЭИ РАН, АЦ 2013.- Сайт Института энергетических исследований РАН. - <http://www.eriras.ru>

7. Статья об Импортзамещении: [Электронный ресурс] // Интернет-портал Российской газеты, URL: <http://www.rg.ru/2014/08/05/zameshenie.html> (Дата обращения: 26.04.2015).

УДК 637.11:001.891(043.3)
ГРНТИ 65.63.01

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОЕНИЯ

Григорьев Д.А., канд. техн. наук, доцент,
зав. кафедрой ТОП и ППЖУО;
Король К.В., аспирант,
УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

***Аннотация.** Обоснованы принципы оценки энергетической эффективности машинного доения по изменению энтропии системы за счет использования оригинального алгоритма выбора программируемых параметров пульсации.*

ENERGY EFFICIENCY OF AUTOMATED MILKING

Grigiriev D.A., Korol K.V.,
Grodno State Agrarian University,
Grodno, Republic of Belarus

***Abstract.** The principles for estimating the energy efficiency of machine milking by changing the entropy of the system are substantiated, by using the original algorithm for selecting programmable pulsation parameters.*

Развитие молочного животноводства на современном этапе базируется на интенсивных технологиях с высоким уровнем механизации и электрификации производственных процессов. Преимущества интенсификации заключаются в использовании возможностей крупно-товарного производства на основе современных информационных технологий, позволяющих реализовать эффективное управление триединой системой

«человек-машина-животное», пронизанной тонкими нитями взаимосвязей психологии человека, эргономики, физиологии и психологии животных, особенностей и возможностей техники.

В этой связи определение эффективности производства продукции животноводства представляется сложной задачей, которая может быть реализована путем системной многокритериальной оценки элементов технологии в контексте их информационной конвергенции (сближения), обеспечивающей своеобразный синергетический эффект, который может быть достигнут через технологические приемы, направленные на стимулирование деликатных естественных биологических процессов, реализуемое по своеобразному каталитическому механизму, предполагающему тонкое воздействие на сложно детерминированную систему[1].

Одним из наиболее объективных инструментов в данном контексте является оценка энергетической эффективности технологии. В самом общем смысле энергетика любого процесса может быть описана при помощи универсального понятия изобарно-изометрического потенциала или свободной энергии Гиббса:

$$G = H - TS, \text{ Дж} \quad (1)$$

где H – энтальпия; T – абсолютная температура; S – энтропия.

Для производственных процессов животноводства изменение энтальпии обусловлено изменением внутренней энергии и работой внешних сил, связанных с прямыми и косвенными затратами энергии, включающими в себя затраты топлива, электроэнергии, а также затраты ручного труда и др.

Энтропия системы представляется как число ее вероятностных состояний, определяемое изменением агрегатных состояний, физической природы объектов, химической природы веществ и продуктов, которые происходят в результате качественных изменений в следствие вовлечения в процесс энергии овеществленной в материалах кормах, оборудовании и т. д.

Энергетическая эффективность технологии производства продукции животноводства определяется как соотношение совокупной затраченной энергии и энергии продукта. Коэффициент

энергетической эффективности производства продукции определяется как:

$$K_E = E_0 / E_{\text{п}} , \quad (2)$$

где $E_{\text{п}}$ - энергосодержание единицы продукции; E_0 - затраты энергии на производство единицы продукции.

Полные затраты энергии на производство продукции определяем, как

$$E_0 = E_{\text{пр}} + E_{\text{кос}} + E_{\text{инв}} + E_{\text{жт}} , \text{ Дж} \quad (3)$$

где $E_{\text{пр}}$. - прямые затраты энергии; $E_{\text{кос}}$ - косвенные затраты энергии; $E_{\text{инв}}$ - инвестиционные затраты энергии; $E_{\text{жт}}$ - затрат энергии живого труда.

Величину $E_{\text{пр}}$ рассчитывают как сумму расходов энергии отдельными потребителями с учётом каждого вида энергоносителя. Косвенные затраты энергии $E_{\text{кос}}$ рассчитывают как сумму затрат на производство кормов, подстилочные материалы, дезинфицирующие средства, минеральные добавки, ветеринарные препараты и другие материалы. Расчёт инвестиционных затрат энергии определяется как сумма затрат на добычу, переработку и доставку энергоносителей к энергопотребителю, производство средств механизации и оборудования, строительство зданий и сооружений, выращивание продуктивного скота и др.[2].

Наиболее простым способом оценки энегргосодержания продукта является определение валовой энергии, которая для молока составляет $E_{\text{л}} \approx 2,81$ МДж/кг. Возможна также оценка путем проведения балансовых опытов для определения обменной энергии. Данные методы не позволяют выделить энтропию из общей энергии продукта, которая в основном определяется качественными показателями произведенного молока. Рядом авторов для оценки общей энергии с определением энтропии системы предлагается применять термодинамический метод с использованием математической модели переноса пищевых компонентов и их энергетической ценности [3]. В основе термодинамической оценки энергии продукта может быть также использован метод определения связи влаги и материала [4]. Оценка энтропии

позволяет учитывать изменения качества, а также затраты энергии в результате технологической обработки молока.

Для оценки эффективности производства молока Китиков В.О. предлагается использовать обобщенный показатель, определяющий уровень удельных затрат, который учитывает общие затраты, а также качество и сортность молока, здоровье животных и их продуктивное долголетие. Показатель определяется как отношение общих затрат к единице продукта и не зависит от рыночной конъюнктуры, что позволяет объективно оценить технологический уровень производства. При этом затраты энергии на производство молока с учетом его качества, а также здоровья и продуктивного долголетия животных представляют собой энтропию сложной энергетической системы [5].

Данный критерий, помимо общей оценки эффективности всей отрасли, в значительной степени характеризует эффективность процесса машинного доения, так как жирность молока, его сортность, содержание соматических клеток, количество маститных коров и продуктивное долголетие животных в значительной степени определяются совершенством этого процесса. Проведённый анализ хозяйственной деятельности исследуемых животноводческих предприятий показывает, что можно значительно снизить уровень удельных затрат без изменения общих затрат только за счет усовершенствования процесса машинного доения.

Технология производства молока формируется и реализуется на базе многовариантных возможностей новых машин, оборудования и автоматизированных систем управления процессами. Современная ферма представляет собой единый кибернетический организм, управляемый с помощью автоматизированных систем через интерфейс компьютерных программ. Поэтому наиболее трудным для экономической и энергетической оценки является определение эффективности инвестиции в виде интеллектуальной составляющей информационных ресурсов и электроники, обеспечивающей управление технологией и оборудованием. По сути использование интеллектуальной составляющей представляет собой изменение энтропии в чистом виде.

Современные производители поставляют системы автоматизированного управления, позволяющие настраивать различные параметры машинного доения, многие из которых автоматически устанавливаются и изменяются в зависимости от потока молока. Определение эффективности применения автоматизированных систем представляется как важная научно-практическая задача, в рамках которой были разработаны и использованы оригинальные алгоритмы выбора параметров машинного доения коров [1].

Проведенные исследования показали, что параметры машинного доения в значительной степени влияют на полноту выдаивания и, как следствие, на молочную продуктивность и здоровье животных. Результатом проведенных исследований стало полученных эмпирических зависимостей, которые позволяют осуществлять обоснованный выбор параметров машинного доения, определяемых скоростью молокоотдачи. При этом упрощается и сам процесс выбора, для которого необходимо знать только общую продуктивность стада. Данный подход также позволяет прогнозировать изменение скорости молокоотдачи по мере увеличения удоя и своевременно осуществлять корректировку параметров работы доильного оборудования [6].

В ходе проведения исследований теоретически обоснованы и исследованы в производственных условиях алгоритмы выбора важнейших параметров машинного доения:

1. Режимы машинной стимуляции;
2. Длительность и соотношение тактов (фаз);
3. Режимы финиша доения и отключения доильного аппарата (рис.).

Предлагаемые алгоритмы ориентированы на сложившийся фенотип стада и позволяют полноценно проявлять потенциал животным с различными физиологическими особенностями. Результаты проведенных исследований, а также итоги работы ферм и комплексов показали эффективность разработанных решений, которые позволяют, не только повысить продуктивность и сохранить здоровье животных, но и улучшить качество получаемого молока [7].

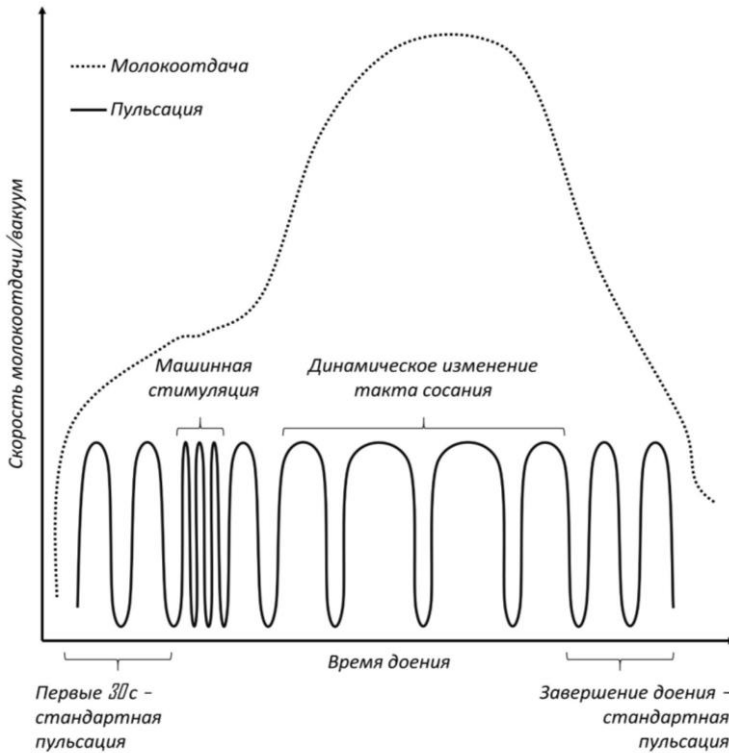


Рис. Управление доением по скорости молокоотдачи

Возможность программного выбора параметров машинного доения представляет значительный резерв повышения эффективности технологии производства молока без существенных материальных затрат.

В контексте задач теоретического обоснования экономической и энергетической эффективности технологии машинного доения использование методов оценки основанных на фундаментальном понятии изобарно-изометрического потенциала позволяет рассматривать результат использования интеллектуальных ресурсов, заложенных в современном

автоматизированном оборудовании, как изменение энтропии системы.

Библиографический список

1. Григорьев Д. А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами[Текст]: моног. / Д. А. Григорьев, К. В. Король. – Гродно :ГГАУ, 2017. – 216 с.

2. Пестис В. К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве[Текст]: учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по сельскохозяйственным специальностям / В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 200 с.

3. Кохановская Е. Ю. Термодинамические параметры процесса термоинактивации лактопероксидазы козьего молока[Текст]/ Е. Ю. Кохановская // Экологический вестник. – 2015. - № 9. С. 23-27

4. Позняковский В. М. Энтропийная составляющая в уравнении Гиббса-Гельмгольца для характеристики изменения степени усвоения кулинарных блюд [Текст] / В. М. Позняковский [и др.] //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9. – С. 127-133

5. Китиков В. О. Научные основы создания технологического оборудования и физиологически-щадящего процесса машинного доения коров[Текст]: автореф. дис. доктора технических наук: специальность 05.20.01 / В. О. Китиков ; УО "БГАТУ". - Минск, 2015. - 45 с.

6. Король К. В. Динамическое изменение такта сосания как фактор повышения эффективности доения [Текст] / К. В. Король, Д. А. Григорьев // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве : мат.междунар.науч.-практ.конф. / ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. - Воронеж, 2017. - Ч. 1. - С. 180-185

7. Григорьев Д. А. Разработка алгоритма выбора параметров машинного доения коров [Текст] / Д. А. Григорьев, К. В. Король // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства : мат. междунар. науч.-практ. конф. / ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ». - Воронеж, 2015. – Ч 2 - С. 68-74

УДК 683.9:637.116
ГРНТИ 55.36.15

К ВОПРОСУ О ЛОКАЛЬНОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Григорьев Д.А., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой;
Цыбульский Г.С., ст. преподаватель,
УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

***Аннотация.** Оригинальная схема обеспечивает эффективное комплексное использование теплового аккумулятора, твердотопливного котла, гелиоколлектора и вакуумного водокольцевого насоса для теплоснабжения передвижной доильной установки*

TO THE QUESTION OF LOCAL HEAT SUPPLY OF OBJECTS OF LIVESTOCK PRODUCTION

**Grigoriev D.A., Tsibulsky G.S.,
Grodno, Republic of Belarus**

***Abstract.** The original scheme provides effective complex use of the thermal accumulator, boiler on solid fuel, a heliocollector and the vacuum water ring pump for heat supply of the mobile milking machine.*

В производственной практике сельскохозяйственных предприятий часто возникает необходимость организации отопления и горячего водоснабжения объектов периодического использования производственного и бытового назначения. Решение указанной проблемы как правило реализуется путем применения источников тепловой энергии, работающих на местных видах топлива, в качестве которых чаще всего используются дрова и древесные отходы [1]. В настоящее время разрабатывается и эксплуатируется большое количество котлов и печей, работающих на твердом топливе. На рынке котельного оборудования

сформировался тренд на производство так называемых «пиролизных» котлов и печей, которые по утверждению их создателей обеспечивают длительное горение закладки топлива с высоким КПД. В принцип работы таких котлов положена идея медленного горения (тления) топлива, сопровождающегося выделением пиролизных газов, которые в последствии дожигаются в специальной камере.

В тоже время такой подход подвергается критике со стороны ряда специалистов [2], которые утверждают, что подобные котлы нельзя в принципе называть пиролизными, поскольку в классическом представлении пиролиз представляется как процесс газификации без доступа воздуха, что не соответствует принципу сжигания топлива в котле с «верхним дутьем». Схема таких котлов частично повторяет, используемую для питания двигателей внутреннего сгорания, газогенераторную установку, в активную зону которой периодически принудительно подается воздух. Необходимо также отметить, что схема «перевернутого» горения неизбежно приводит к нежелательным процессам, связанным с выделением смол и сажи, которые не только нарушают нормальную работу котла, но и являются прямым свидетельством неправильной организации процесса, связанной со значительными потерями энергии. Увеличение времени горения за счет ограничения подачи воздуха приводит к неизбежным потерям энергии в результате неполного сжигания топлива. При этом процесс образования пиролизных газов идет неэффективно вследствие снижения температуры в топке котла, а высокотемпературное образование водорода из влаги, содержащейся в топливе в таких условиях маловероятно. Даже если пиролизные газы образовались, поджиг их в камере дожига из-за низкой температуры также не всегда возможен. Объем топок и камер в котлах с нижним горением ограничен по высоте, что не позволяет создать условия для эффективного горения, а камера дожига в таких котлах, как правило, отделена от топки и содержит в себе теплообменники, неизбежно понижающие и без того недостаточную для горения температуру.

В качестве альтернативы котлам с «перевернутым» горением предлагаются котлы и печи с послойным верхним сжиганием топлива. Действительно в таких котлах реализуется отработанный веками принцип «подового» горения, который лучше всего

представлен в классической «русской печи» не имеющей колосников и обеспечивающей горение верхнего слоя топлива с последующим дожигом пиролизных газов при избытке кислорода в свободном пространстве колпака с высокой перекрышей. В тоже время постепенное сжигание верхнего слоя вертикальной закладки связано с определенными техническими и эксплуатационными проблемами, которые ни в одной известной конструкции котлов такого типа до конца не решены. В частности в котлах работающих по принципу печи «бубафони» как правило, возникают трудности при загрузке и управлении процессом, а также существует риск возникновения обратной тяги при зависании подвижного коллектора. В котлах снабженных несколькими рядами форсунок расположенными по всей высоте вертикальной топки и объединёнными в общий коллектор для подачи воздуха не решен вопрос автоматизации управления процессом, что требует постоянного регулирующего участия оператора котельной.

Очевидным преимуществом обладают котлы, предназначенные для сжигания измельченного (щепа) или гранулированного (пеллеты) топлива с автоматической подачей. В таких котлах полное сгорание постепенно поступающего топлива позволяет регулировать мощность котла без потери КПД. Однако высокая стоимость и значительные издержки при эксплуатации таких котлов ограничивают возможность их применения особенно для локального теплоснабжения небольших объектов.

Решением указанных проблем большинство авторов считают использование котлов традиционной конструкции совместно с тепловым аккумулятором, который может быть выполнен в виде буферной емкости наполненной теплоносителем. Аккумулятор нагружает котел в период его интенсивной работы и отдает тепловую энергию потребителю в перерывах работы котла. Такой режим позволяет сжигать топливо в благоприятных условиях при достаточной подаче воздуха с интенсивным съемом тепловой энергии с теплообменника котла. В тоже время применение буферной емкости связано с необходимостью использования двух контуров с принудительной циркуляцией теплоносителя, что в сочетании с дополнительными затратами на сам аккумулятор удорожает систему. Большой объем и масса буферной ёмкости ограничивает применение данной схемы, которая оказывается

малопригодна для теплоснабжения объектов периодического использования, особенно в зимнее время, когда существует вероятность замерзания воды в системе, а применение незамерзающего теплоносителя в больших объёмах связано со значительными затратами на его приобретение.

В качестве варианта локального теплоснабжения предлагается оригинальная схема, разработанная специально для передвижных доильных площадок. В предлагаемой схеме предусматривается комплексное использование нескольких источников тепловой энергии для обеспечения горячего водоснабжения передвижной доильной установки. В качестве теплоаккумулятора в данной системе используется бак для горячей воды, необходимой для обслуживания доильной установки (рис.).

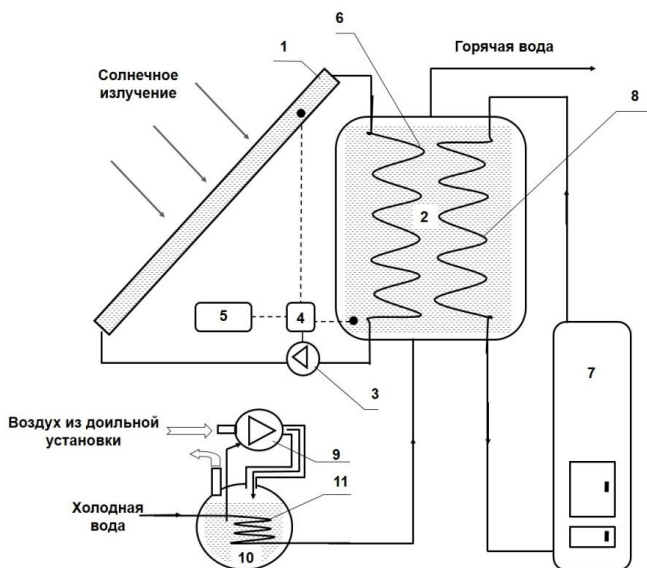


Рис. Установка горячего водоснабжения передвижной доильной установки: 1–гелиоколлектор; 2–бак для горячей воды (теплоаккумулятор); 3–циркуляционный насос; 4–блок управления работой насоса; 5–источник питания; 6,8,11–теплообменники; 7–твердотопливный котел; 9–водокольцевой вакуумный насос; 10–водяной бак водокольцевого вакуумного насоса

Основным источником тепловой энергии доильных установок, как правило, является твердотопливный котел, который в предлагаемой схеме используется в комбинации с двухконтурным гелиоводонагревателем с принудительной циркуляцией теплоносителя и электронным управлением. Помимо котла система включает в себя гелиоколлектор, циркуляционный насос, автоматику управления режимом работы насоса и два теплообменника, расположенные в баке для горячей воды передвижной доильной установки. Бак для горячей воды помимо аккумуляирования тепловой энергии получаемой от котла и преобразования солнечной энергии, также позволяет утилизировать вторичную теплоту, выделяющуюся при работе водокольцевого насоса передвижной доильной установки.

При разборе горячей воды из теплоаккумулятора дополнительная теплота водокольцевого насоса отбирается посредством теплообменника, устанавливаемого в его баке, что также способствует поддержанию стабильного вакуума в процессе доения [3,4,5], при этом подогревается холодная вода, поступающая в теплоаккумулятор.

При незначительной модернизации система также предполагает возможность использования теплоты выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания, который может быть использован для привода вакуумного насоса [6].

Привод жидкостных насосов осуществляется от электродвигателей, питаемых от аккумуляторных батарей, последние можно заряжать посредством фотоэлектрических преобразователей. Электронный блок управления обеспечивает циркуляцию теплоносителя через гелиоколлектор только в случае положительной разности температур теплоносителя в гелиоколлекторе и теплоаккумуляторе.

Преимущество предлагаемой конструкции обеспечивается комплексным использованием нескольких источников тепловой энергии, которые могут работать независимо друг от друга. Использование теплоаккумулятора позволяет повысить КПД котла, который может работать в оптимальном режиме без риска перегрева теплоносителя. Применение оригинальной системы автоматического управления циркуляционным насосом повышает

эффективность работы гелиоколлектора. Охлаждение воды, используемой для работы водокольцевого вакуумного насоса обеспечивает поддержание его производительности на заданном уровне и гарантирует стабильность вакуума, что в свою очередь минимизирует риски, связанные с нарушением работы доильного оборудования, которые могут существенно повлиять на результаты доения, а следовательно на продуктивность и здоровье животных.

Библиографический список

1. Пестис В. К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве : учебное пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по сельскохозяйственным специальностям / В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 200 с.
2. Пиролизные котлы мифы и реальность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cont.ws/@maxbr/148271/>.
3. Цыбульский Г.С. Комплексное использование тепловых ресурсов для горячего водоснабжения передвижных доильных установок [Текст] / Г.С. Цыбульский, Д.А. Григорьев, В.Н. Дашков // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродненский гос. аграрный ун-т ; редкол.: В.К. Пестис [и др.]. – Гродно: УО Гродненский ГАУ, 2012. – Т. 18. – С. 243-249.
4. Патент РБ №19143С2, МПК F24J2/42. Передвижной гелиоводонагреватель / Д.А. Григорьев, В.К. Пестис, В.Н. Дашков, Г.С. Цыбульский, П.Ф. Богданович, С.Н. Ладутько (РБ). –Патентообладатель: УО Гродн. гос. аграрн. ун-т (ВУ).– № а 20111847; заявлено 2011.12.29; опубл. 30.04.15. Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2015. – № 2. – С. 78.
5. Цыбульский Г. С. Горячее водоснабжение передвижных доильных установок / Г. С. Цыбульский, Д. А. Григорьев [Текст] // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве : материалы международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. - Воронеж, 2017. - Ч. 2. - С. 96-102.
6. Патент РБ №10331, МПК F 24J 2/42. Передвижной гелиоводонагреватель : полезная модель / Д.А. Григорьев, В.К. Пестис, В.Н. Дашков, Г.С. Цыбульский, П.Ф. Богданович (РБ). – Патентообладатель: УО Гродн. гос. аграрн. ун-т (ВУ). - № u 20131017; заявлено 2013.12.02; опубл. 2014.10.30. Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 5. – С. 154.

УДК 621.311:681.5
ГРНТИ 44.29.336; 44.29.31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

**Дубкова Е.С., канд. с-х. наук, доцент;
Осадчий И.А., магистрант 1-го года обучения,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;
Гришин В.Н., главный энергетик ООО «Алькор»,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования тепловизионных методов контроля для повышения надёжности работы трансформаторных подстанций.*

USE OF REMOTE METHODS OF CONTROL IN OPERATION OF TRANSFORMER SUBSTATIONS

**Dubkova E.S., Osadchy I.A.,
Far Eastern State Agrarian University;
Grishin V.N., Chief Power Engineer of «Alkor»
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** The article considers the possibility of using thermal imaging control methods to improve the reliability of transformer substations.*

Одним из основных элементов современных электрических сетей является оборудование трансформаторных подстанций, в основном это трансформаторы напряжения. Используемая сейчас структура электрических сетей в основном опирается на радиальную систему, при которой создаются узловые точки, от которых идет электроснабжение объекта.

Узловым элементом в этом случае будет трансформатор функционирование, которого будет оказывать влияние на работу всей сети и оборудования потребителей. Основной особенностью таких сетей будет большой территориальный разброс маломощной нагрузки, из-за чего существенно увеличивается протяженность сельских сетей.

В этом случае надёжность электроснабжения будет определяющим фактором. Эксплуатируемые и проектируемые сельские электросети должны отвечать следующим требованиям:

- иметь возможность адаптации к изменяющимся нагрузкам;
- иметь минимум затрат на эксплуатацию и обслуживание линий путем снижения аварийности;
- электрическую и экологическую безопасность применением надежной аппаратуры, устройств релейной защиты и автоматики;
- совершенствование систем учета электроэнергии, автоматизированного контроля и управления сбытом электроэнергии;
- экономическую эффективность распределения и подачи электроэнергии при минимуме ее потерь в сетях;
- техническую и технологическую восприимчивость к автоматизации и телемеханизации.

В основном надёжность будет зависеть от трансформаторах, используемых в сети. В основном это трансформаторы мощностью 25 - 630 кВ·А и напряжением 6 - 10 кВ - наиболее массовая серия из производимых и эксплуатируемых трансформаторов. Процесс производства которых энерго- и материалоемкий. Так же затраты на эксплуатацию будут составлять до 7-8%.

Поэтому обеспечение надёжности эксплуатации трансформаторных подстанций является одним из необходимых элементов эксплуатации сетей.

Обеспечение эксплуатационной надёжности может проводиться с использованием методов и средств оперативной диагностики. Использование таких приборов как приборы мониторинга масляных трансформаторов. Например, прибор корпорации «Энергомаш (Екатеринбург) - Уралэлектротяжмаш» ТМТ-1, который позволяет: контролировать температуру верхних

слоев масла трансформатора; определять максимальные и минимальные значения температуры за контролируемый период (день, неделю, месяц и год); задавать систему охлаждения (Д, ДЦ, Ц или М); сигнализировать о возникновении нештатных ситуаций при превышении установок по температуре и др. При этом контролируя ток нагрузки и температуру масла, по известной схеме теплового моделирования определяется температура наиболее нагретой точки (ННТ) обмотки. Знание температуры ННТ позволяет рассчитывать остаточный ресурс трансформатора.

Обследования, проведенные на ремонтных предприятиях, показывают, что основными причинами выхода из строя трансформаторов 6...10/0,4 кВ является разрушение обмотки высокого напряжения и выгорание шпилек крепления низковольтных выводов. Это обусловлено перенапряжением, возникающим на трансформаторе. Исключить выгорание можно используя средства ограничивающие напряжение, или секционированием нагрузки.

Ещё одной проблемой является контроль качества трансформаторного масла. Экспресс диагностик не существует, а лабораторные методы не дают оперативности контроля.

Современные системы контроля технического состояния трансформаторных подстанций в основном используются на оборудовании выведенном из эксплуатации, что требует дополнительных затрат, что приводит к отключению потребителей или необходимости ввода резервного оборудования.

Современные методы дистанционной диагностики позволяют в основном устранить эти недостатки. Одним из наиболее перспективных методов является использование тепловизионной съемки. Полученная термограмма позволяет провести оценку состояния оборудования и проследить изменение этого состояния с течением времени (рис.).

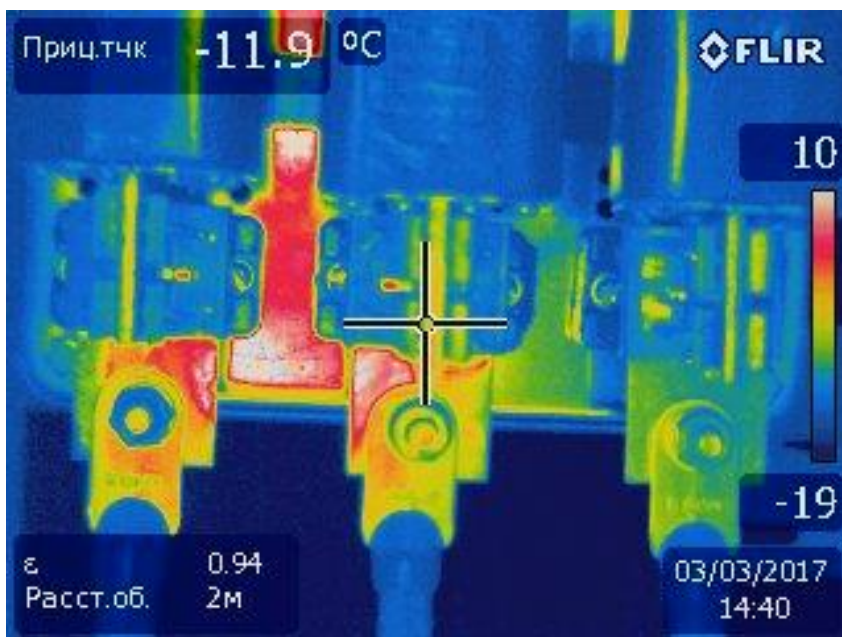


Рис. Термограмма контактов подстанции

Использование таких методов контроля проводится на введенном в работу оборудовании без отключения потребителя.

Библиографический список

1. Бормосов В. А. Перспективы и состояние разработок распределительных трансформаторов массовых серий. / В. А. Бормосов М. Н. Костоусова, А.Ф. Петренко, Н. Е. Смольская. – Режим доступа: <http://www.transform.ru/articles/html/03project/a000001.article>
2. Кузнецов А. П. Определение мест повреждения на воздушных линиях электропередачи. М.: Энергоатомиздат, 1989. - 94 с.
3. Попов Н. Ф. Повышение надежности электроснабжения сельского хозяйства путем совершенствования релейных защит от аварийных режимов в сетях 0,38...35 кВ. диссертация на соискание ученой степени доктор техн. наук. Кострома, 2006.- 76 с.
4. Приборы мониторинга силовых трансформаторов.[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energyland.info/analytic-show-56370>.
5. Серебряков, А. С. Трансформаторы. Учебное пособие. / А. С. Серебряков. – Княгинино: НГИЭИ, 2010. – 300 с.

УДК 628.956
ГРНТИ 45.51.29

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ
У СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРАКТИКЕ**

**Ижевский А.С., канд. с.-х. наук, доцент;
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия;
Худоногов И.А. д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО ИргУПС, г. Иркутск, Россия;
Бастрон А.В., канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Россия;
Петроченко В.В., канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. Правильный выбор светодиодных ламп это здоровье рабочего персонала и экономия электроэнергии при использовании их на практике.

**EVALUATION OF TECHNICAL CHARACTERISTICS
WITH REAL VALUES OF LED LAMPS
AND THEIR EFFICIENCY OF USE IN PRACTICE**

**Izhevsky A.S.,
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia;
Khudonogov I.A.,
Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia;
Bastron A.V., Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russia;
Petrochenko V.V., Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

Abstract. The right choice of LED lamps is the health of the workforce and the saving of electricity when used in practice.

Еще совсем недавно лампы на основе диодов в наших домах и на организациях были редкостью. Появление на рынке различных светодиодных ламп, возникает вопрос, насколько они эффективны в применении на практике.

А также согласно программы перехода на энергосберегающее освещение и с актуализацией в 2017 году Федерального закона №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» заменой всех ламп на светодиодные лампы. Данная актуализация объясняется тем, что в последнее время на рынке появились новые светодиодные лампы по техническим и конструктивным особенностям во много раз лучше, чем лампы накаливания и энергосберегающие (люминесцентные) лампы. Преимущество светодиодных ламп в том, что они выполнены из простых материалов, которые не требуют дополнительной специальной утилизации по сравнению с люминесцентными лампами, что благоприятно с минимальными рисками будет отражаться на экологии земли, и становятся все более доступными по цене.

Анализируя рынок светодиодных светильников (прожекторов) и ламп задается вопрос, какие дополнительные преимущества по характеристикам имеют светодиодные лампы дающие повод для замены на них люминесцентных ламп и ламп накаливания на практике.

В зависимости от светильника или лампы у каждого светодиодного устройства есть свои явные конструктивные и технические характеристики, которые скрыты и незаметны человеческому глазу.

Первое, ярко или тускло светит, данным показателем является освещенность, но на самом деле данная характеристика не относится к самой лампе, она зависит от неё и от конструкции светильника, расстояния от него до освещаемой поверхности, расположения этой самой поверхности и прочего, вроде коэффициента отражения окружающих предметов. Во-вторых, какой спектр излучения на глаз наиболее приятен (теплый белый, белый, холодный и т.д.), и в-третьих какая мощность потребления при той или иной

освещенности это можно выразить как КПД измеряется люксах на Ватт.

Проводя замеры светодиодных ламп, нас волновал вопрос, эффективны они или нет, а также сравнивая их с параметрами заявленные производителем. Для этого в обычных условиях на рабочем столе в настольную лампу мы вкручивали различные лампы разных производителей и измеряли освещенность, мощность и коэффициент пульсации.

Параметры, такие как мощность, коэффициента мощности и освещенность нам всем известны, а коэффициент пульсации почему-то вообще редко вспоминают, разумеется, и никогда не пишут на упаковках.

Коэффициент пульсаций это очень важный показатель, который присутствует в светодиодных лампах. Несмотря на то, что изменения яркости с частотой более 16 – 20 Гц на наш мозг сознательно не обрабатывает, эффект от них вполне заметен. Существенные пульсации общей освещенности могут привести к повышенной утомляемости, депрессиям, мигреням и прочим малоприятным вещам по части психики. Нормируется этот показатель в СНиП 23-05-95. Из разных таблиц, в целом можно вынести, что коэффициент пульсаций общего освещения не должен превышать 20%. Это имеет смысл, только если частота около 300 Гц, поскольку далее на изменения освещенности сетчатка глаза уже не успевает реагировать, и в этом случае в мозг просто не приходит раздражающего сигнала [1].

Замеры мощности мы проводили ваттметром **Д5065**, освещенность измеряли используя люксметр марки «Тесто 540», коэффициент пульсации прибор «ТКА-ПУЛЬС», [2].

Результаты измерений и расчетов приведены в таблице.

Таблица

Результаты замеров различных производителей светодиодных ламп

Тип лампы	Цоколь	Измеряемое напряжение, В	Номинальная мощность, Вт	Измеренная мощность, Вт	Освещенность, лк	Расчетные данные		Кр, %	Оценка эффективности лампы
						cosφ	Оценка заявленной Р от действительной, %		
LED-A60 ПП	E27	228	10	7,52	87,5	0,94	-24,8	1	Отлично
ASD 24LED-S/JDR	E27	229	1,8	5,038	32,4	0,62	-12,6	2	Хорошо
С/Д/П/П-3K50-5-220-827-120	E14	230	5	20,01	115,1	0,94	+300,2	1	Отлично
LED R50-econom	E14	230	5	4,37	37,8	0,52	-12,6	37	Отвратительно
LED R50 ASD	E14	230	3	11,04	54,3	0,45	+268	95	Отвратительно
LED-JLD ASD	G9	230	3	4,83	17,2	0,82	+61	35	Неудовлетворительно
UnielLeDLamp GCD	G9	230	6	5,29	37,2	0,86	-11,8	35	Неудовлетворительно
Electrostandat JCDR 72SMD	G5,4	230	5	11,04	77,4	0,67	+120,8	10	Удовлетворительно

Из таблицы 1 мы видим, что у различных производителей светодиодных ламп не так все хорошо, как хотелось бы, по замеренной мощности освещенность мы видим, что у некоторых ламп мощность и освещенность занижены, но и встречаются некоторые лампы, например СДЛП-3К50-5-220-827-120, LEDR50 ASD, LED-JLDASD и Electrostandat JCDR 72SMD, где мощность завышена относительно номинальной в несколько раз. В большинстве случаев это редко встречается. Расчет $\cos\phi$ показывает, что у каждой лампы он разный и от него зависит потребление электроэнергии.

Затем, анализируя согласно СНиП и заботясь о здоровье человека, результаты замеров коэффициента пульсации у ламп, не все лампы проходят данный порог требований. Лампы LED-A60 ПР, СДЛП-3К50-5-220-827-120 с коэффициентом пульсации 1%, ASD 24LED-S/JDR - 2% и Electrostandat JCDR 72SMD – 10%, являются наиболее безопасными для человека. Остальные лампы, у которых коэффициента пульсации выше 20%, но по параметрам освещенности, мощности и $\cos\phi$ лучше использовать их для освещения улиц, площадей, подъездов и охраняемых территорий.

В целом при наличии всех данных параметров, на упаковке каждой лампы можно наиболее точно подобрать лампу к тому или иному объекту, что позволит максимально улучшить условия работы и экономить электроэнергию.

Библиографический список

1. Федеральный закон №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».
2. СНиП 23-05-95 «Нормы освещенности помещений».

УДК 631.331
ГРНТИ 55.57.33

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЙ
И МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И СОИ**

**Илюхина Т.А., канд.техн.наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** Представлена задача по обеспечению технологического процесса средствами механизации для возделывания сельскохозяйственных культур.*

**INCREASE OF EFFICIENCY OF ENERGY SAVING SYSTEM
OF TECHNOLOGIES AND MACHINES FOR CULTIVATION
OF GRAIN CROPS AND SOYBEAN**

**Ilyukhina T.A.,
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** It presents the task of ensuring the process of mechanization tools and cultivation of crops for cropping.*

Программой развития сельского хозяйства Амурской области планируется до 2020 г. увеличение посевных площадей, отведенных для сои, увеличить до 900 тыс. га. В последние годы производственные затраты на возделывание этой культуры увеличились многократно, но и в этих условиях производство сои в области прибыльно, ее рентабельность составляет более 30%, соя востребована на рынке. В России и за рубежом за счет сои удается покрывать убытки других отраслей сельского хозяйства. В 2017 году продано сои в КНР 171 тыс. тонн и получено свыше 120 млн. долларов.

В сельском хозяйстве Амурской области в основном, работают сеялки СЗ – 3,6 и СЗП – 3,6. Эти сеялки используются

как для посева зерновых культур, так и для посева сои. Так как семена зерновых культур по форме и размерным характеристикам существенно отличаются от семян сои, агротехнические требования, предъявляемые к этим культурам, различны, то и при посеве сои необходимо применение высевающих аппаратов, способных обеспечить все эти требования и условия, способствующим получению максимальной урожайности возделываемой культуры.

Применение методов оценки производства сельскохозяйственных культур по затратам труда и экономическим показателям в ряде случаев является недостаточным поскольку эти показатели имеют существенные колебания, определяемые политикой ценообразования, и не позволяют установить уровень необходимых затрат энергии на производство продуктов. Возрастающий дефицит энергии требует такого подхода к оценке механизированных технологий и технологических процессов, при котором должны учитываться энергетические затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Предлагаемая технология возделывания сои отличается от базовой тем, что при посеве применяется сеялка СЗП -3,6 укомплектованная предлагаемыми высевающими аппаратами. Экономический эффект достигается за счёт снижения нормы высева и повышения урожайности культуры.

Определим совокупные энергозатраты технологического посева сои предлагаемым высевающим аппаратом. В базовом и предлагаемом вариантах посева сеялки агрегируются трактором Т-4.

Определим прямые затраты энергии:

$$E_n = H_m(a_m + f_m), \quad (1)$$

где H_m – расход топлива, кг/га; a_m – теплосодержание топлива, МДж/кг; f_m – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг.

$$E_{нб} = E_{нн} = 4,7(42,7 + 10) = 247,7 \text{ МДж/га}$$

Как показывают результаты расчёта, процесс посева сои модернизированной сеялкой является менее энергоёмким по сравнению с посевом базовой сеялкой. Экономия энергозатрат связана с затратами на производство семян (норма высева меньше

базовой на 100 тыс. шт. на га) и составляет 52,8 МДж/га. Наряду с этим применение предлагаемого посевного агрегата, по результатам внедрения в производство, даёт прибавку урожая 0,3 т/га или при энергосодержании 15,5 МДж в 1 кг зерна сои, дополнительно получаем 3565 МДж/га. Показатели энергозатрат при посеве сои базовым и предлагаемым посевными агрегатами представлены в таблице.

Таблица

Сравнительные энергетические показатели посева сои базовой и предлагаемой сеялками

Показатели	Предлагаемый вариант	Базовый вариант
Прямые затраты энергии, МДж/га	247,7	
Затраты энергии на производство семян, МДж/га	219,0	292,0
Затраты живого труда, МДж/га	0,6	
Удельная энергоёмкость трактора, МДж/ч	92,0	
Удельная энергоёмкость посевной машины, МДж/ч	651,9	605,4
Полные энергозатраты, МДж/га	790,7	843,5
Экономия энергозатрат, МДж/га	52,8	-

Производственные испытания показали экономическую целесообразность применения новых катушечных высевających аппаратов с угловым расположением желобков для посева сои установлено, что они надёжно и качественно выполняют технологический процесс, позволяют при использовании их на посеве увеличить урожайность на 0,3 т/га, сократить затраты энергии на 52,8 МДж/га и сэкономить 2315,8 р./га.

Библиографический список

1. Определение обеспеченности хозяйства энергетическими мощностями и сельскохозяйственной техникой [Электронный ресурс] Инфоградия – Режим доступа: <https://infopedia.su/16x10959.html>
2. Энергоёмкость продукции сельского хозяйства [Электронный ресурс] Региональный информационно-консультационный центр агропромышленного комплекса – Режим доступа: <http://www.tambov-apk.ru/articles/757/>

УДК 631.53.027.33

ГРНТИ 68.35.03

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ
УСТАНОВКИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ**

**Калинин А.В., канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия;**

**Козлов Д.Г., канд. техн. наук, старший преподаватель,
ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный
университет им. императора Петра I,
г. Воронеж, Россия**

***Аннотация.** В статье даны показатели распределения посевных площадей в Амурской области. Обоснован принцип действия разработанной установки, определены энергетические затраты при работе данной установки, представлены результаты исследования влияния скорости движения семян сои на конечную температуру их нагрева и влияние времени нахождения семян в установке на количество поглощаемого тепла.*

**DETERMINATION OF ENERGY COSTS
FOR THE INSTALLATION OF THERMAL
AND ELECTROMAGNETIC TREATMENT OF SOY SEEDS**

**Kalinin A.V.,
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia;
Kozlov D.G.,
Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russia**

***Abstract.** The article gives the distribution of acreage in the Amur Region. The operating principle of the developed installation is*

justified, the energy costs are determined during the operation of this unit, the results of the study are shown, the influence of the speed of soybean seed movement on the final temperature of their heating, and the influence of the seed time in the installation on the amount of heat absorbed.

Ведущей культурой отрасли растениеводства Амурской области является соя [10]. Эта культура занимает лидирующее место, как по посевным площадям в Приамурье, так и по переработке среди регионов Дальневосточного федерального округа [4, 12]. За всю историю существования агробизнеса именно соя показала рекордный темп роста, как по увеличению посевов, так и по валовому сбору [11].

По данным Министерства сельского хозяйства РФ [12] посевные площади в Амурской области за 2014 год составляли 614,6 тыс. га. Динамика посевных площадей, занятых под основными сельскохозяйственными культурами в Амурской области за 2012 – 2016 гг. представлена на рисунке 1.

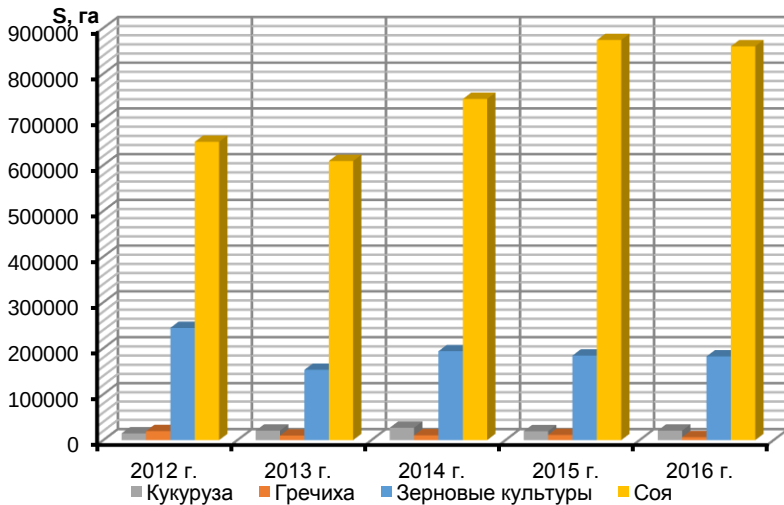


Рис.1. Посевные площади, занятые под основные сельскохозяйственные культуры в Амурской области

Первостепенная задача производителей сельскохозяйственной продукции – снижение себестоимости возделываемых культур. Одним из факторов, оказывающих значительное влияние на поставленную задачу, является соблюдение сроков уборки урожая. Несмотря на то, что континентальный климат Амурской области с ярко выраженной муссонностью, в летний период соответствует условиям, необходимым для выращивания сельскохозяйственных культур, он также становится существенной причиной для их затягивания сроков уборки.

Известно, что своевременные, дружные и полноценные всходы оптимальной густоты являются одним из главных факторов для получения высоких и устойчивых урожаев с высоким качеством продукции. Поэтому процесс механизации посевных работ должен включать в себя не только систему посева сои, но и процесс предпосевной обработки семян. От этого фактора зависит развитие, роста и качества семян, а также урожайность сельскохозяйственной культуры.

Для увеличения всхожести, энергии роста и других качеств семян применяют различные способы их стимулирования на основе химических, биологических и физических факторов [2, 3].

Более практичными с точки зрения производства являются электрофизические методы, позволяющие с помощью электроэнергии, получать высокоэффективные технологии подготовки семян к посеву с минимальными трудовыми и материальными затратами, а также автоматизировать процесс и тем самым повысить качество обработки [1].

Все большее применение получили комбинированные установки предпосевной обработки семян.

Предлагаемая установка относится к установкам электрофизического воздействия комбинированного способа [7, 9]. Сущность установки заключается в том, что на поверхности диэлектрической трубки располагается электромагнитная катушка. При этом на концы катушки подается величина переменного тока равная 12 А. Согласно закону Джоуля-Ленца, помимо электромагнитного поля образуется тепловое воздействие (рис.2). Температура создаваемая тепло-электромагнитной катушки составляет 120°C.

Для определения энергетических затрат на преобразование тепловой и электромагнитной энергии необходимо выявить нужное количество энергии, вырабатываемой установкой.



Рис.2. Фрагмент определения температуры нагрева экспериментальной установки

Затраты электрической энергии в установке расходуется в основном на преобразование теплового излучения и электромагнитного поля, то есть

$$E_{\Sigma} = E_t + E_{\text{эмп}} , \quad (1)$$

где E_t – тепловая энергия, МДж; $E_{\text{эмп}}$ – электромагнитная энергия, МДж.

Затраты на тепловую энергию будут определяться из количества теплоты, выделяемой установкой, а затраты электромагнитной энергии – из энергии, затрачиваемой на образование электромагнитного поля.

На основании уравнения теплового баланса, должно быть соответствие прихода и расхода тепла [8]

$$E_{\text{прих.}} = E_{\text{расх.}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{прих.}}$ – тепловая энергия, необходимая на нагрев 1 кг семян до определенной температуры, МДж; $E_{\text{расх.}}$ – тепловая энергия, вырабатываемая установкой, МДж.

В нашем случае выражение (2) будет иметь вид

$$E_{\text{прих.}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{эм}}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{теп}}$ – энергия, вырабатываемая на тепло, кДж; $Q_{\text{эм}}$ – энергия, вырабатываемая на электромагнитное поле, кДж.

Для определения энергетических затрат на преобразование тепловой и электромагнитной энергии необходимо выявить нужное количество энергии, вырабатываемой установкой.

Предлагаемая нами установка представляет собой соленоид, радиусом r и длиной l , подключенный к источнику ЭДС. Внутри соленоида магнитное поле является однородным и его индуктивность равна

$$B = \mu_0 \cdot I \cdot \left(\frac{\omega}{l} \right), \quad (4)$$

где μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; I – сила тока в обмотке соленоида, А; n – число витков на единице длины обмотки соленоида; ω – количество витков катушки, шт.; l – длина соленоида, м.

При изменении силы тока будет изменяться индукция магнитного поля, и, следовательно, его энергия. Энергия электромагнитного поля $Q_{\text{эм}}$ представляется как произведение

плотности энергии $w = \frac{B^2}{2 \cdot \mu_0}$ на объем соленоида.

Следовательно, энергия вырабатываемая на электромагнитное поле будет иметь вид

$$Q_{\text{эм}} = w \cdot V = \frac{B^2}{2 \cdot \mu_0} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot l. \quad (5)$$

Протекание электрического тока по проводнику сопровождается выделением теплоты. В этом случае энергия

поступает к нагреваемому проводнику через электромагнитное поле. Электрический ток силой I протекает по однородному цилиндрическому проводнику радиуса r и длины l . За промежуток времени Δt в проводнике выделяется количество теплоты, определяемое законом Джоуля-Ленца

$$\delta Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t, \quad (6)$$

где R – электрическое сопротивление проводника.

Выражаем эту величину через характеристики электромагнитного поля в проводнике.

Непосредственно на поверхности проводника распределяются поверхностные заряды, создающие поле внутри проводника. Поэтому внутри проводника электрическое поле существует и заставляет двигаться заряженные частицы, а вне проводника электрическое поле отсутствует, так сам проводник остается электрически нейтральным. Магнитное поле существует как внутри так вне проводника с током.

Электрическое поле внутри проводника является однородным, вектор его напряженности $\vec{E}$ направлен вдоль оси проводника, а его модуль может быть определен из закона Ома для участка цепи

$$E = \frac{\Delta \varphi}{l} = \frac{I \cdot R}{l_{\text{кат}}}, \quad (7)$$

где $\Delta \varphi$ – разность потенциалов между концами проводника (приложенное электрическое напряжение), В; l – длина проводника катушки, м; I – величина тока, А; R – сопротивление катушки, Ом; $l_{\text{кат}}$ – длина катушки (длина соленоида), м.

Сопротивление катушки определяется по формуле

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \quad (8)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление меди, Ом/м; S – сечение проводника, мм².

Напряженность магнитного поля, образуемая в катушке, определяется по формуле

$$H = \frac{I \cdot \omega}{l_{\text{кат}}}. \quad (9)$$

Электрический ток создает магнитное поле, силовые линии которого образуют концентрические окружности с центрами на оси проводника.

Выражая значения силы тока через напряженность электрического поля из формулы (7) $I \cdot R = E \cdot l$ и индукцию

магнитного поля $I = \frac{B}{\mu_0 \cdot n}$, преобразуем выражение (6) к виду

$$\delta Q_{\text{мен}} = E \cdot l \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot B}{\mu_0} \cdot dt; \quad (10)$$

$$\delta Q_{\text{мен}} = \int_0^t E \cdot l \cdot \frac{B}{\mu_0 \cdot n} \cdot dt = \frac{E \cdot l \cdot B \cdot t}{\mu_0 \cdot n}. \quad (11)$$

Объемная плотность энергии w электромагнитной волны складывается из объемных плотностей w_e и w_m электрического и магнитного полей, которая определяется по формуле

$$w = w_e + w_m = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2}{2} + \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot H^2}{2}, \quad (12)$$

где w_e и w_m – плотность электрической и магнитной полей; ε – диэлектрическая проницаемость вещества и воздуха [184]; ε_0 – электрическая постоянная, равная $8,85419 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; μ – магнитная проницаемость вещества; μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; E – напряженность электрического поля, В/м; H – напряженность магнитного поля, А/м.

Магнитная проницаемость всех веществ отлична от единицы, хотя в большинстве случаев это отличие очень мало. У одних веществ магнитная проницаемость больше единицы, а у других она меньше единицы, т. е. заполнение катушки одними веществами увеличивает магнитный поток, а заполнение катушки другими веществами уменьшает его. Следовательно, магнитная проницаемость семян будет равна единице ($\mu = 1$).

Объемная плотность энергии w электромагнитной волны свойственна для всего диапазона факторов, действующих на

семена и может быть принята за единый критерий для систематизации действующих факторов и классификации устройств [5].

Однако величина w может быть определена только конкретно для каждого значения напряженностей E и H и проницаемостей среды ε и μ .

$$\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon} \cdot E = \sqrt{\mu_0 \cdot \mu} \cdot H. \quad (13)$$

Следовательно, плотность энергии электрического и магнитного полей в любой момент времени одинаковы

$$w_{эл} = w_{м}. \quad (14)$$

Энергия электромагнитного поля, возникающая в катушке, определяется по формуле

$$dQ_{эм} = (w_{э} + w_{м}) \cdot dV; \quad (15)$$

$$Q_{эм} = w \cdot V, \quad (16)$$

где w – объёмная плотность энергии, Вт/м³; V – объем катушки (цилиндра), м³.

Из уравнения (5) следует, что количество энергии выделяемой катушкой на электромагнитное поле будет равна энергии электромагнитного поля

$$Q_{эм} = W. \quad (17)$$

Из уравнения (3, 15) видно, что механизм воздействия на семена ЭМП и теплового излучения различен и энергетическое состояние семян будет наилучшим при совместном действии факторов.

Таким образом, на основании теоретических предпосылок установлено, что наибольшую эффективность обработки семян можно ожидать при совместном использовании электромагнитного поля и теплового облучения. Этот вывод является основанием для разработки и исследования устройства, реализующего совместную предпосевную обработку семян.

Из вышесказанного следует сделать вывод, что прямые энергозатраты будут иметь вид

$$E_{np} = \left(\frac{E \cdot l \cdot B \cdot t}{\mu_0 \cdot n} \right) + (w \cdot V) \quad (18)$$

или

$$E_{np} = \left(\frac{E \cdot l \cdot B \cdot t}{\mu_0 \cdot n} \right) + \left(\frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2}{2} + \frac{\mu \cdot \mu_0 \cdot H^2}{2} \right) \cdot V. \quad (19)$$

Как было доказано, на конечную температуру нагрева влияет время нахождения семян в установке. Время нахождения семян в установке напрямую зависит от скорости движения, угла наклона и длины пути, по которому скатываются семена. Для определения этой зависимости были проведены исследования при различных углах наклона и скорости движения при постоянной длине пройденного семенами пути (рис. 3) [6].

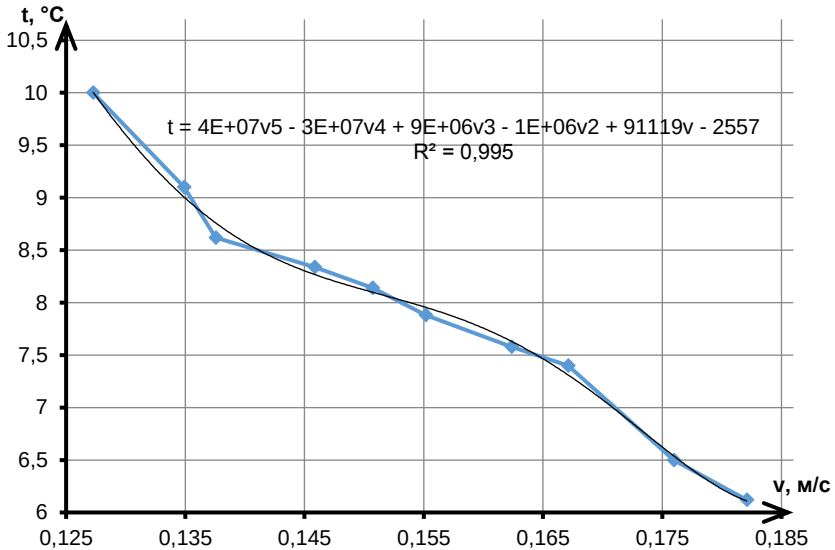


Рис.3. Влияние скорости движения семян сои на конечную температуру их нагрева

Как показали проведенные экспериментальные исследования с уменьшением скорости движения, температура нагрева возрастает. Так при скорости движения 0,184 м/с температура нагрева после прохождения всего пути составляет 6,12°C. При снижении скорости движения семян до 0,126 м/с, температура нагрева составляет 10°C. Таким образом, при

снижении скорости в 1,5 раза, температура в семени возрастает в 1,6 раза. Иными словами, существует прямо пропорциональная зависимость температуры нагрева от скорости движения.

При постоянной длине пути семян скорость движения напрямую влияет на время прохождения семян в установке. Во второй главе были получены теоретические зависимости прямых энергозатрат от ряда показателей, и в том числе от времени. Влияние времени движения на количество выделяемого тепла представлена на рисунке 4.

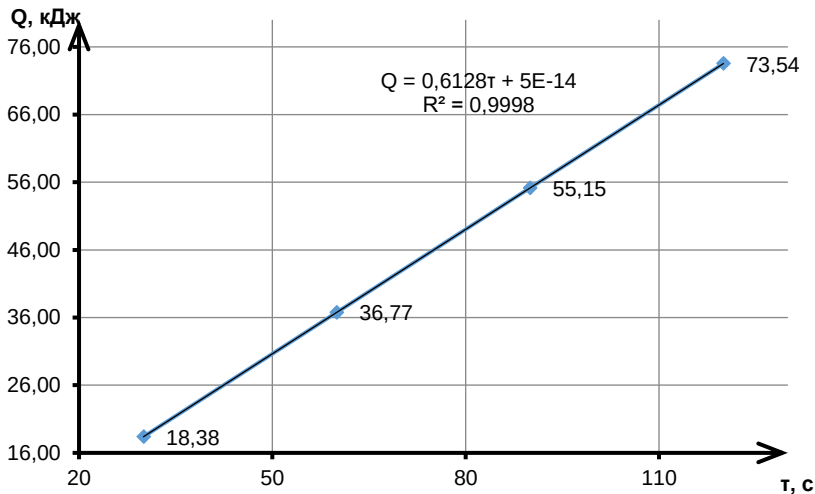


Рис.4. Влияние времени нахождения семян в установке на количество поглощаемого тепла

Исследования показали, что при времени нахождения, равному 30 секундам, количество поглощаемого тепла составит 18,38 кДж, а при времени, равному 120 секундам – 73,54 кДж. Таким образом, с увеличением времени нахождения посевного материала в установке, увеличивается количество поглощаемого тепла и как следствие конечная температура нагрева семян.

Библиографический список

1. Авдеева, В. Н. К вопросу обеззараживания зерна озимой пшеницы озоном с целью уничтожения патогенной микрофлоры / В.Н. Авдеева // Новые технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности с использованием электрофизических факторов и

озона: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2006. – С. 94–97.

2. Алексеева А.М. Влияние микроэлементов бора, марганца, кобальта, молибдена на урожайность и лежкость корнеплодов моркови / А. М Алексеева // научн. тр. Воронежского СХИ. – 1976. – Т. 85. – С. 6–13.

3. Бастрон А.В., Исаев А.В., Мещеряков А.В., Цугленок Н.В. Исследование температурных полей при предпосевной обработке семян масленичных культур ЭМПСВЧ. / Ползуновский вестник №2/1, 2011 г.

4. Илюхина, Т.А. Совершенствование процесса посева сои катушечным высевающим аппаратом: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Илюхина Татьяна Алексеевна. – Благовещенск, 2014. – 157 с.

5. Ирха А.П. Повышение эффективности использования электрофизических способов предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур / дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.02, Краснодар, 1998. – 144 с.

6. Калинин А.В. Исследование предпосевной обработки семян сои тепловыми и электромагнитными полями / А.В. Калинин, С.В. Щитов, С.Н. Воякин. // Техника и оборудование для села. – 2015. - №4 (214) – с. 23 – 25.

7. Калинин А.В. Обоснование режимов теплового и электромагнитного воздействия на семена сои с целью повышения их качества / А.В. Калинин, С.В. Щитов, С.Н. Воякин, Д.Г. Козлов // Вестник Воронежского ГАУ – 2015. –выпуск №3 (46) - с. 136 – 140.

8. Калинин А.В. Совершенствование технологии предпосевной обработки сои / А.В. Калинин, С.В. Щитов, С.Н. Воякин. // Научное обозрение- 2014. -№8, часть 3 – с. 848 – 850.

9. Калинин А.В. Тепловое действие электромагнитной катушки как способ тепловой обработки семян / А.В. Калинин, С.А. Пустовой, К.Р.Д.Д. Сильва // Актуальные проблемы в энергетике и средствах механизации АПК: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием – Благовещенск: ДальГАУ, 2014. – с. 20 – 24/

10. Синеговский М.О., Наumenко А.В. Экономическая эффективность применения минеральных и органо-минеральных удобрений под сою в условиях Приамурья [статья] / Материалы VI международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2011 г.

11. Фадеев Л.В. Соя – востребованная временем / Л.В. Фадеев. - Харьков: Изд. ООО "Спецэлеватормелешмаш". – 2012 - 40 с.

УДК 620.97

ГРНТИ 44.37.01; 44.39.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ОБОГРЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**Козлов Д.Г., канд. техн. наук, доцент;
Герасименко А.А., студент; Герасименко М.А., студент,
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ имени императора Петра I,
г. Воронеж, Россия**

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены способы использования и виды нетрадиционной энергии для электроснабжения и обогрева с.-х. потребителей.*

USE OF NON-TRADITIONAL ENERGY FOR ELECTRIC SUPPLY AND HEATING AGRICULTURAL CONSUMERS

**Kozlov D.G., Gerasimenko A.A., Gerasimenko M.A.,
Voronezh State Agrarian University,
Voronezh, Russia**

***Annotation.** In this article methods of use and types of unconventional energy for power supply and heating of agricultural consumers are considered.*

Растущие потребности сельского хозяйства в энергоресурсах и высокая цена на органическое топливо в сочетании с аварийным состоянием электрических сетей и оборудования, а также негативным воздействием традиционных энергетических объектов на окружающую среду вызывает необходимость в поиске нетрадиционных источников энергии.

Одним из путей решения данной задачи является применение в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей солнечной и ветровой энергии [1, 3, 7].

Современные, хорошо продуманные и простые в обслуживании солнечные и ветровые системы смогут обеспечить потребителей энергией, где это необходимо и когда это необходимо. Мировой опыт работы доказал, что они экономически эффективны, надежны и являются основой повышения уровня производительности сельского хозяйства.

Примером устройства, которое способно превращать солнечную энергию в тепло, является солнечный коллектор. Его применение состоит в том, что он преобразовывает радиацию в тепло. Солнечные коллекторы применяются для подогрева воды для горячего водоснабжения, отопления жилых домов и сельскохозяйственных построек. Использование энергии солнца коллекторами производится путем накопления ее в так называемых модулях. Они фиксируются на крыше зданий и состоят из стеклянных трубок и пластин, которые, в целях поглощения большего объема солнечного света, окрашивают в черный цвет.

Солнечные коллекторы разделяют на следующие группы [9, 10, 11]:

1. Плоские солнечные коллекторы. Являются самыми распространенными. Их рационально применять для бытовых и сельскохозяйственных отопительных нужд, а также при подогреве воды для горячего водоснабжения.

2. Вакуумные коллекторы. Их используют, когда требуется вода высокой температуры. Они имеют нескольких стеклянных трубок, проходя через которые лучи солнца нагревают их, а они, в свою очередь, отдают тепло воде.

3. Воздушные солнечные коллекторы. Их используют для воздушного отопления, рекуперации воздушных масс и для осушительных установок.

4. Интегрированные коллекторы. Самый упрощенный образец. Их используют для заблаговременного подогрева воды, например, для газовых котлов. В быту подогретая вода

накапливается в специальном баке – накопители и далее используется для различных нужд.

Преимущества солнечных установок: они абсолютно бесплатны и неиссякаемы, имеют полную безопасность в использовании, экономичны, так как расход средств осуществляется только лишь на приобретение оборудования для установок, их применение обеспечивает недостаток скачков напряжения, они долговечны и проще в использовании и сервисе.

Применение солнечной энергии при помощи таких установок с каждым годом набирает популярности. Солнечные батареи дают шанс сэкономить не малые деньги на отоплении и горячем водоснабжении, к тому же они являются экологически чистыми и не наносят урон здоровью человека и животного [2, 4, 5].

В настоящее время быстрыми темпами развивается еще один не мало значимый вид энергии, это ветровая энергия. Явную заинтересованность на сегодня представляет использование энергии ветра для обеспечения электрической и тепловой энергией частных домов и коттеджей, и сельскохозяйственных построек. Непрерывное возрастание цен на традиционные энергоносители порождает то, что многие владельцы уже начали активно использовать альтернативные варианты приобретения электрической и тепловой энергии. Применяются мини-гидроэлектростанции, гелио-панели, геотермальные насосы, и ветрогенераторы.

При использовании энергии в частном хозяйстве, ветряные генераторы, как правило, сочетаются с другими видами генераторов: солнечными, геотермальными, водными. Больше всего такие ветрогенераторы эксплуатируются в комплексе с гелио-панелями для постоянного снабжения домовладения электрической энергией. Для отопления все чаще начинают применять геотермальные насосы. Установка подобного оборудования обходится недешево, зато дает желанную автономию от поставщиков энергии и позволяет в результате серьезно сэкономить на содержании домовладения.

Небольшие ветряные электростанции выгодны тем, что не нуждаются в особом месте для установки, вполне легко монтируются, имеют небольшой срок окупаемости, неизменно вырабатывают электрическую энергию. Даже не очень мощный ветрогенератор, установленный на крыше дома или сарая, приспособлен исправно создавать снабжение электрической энергией, достаточное для освещения дома и приусадебного участка [6, 8].

Еще один совершенный плюс: экологичность. Ветряные электростанции не выделяют никаких вредных веществ, не засоряют окружающую среду. К сожалению, их все же нельзя назвать в полном объеме экологически безвредными, так как ветроэнергетическая установка достаточно громкая.

Одновременно с таким плюсом, как неисчерпаемость энергетического источника, идет и минус: производительность деятельности ветряной электростанции зависит от времени года, времени суток, погодных условий и географического положения. Поэтому ветряные электростанции необходимо использовать вместе с другими ресурсами энергии. Еще к минусам ветряных электростанций относят достаточно громоздкую площадь, которую занимают ветроустановки (электростанция может содержать сто и более ветроэнергетических установок).

Таким образом, из выше всего сказанного, можно сделать вывод, что использования солнечной и ветровой энергии является перспективным и наиболее эффективно применение этих источников энергии для получения тепловой энергии. При этом экономия традиционных энергоресурсов может достигать 30...90 %, что тоже не мало важно.

Библиографический список

1. Ветроэнергетика: перспективы, плюсы и минусы – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://altenergiya.ru/veter/vetroenergetika-plyusy-i-minusy.html>
2. Германович В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – СПб.: Наука и Техника, 2014. – 320 с.

3. Козлов Д.Г. Автономные системы питания загородного дома / Д.Г. Козлов, М.А. Герасименко, Ю.М. Помогаев // Современные научно-практические решения в АПК: Материалы международной научно-практической конференции (Россия, Воронеж, 06-07 июня 2017). - Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2017. -С. 115-119.

4. Козлов Д.Г. Применение спецэлектротехнологий в АПК /Д.Г. Козлов, А.В. Калинин//Инновационные технологии и технические средства для агропромышленного комплекса: материалы науч. конф. проф.-преп. состава, научных сотрудников и аспирантов (Россия, Воронеж, 30 марта-1 июня 2015). -Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. -С. 5-8.

5. Козлов Д.Г. Светотехника и электротехнологии: учебное пособие/Д.Г. Козлов, Р.К. Савицкас. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -363 с.

6. Неисчерпаемая энергия. Кн. 2. Ветроэнергетика: учебник / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, 2004. – 519 с.

7. Пахомов А.Ю. Альтернативные источники электроэнергии /А.Ю. Пахомов, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й научной студенческой конференции (Россия, Воронеж, 9-25 апреля 2012). – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 46-51.

8. Трушин А.В. Аккумулирование тепловой энергии / А.В. Трушин, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 63-й науч. студенческой конф. -Воронеж: ВГАУ, 2012. – Ч.1. – С. 206-210.

9. Трушин А.В. Современные электротехнологии в АПК /А.В. Трушин, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й науч. студенческой конф. – Воронеж: ВГАУ, 2013. – Ч.1. – С. 55-60.

10. Трушин А.В. Современные электротехнологии в АПК/А.В. Трушин, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 64-й науч. студенческой конф. – Воронеж: ВГАУ, 2013. – Ч. 1. – С. 55-60.

11. У солнечной энергии огромный потенциал – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fbmania.ru/u-solnechnoy-energii-ogromnyiy-potentsial.html>

УДК 621.3
ГРНТИ 45.51.29

**СПОСОБЫ И МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ
В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

**Козлов Д.Г., канд. техн. наук, доцент;
Герасименко М.А., студент; Герасименко А.А., студент,
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ имени императора Петра I,
г. Воронеж, Россия**

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены виды светодиодных источников и способы их использования в защищенном грунте.*

**METHODS AND METHODS OF USING LED SOURCES
IN THE PROTECTED GROUND**

**Kozlov D.G., Gerasimenko A.A., Gerasimenko M.A.,
Voronezh State Agrarian University,
Voronezh, Russia**

***Abstract.** This article describes the types of led sources and how to use them in protected soil.*

Современный рынок модернизируется ежедневно. Кардинальные изменения осуществляются и в тепличном освещении. Знакомые нам лампы накаливания и люминесцентная подсветка постепенно уходят в далекое прошлое, подходящими им последователями становится светодиодные источники. Сегодня большое количество садоводов используют их для повышения показателей урожая. Кроме теплиц данная технология используется также в оранжереях, зимних садах, травяных аквариумах, практически везде, где нужно создать максимальный эффект роста растений.

Используя такие усовершенствованные осветительные приборы в теплице можно получить определенные преимущества, а также сделать все необходимые работы по установке и сборке оборудования собственноручно[9].

Светодиодные лампы обеспечивают растения незаменимый для их роста свет, который преобразовывается в волны различной длины. Таким образом, флора теплиц поглощает только тот спектр излучения, который ему необходим. Кроме того, излучения ламп максимально приближено к естественным солнечным лучам. В их гамму входят только необходимые для роста растений волны [1, 3-6].

Отличительной чертой светодиодов является направленность их светового потока преимущественно в одном направлении. Поэтому светодиодные лампы для теплиц упорядочены под определенными углами (обычно 60, 90, 120 градусов), их выбор зависит от культур, выращиваемых в парнике [2, 7, 10].

В реализации давно имеются десятки моделей разнообразных светодиодных осветительных элементов для сельскохозяйственных нужд. Можно приобрести как отдельные части, так и готовые приборы, способные освещать большие площади. Все светодиодные лампы – это LED-лампы, их корпус обладает повышенной защищенностью от проникновения пыли и воды. Они создаются под различные типы цоколей, специальное покрытие предотвращает развитие коррозии, предусмотрены также разные варианты креплений.

Светодиоды делятся на 2 вида: фотопериодические и постоянные. Фотопериодические устанавливаются при потребности продления светового дня на несколько часов, а постоянные для круглосуточного освещения теплицы. Выбор зависит от вида выращиваемых растений, их потребности в освещении, наиболее используемыми считаются фотопериодические.

Основными достоинствами светодиодных ламп являются прочность, направленность излучения, минимальное энергопотребление, простота монтажа, экологическая чистота.

Недостаток, на данный момент, у них только один – стоимость. Но так как цены на коммунальные услуги регулярно повышаются, а использование LED освещения позволяет платить в 10 раз меньше, то первоначальные высокие затраты быстро окупаются. Важную роль при выборе лампы играет световой пучок, длина волны определяет принадлежность к тому или иному цветовому спектру. Существует шесть типов светодиодных ламп (красные, оранжевые, желтые, зеленые, голубые, синие) отличия их заключаются в длине волны и цвете. В сельском хозяйстве не используется ультрафиолет, но применяется обычный фиолет и инфракрасное излучение, так как длина их волн оказывают положительное влияние на развитие культур.

В теплицах с длинными рядами стеллажей вместо светодиодных светильников экономичнее использовать светодиодную ленту. Она представляет собой мягкую полосу с вкрапленными в нее источниками света. Обратная сторона снабжена клейкой основой, что облегчает крепление. Такие полосы выпускают двух типов: декоративные, которые не дадут культурам требуемой мощности светопотока и тепличные с более мощными диодами [11, 12, 13].

Для повышения фотосинтеза используют синие и красные лучи. Синие необходимы для улучшения урожайности и кроны, красные способствуют развитию корневой системы. Зеленый спектр требуется для пышной растительности. Самыми полезными для получения хорошего урожая считаются светодиодные светильники белого цвета. Для конкретного растения определяется наиболее полезное для его роста сочетание цветов.

Все осветительные приборы, которые планируется использовать в теплицах, оранжереях или парниках, должны соответствовать основным требованиям: водонепроницаемость, пылезащищенность, безопасность для здоровья человека.

На практике существует два метода искусственного освещения в теплицах: досвечивание и полное освещение. В большинстве случаев используют первый вариант. Освещение

включают на несколько часов в вечернее и утреннее время, пока световой день не будет достаточно продолжительным. Этот метод экономичный и осуществляется в автоматическом режиме. Полное освещение применяется, если парник расположен в глубокой тени. Многие регулируют световой спектр для достижения разных результатов.

Таким образом, из выше всего сказанного, можно сделать вывод, что освещение теплицы именно светодиодными лампами считается наиболее оптимальным и имеет огромное количество преимуществ, за счет которых обеспечивается высокая эффективность. Применение светодиодных ламп допускает в разы снижать затраты на электроэнергию, такие светильники отличаются простым монтажом и эксплуатацией. Высокая стоимость окупается не только за счет экономии на электроэнергии, но и при помощи увеличения урожайности.

Библиографический список

1. Бушлякова Л.В. Светодиодные светильники как источник устойчивого развития растений защищенного грунта/Л.В. Бушлякова, Д.Г. Козлов//Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники, инженерные идеи XXI века: Труды Всерос. студ. научн.-техн. конф. 19-20 мая 2015. -Воронеж: ФГБОУ ВО ВГТУ. -С. 81-84.
2. Бушлякова, Л.В. Реальность и перспективы применения светодиодных светильников в тепличных хозяйствах / Л.В. Бушлякова, Д.Г. Козлов // Молодежный вектор развития аграрной науки: Материалы 66-й научной студенческой конференции. -Ч. 1. -Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2015. -С. 35-38.
3. Гужов С. Концепция применения светильников со светодиодами совместно с традиционными источниками света / С.Гужов, А.Полищук, А.Туркин // Современные технологии автоматизации. – 2009. – № 4. – С. 80-84.
4. Козлов, Д.Г. Общие тенденции развития светового дизайна средствами LED-технологий/Д.Г. Козлов//Вестник Воронежского государственного аграрного университета, № 2 (49), 2016. -С. 146-154.
5. Козлов, Д.Г. Светотехника и электротехнологии: учебное пособие/Д.Г. Козлов Р.К. Савицкас. -Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -363 с.
6. Козлов Д.Г. Энергосберегающее светодиодное освещение в условиях защищенного грунта/Д.Г. Козлов//Агропромышленный

комплекс на рубеже веков: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию агроинженерного факультета. -Воронеж: Воронежский ГАУ. -2015. -С. 73-79.

7. Кузьмина С.В. Исследование светотехнических характеристик системы общего искусственного освещения / С.В. Кузьмина, Л.Н. Титова. // Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники. Инженерные идеи XXI века: труды Всероссийской студенческой науч.-техн. конф. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет» – 2016. – С. 125-127.

8. Кузьмина С.В. Энергосбережение в системах освещения с использованием светодиодов / С.В. Кузьмина, Л.Н. Титова // Прикладные задачи электромеханики, энергетики, электроники. Инженерные идеи XXI века: труды Всероссийской студенческой науч.-техн. конф. Воронеж: ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» - 2015. - С. 85-87.

9. Освещение теплицы светодиодными лампами: особенности и преимущества, виды и способы монтажа своими руками [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sadruogorod.ru/svoimi-rukami/7309-osveshhenie-teplicity-svetodiodynymi-lampami.html>

10. Павленко М.С. Светодиодный источник как альтернатива люминесцентным лампам и лампам накаливания/М.С. Павленко, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: Материалы 67-й научной студенческой конференции. -Ч. 2. -Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. -С. 109-114.

11. Панченко А.А. Применение и характеристики LED-освещения/А.А. Панченко, Д.Г. Козлов//Молодежный вектор развития аграрной науки: Материалы 67-й научной студенческой конференции. - Ч. 2. -Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. -С. 124-130.

12. Прищеп Л.Г. Эффективная электрификация защищенного грунта / Л.Г. Прищеп. – М.: Колос, 1980. – 208 с.

13. Шевченко М.В. Источники оптического излучения: Учебное пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Светотехника и электротехнология» / М.В. Шевченко, А.В. Калинин. - Благовещенск: ДальГАУ, 2013. – 170 с.

УДК 631.371:620.9:681.5
ГРНТИ 68.85.01

**РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА
ПРЕДПРИЯТИЙ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Козлов А.В., канд. техн. наук, доцент;
Козлов Е.В., магистрант,
ФГБОУ Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления реализации энергетического потенциала на предприятиях послеуборочной обработки Амурской области.

**THE ENERGY SAVING POTENTIAL AND ENERGY
EFFICIENCY INCREASE OF PROCESSES
OF POSTHARVEST GRAIN PROCESSING ENTERPRISES
IN THE AMUR REGION**

**Kozlov A.V., Kozlov E.V.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

Abstract. In the article the main directions of realization of power potential at the enterprises of post-harvest processing of the Amur region are considered.

Основным показателем энергоэффективности производства сельскохозяйственной продукции является его энергоёмкость, то есть удельные затраты энергии на производство единицы продукции.

Важная научная задача в области энергосбережения – разработка и внедрение в сельскохозяйственное производство энергоэффективных технологий и соответствующих средств механизации, электрификации и автоматизации.

Затраты энергии на единицу продукции растениеводства в России в 2-4 раза больше чем во Франции, ФРГ и Англии. Поэтому поиск путей снижения энергозатрат является чрезвычайно важным.

Одним из важных пунктов повышения уровня растениеводческого производства является повышение эффективности использования техники для послеуборочной обработки урожая на основе применения современных методов и средств интенсификации технологических процессов обработки урожая. В связи с этим становится актуальной проблема совершенствования зерноочистительных сушильных комплексов

На основе анализа состояния зерновых дворов и применяемых технологий можно [1] выделить четыре основных направления реализации энергетического потенциала на предприятиях послеуборочной обработки Амурской области.

Первое направление реализации энергетического потенциала – это *организационно-экономическое*. Формами экономии и рационального использования ТЭР в этом направлении следует понимать нормирование расхода топлив, учет электрической и тепловой энергии, стимулирование экономии ТЭР, организацию рациональной эксплуатации энергетического оборудования, а также, проведение энергообследований зерновых дворов и комплексов.

Не менее значимое направление по экономии ТЭР это *технологическое*, которое предусматривает изменение либо внедрение новых менее энергорасточительных технологий.

Одним из таких мероприятий может быть внедрение поточно– периодической технологии с применением режимов двухэтапной сушки [2]. По данной технологии зерно не досушивают на 1,7...3,0% до кондиционной влажности в зависимости от его назначения (меньший влагосъём для семян, больший для фуражного зерна), отлеживают в течение определённого времени и охлаждают вентилированием наружным воздухом в выносных ёмкостях. Медленное охлаждение зерна, реализуемое при указанной подаче, позволяет более 50% тепла, аккумулированного при сушке использовать для снижения влажности, что существенно уменьшает энергозатраты. Перевод охладительных камер в сушильные, а

также применение теплоносителя повышенной температуры, что обусловлено меньшей экспозицией сушки, позволяют повысить производительность сушилок. Применение данной технологии на сушилках камерного типа была опробована в работах института за 2012-2015 гг. и показала свою эффективность.

Традиционная технология очистки зерна подразумевает поочередный пропуск зернового вороха через целый ряд зерноочистительных решетных машин, на каждом из которых выделяются примеси различного состава. В результате этого зерновой ворох, непосредственно само зерно, подвергается многократному воздействию рабочих органов, что приводит к повышению негативного механического воздействия на зерно и в дальнейшем это сказывается на его товарных, продовольственных и семенных качествах, как готового продукта. Необходим поиск новых технологий и строительство новых линий, позволяющих снизить количество операций вторичных пропусков зерна через машины при его обработке. В связи с этим возникла необходимость изучения процесса разделения зерновой смеси на фракции. Работами многих исследователей установлено, что интенсифицировать процессы очистки зерна целесообразно использованием центробежных сил инерции, поэтому работе ротационных сепараторов, в частности цилиндрических, посвящено большое количество исследований (В.П. Горячкин, М.Н. Летошнев, П.М. Василенко, С.М. Григорьев, Л. И. Ерошенко, М.В. Киреев и др.). Обоснованно, что порционный вид движения зернового вороха в цилиндрическом горизонтальном решете, имеет наиболее высокую степень устойчивости [3]. Он возникает при постепенном увеличении оборотов цилиндра и при их уменьшении по достижению максимальных. В этом случае сыпучая среда имеет максимальную внутреннюю энергию, достигается высокая интенсивность процесса сепарации.

Еще одно мероприятие в этом направлении можно обозначить как максимальное использование местных видов топлива либо замена дорогостоящих топлив на более дешевое. Так для получения 1 Гкал тепловой энергии требуется 0,11 тонн дизельного топлива, а угля - 0,32 тонны. Если перевести в денежный эквивалент с учетом нынешних цен в данном регионе

получается затраты на 1 Гкал при использовании дизельного топлива составят 4840 рублей, угля – 832 рубля. Цифры говорят сами за себя. В связи с этим в некоторых хозяйствах области уже ведется работа по модернизации сушильного оборудования путем замены дизельных горелок на угольные. Такие теплогенераторы уже установлены в ООО «Дим» Михайловского района, в ООО «Пограничное» Константиновского района, идет модернизация еще в ряде хозяйств области.

Третье направление рационального использования и экономии ТЭР – *техническое направление*. Представляет собой автоматизацию технологического процесса послеуборочной обработки. В рамках данного направления снижение удельных расходов электрической и тепловой энергии основывается на внедрении нового энергоэффективного оборудования, причем и не исключается эксплуатация вновь модернизированных машин и механизмов. За счет таких мероприятий можно добиться повышения надежности и срока службы оборудования, а также достичь более высоких показателей коэффициента полезного действия.

Так в частности на всех воздушно-очистительных машинах и вентиляторах зерносушилок для регулирования воздушного потока применяется метод дросселирования. Данный способ является наиболее простым и распространенным, но вместе с тем наименее экономичным, так как часть напора, создаваемого насосом, бесполезно тратится на преодоление сопротивления задвижки и при этом рассеивается соответствующая мощность. Необходимо рассмотреть возможность применения частотного регулирования электропривода.

В современных условиях важную роль необходимо отводить и автоматизации регулирования использования энергоресурсов в оптимальном режиме, что предполагает широкое внедрение автоматизированных систем контроля и учета потребляемых энергоресурсов.

Автоматизация – это не просто добавление к существующей технике элементов контроля, регулирования и управления. Автоматизация предполагает перестройку всего технологического процесса, начиная с отдельных машин, поточных линий и заканчивая организацией труда.

Для эффективной автоматизации процессов предлагается применение блочного построения автоматизированной системы управления процессами послеуборочной обработки. Автоматизированная поточная технологическая линия строится по принципу распределённой системы с «активными» контроллерами (так называемый распределённый интеллект) [4].

В таком варианте управляемость процесса не теряется даже в случае отказа сети, так как «ответственные» вычисления, например, расчёт управляющих воздействий при регулировании, выполняются «на местах». При этом существенно снижается нагрузка на сеть, а, следовательно, и требования к сетевому оборудованию. Кроме того, существенно упрощается программное обеспечение контроллеров.

В рамках четвертого направления, которое носит название структурно-энергетическое, предполагается замещение традиционных источников энергии, на возобновляемые энергоресурсы постоянно существующих природных процессов, таких как энергия солнечного излучения, энергия ветра и потоков воды, а также энергия, заключенная в биомассе.

Библиографический список

1. Хилько В.И. Разработать концепцию технолого-технического перевооружения послеуборочной обработки зерна и подготовки семян в условиях Амурской области: отчет о НИР/ В.И. Хилько - Благовещенск: ГНУ ДальНИПТИМЭСХ, 2009. – 112 с.
2. Козлов, А.В. Применение ресурсосберегающих технологий послеуборочной обработки семян зерновых культур и сои / А.В. Козлов, Ю.Н. Смолянинов, А.Е. Титаев// Инновационные процессы и технологии в современном сельском хозяйстве: матер. международной научно-практической конф. – Дальневосточный ГАУ, Благовещенск, 2014. С. 237-241.
3. Патрин В.А. Моделирование процесса движения зерна в горизонтальном цилиндрическом решете / В.А. Патрин, П.А. Патрин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 11. - С. 10-12.
4. Козлов А.В. Применение распределённых систем автоматизированного управления для линий послеуборочной обработки зерна. / А.В. Козлов // Международный научно-практический журнал «Эпоха науки» -2 015г №3 сентябрь. – С. 23-29 Электронное периодическое издание (РИНЦ) Режим доступа <http://eraofscience.com/Statii/3/Kozlov.pdf>

УДК 631.372:629.114.4
ГРНТИ 73.31.01

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Кривуца З.Ф., д-р техн. наук, доцент;
Попова Е.В., канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия;

Двойнова Н.Ф., канд.с.-х.наук, доцент кафедры
безопасности жизнедеятельности,
ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»,
г. Южно-Сахалинск, Россия

Аннотация. Предложена методика оценки
эффективности использования транспортно-технологического
обеспечения производства сельскохозяйственной продукции.

OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION BY PRODUCTION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Krivutsa Z.F., Popova E.V.,
Far Eastern State Agrarian University;
Dvoynova N.F.,
Sakhalin State University,
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Abstract. Methods for estimating the efficiency of transport and
technological maintenance of agricultural production are offered.

При производстве сельскохозяйственной продукции важная роль отводится транспортно-технологическому обеспечению. При возделывании даже одинаковых сельскохозяйственных культур существуют различные технологии, которые наиболее приемлемы для каждого конкретного хозяйства.

Задача оптимизации заключается в том, чтобы найти такое транспортно-технологическое обеспечение, которое позволило бы получить продукцию с наименьшими энергозатратами. Решение выше указанной задачи позволит найти оптимальное транспортно-технологическое обеспечение АПК.

При перевозке сельскохозяйственной продукции автомобильным транспортом основу экономической оценки составляет расчет издержек на их выполнение. Методы определения затрат на выполнение данных услуг должны учитывать специфику перевозок сельскохозяйственной продукции. Учет специфики данного вида перевозок позволит оценить степень влияния различных факторов и изыскать возможности их уменьшения. Скорость движения подвижного состава является одним из существенных факторов, влияющих на производительность транспортных средств и на уровень энергозатрат при выполнении перевозок [1-5].

Полные удельные энергозатраты при перевозке грузов для автомобиля определяются [6]

$$E_n = \left(\frac{(\alpha_m + f_m) \cdot G \cdot Z_e \cdot l_{re} \cdot \rho}{50} + n_q \cdot a_{ж} \cdot T_n + 2E_a \cdot Z_e \cdot l_{re} \right) \frac{(l_{re} + V_T t_{пв\beta})}{T_n q \gamma V_T \beta}, \quad (1)$$

где a_m – теплосодержание топлива, МДж/кг; f_m – коэффициент учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг; G – линейная норма расхода топлива на 100 км пробега, л; V_T – среднетехническая скорость движения, км/ч; t – время ездки, ч; ρ – плотность топлива, кг/л; l_{re} – длина груженой ездки, км; T_n – времени пребывания в наряде, ч; q – грузоподъемность транспортного средства, т; γ – коэффициент использования грузоподъемности; Z_e – число ездок;

Полученная зависимость позволяет оценить влияние скорости движения на полные удельные энергетические затраты транспортного средства.

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи как для отдельно взятого автомобиля определенной марки, так и в целом для автотранспортного предприятия в настоящее время лучше всего использовать протоколы, полученные навигационной системой слежения мониторинга транспорта.

Навигационная система слежения ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта предназначена для решения

производственных задач предприятия по оптимизации и мониторинга работы автомобильного парка. Данная система слежения подвижного состава обеспечивает непрерывный мониторинг транспорта при небольших эксплуатационных расходах за счет использования современных технологий мобильной беспроводной связи и мобильного навигационного терминала. Спутниковые системы глобального позиционирования мониторинга автомобильного транспорта позволяют не только определять местонахождение, скорость движения транспортного средства, но и проводить контроль расхода топлива в режиме реального времени.

Анализ полученной информации позволяет выбрать на конкретном маршруте экономически обоснованную скорость движения автомобиля, при выполнении заданного объема грузоперевозок, которой соответствует минимальный расход топлива, с учетом разнородности и сложности дорожных условий. С этой целью были проведены экспериментальные исследования с использованием выше названной системы.

Для определения влияния среднетехнической скорости движения на расход топлива были проведены экспериментальные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ-55102 с прицепом НЕФАЗ 8560-02 при выполнении перевозок грузов сельскохозяйственного назначения на расстояние 60 км по дорогам с асфальтобетонным покрытием при следующих условиях: $\beta=0,5$; $t_{пв}=0,5$ ч; $q=20$ т; $\gamma=1$. Измерение расхода топлива проводилось с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и GPS (рис.1) мониторинга транспорта при скоростных режимах от 45 км/ч до 85 км/ч (рис.2) [7-8] . Температура окружающего воздуха $(23\pm 4)^{\circ}\text{C}$.

Для разработки математической модели влияния среднетехнической скорости движения на расход топлива воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными (рис.2), при этом в качестве аргумента выбираем интервал от 45 км/ч до 85 км/ч. Представленные экспериментальные данные показали, что в рассматриваемом диапазоне скоростей расход топлива грузовых автомобилей можно описать экспоненциальной моделью:

$$G = G_0 e^{\delta_V(V-V_0)}, \quad (2)$$

где G – расход топлива, л/100 км; G_0 – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км; δ_V – коэффициент возрастания, ч/км; V – скорость движения, км/ч; V_0 – скорость движения, при наименьшем расходе топлива, км/ч.

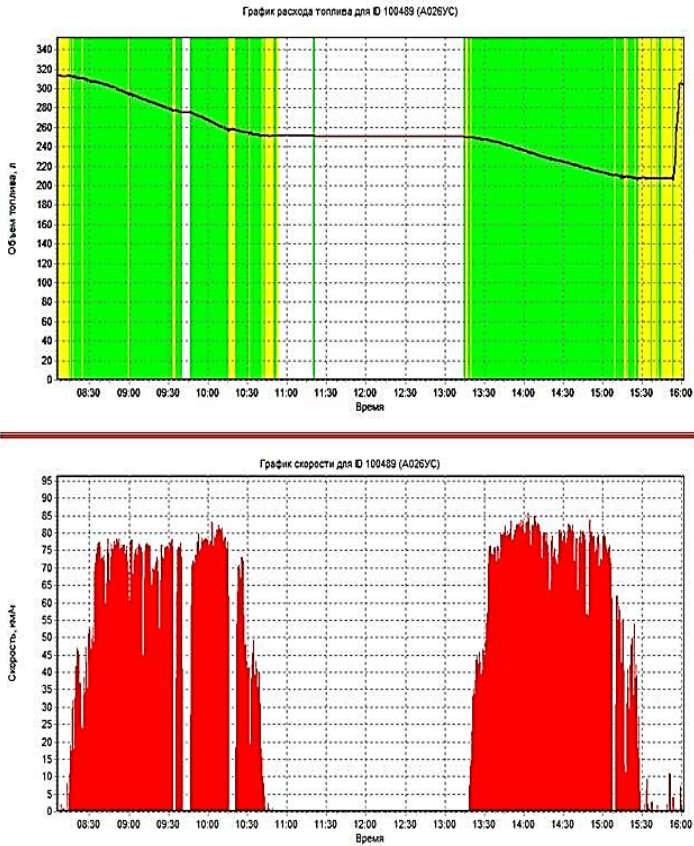


Рис.1. Скорость движения и расход топлива автомобилей КамАЗ- 65116026 с полуприцепом ОдаЗ-9370

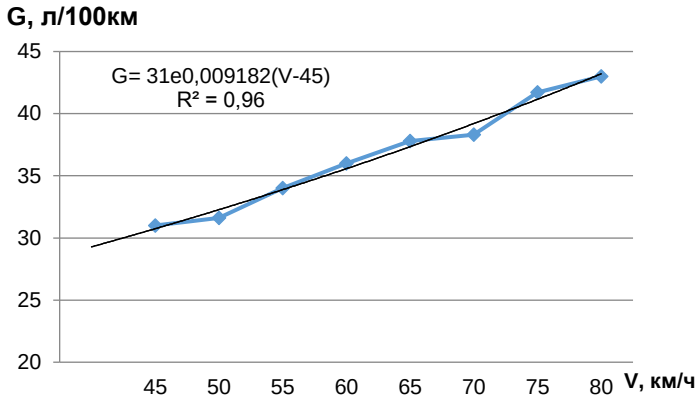


Рис.2. Зависимость расхода топлива от среднетехнической скорости движения для автомобиля КамАЗ-55102 с прицепом НЕФАЗ 8560-02

Физический смысл коэффициента возрастания δ_V заключается в следующем. Обозначим Δ —интервал скорости, при котором расход топлива увеличивается в «е» раз, тогда:

$$\frac{G}{G_0} = e^{\delta_V \Delta V} = e^1 \rightarrow \delta_V \Delta V = 1 \rightarrow \delta_V = \frac{1}{\Delta V}. \quad (3)$$

Следовательно, коэффициент возрастания δ_V является физической величиной, обратной скоростному интервалу, в течение которого расход топлива увеличивается в «е» раз.

Для оценки адекватности предлагаемой однофакторной математической модели воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными (рис.2). Коэффициент достоверности аппроксимации составил 0,96, что свидетельствует об адекватности предлагаемой однофакторной математической модели исходным данным. Следовательно, для моделирования влияния скорости движения на расход топлива автомобиля КамАЗ-55102 с прицепом НЕФАЗ 8560-02 при заданных условиях эксплуатации рекомендуем использовать следующие уравнение:

$$G = 31e^{0,009182(V-45)}. \quad (4)$$

Таким образом, для учета влияния скорости движения на расход топлива, а соответственно на полные удельные энергетические затраты транспортного средства преобразуем выражение (1), учитывая формулу (2):

$$E_{\pi} = \left(\frac{(\alpha_m + f_m) \cdot G_0 e^{\delta_V(V-V_0)} \cdot Z_e \cdot l_{re} \cdot \rho}{50} + n_{\text{ч}} \cdot a_{\text{ж}} \cdot T_{\text{н}} + E_a \cdot Z_e \cdot L \right) \times \frac{(l_{re} + V_T t_{\text{пв}} \beta)}{T_{\text{н}} q_{\text{г}} V_T \beta}. \quad (5)$$

В рамках данного исследования построены зависимости полных удельных энергозатрат транспортного средства от среднетехнической скорости движения при заданных условиях эксплуатации (рис.3).

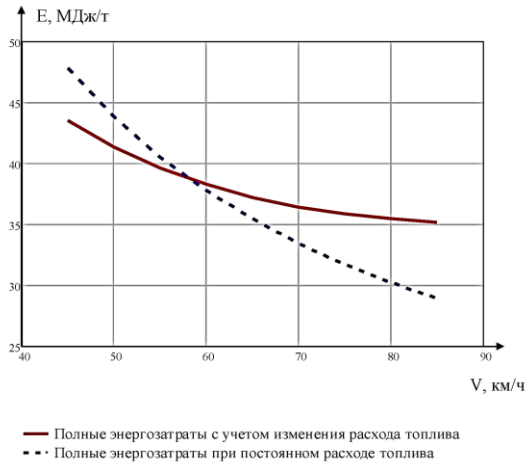


Рис.3. Зависимость полных удельных энергозатрат от среднетехнической скорости движения транспортного средства

Анализ установленных закономерностей (рис.3) показывает, что зависимость расхода топлива от среднетехнической скорости движения транспортного средства существенно влияет на полные удельные энергозатраты. При скоростном режиме транспортного средства до 60 км/ч фактические энергетические затраты ниже теоретических, за счет меньшего расхода топлива по сравнению со

среднестатистическим значением, тогда как с увеличением среднетехнической скорости движения транспортного средства приращение расхода топлива увеличивается по экспоненциальному закону, и, как следствие, ведет к росту энергозатрат.

Библиографический список

1. Кривуца З.Ф. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственных грузов / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – №2. – С.26-28.
2. Кривуца З. Ф. Исследование топливной экономичности автомобилей в транспортно-технологическом обеспечении предприятий АПК / З.Ф. Кривуца // Вестник «Алтайского государственного аграрного университета». – 2014. - №3. – С.107-110.
3. Кривуца З.Ф. Снижение энергозатрат на транспортных работах за счет оптимизации скорости движения / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Вестник «Алтайского государственного аграрного университета». – 2012. - №5. – С.114-117.
4. Кривуца З.Ф. Повышение производительности автопоездов с прицепными системами в транспортно-технологическом обеспечении АПК/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, Е.В. Панова // Научное обозрение. – 2014. - №7. – С.469-474.
5. Кривуца З.Ф. Оптимизация энергозатрат в транспортно-технологическом обеспечении АПК: монография /С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца - Благовещенск: ДальГАУ, 2012. – 151 с.
6. Кривуца З.Ф. Влияние внешних факторов на топливную экономичность автомобиля при транспортно-технологическом обеспечении АПК/ С.В. Щитов З.Ф. Кривуца // Вестник «Алтайского государственного аграрного университета». – 2014. - №9. – С.111-117.
7. Кривуца З.Ф. Оптимизация работы автомобильного транспорта с использованием навигационных систем ГЛОНАСС И GPS / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Научное обозрение. – 2011. - №6. – С.87-92.
8. Кривуца З.Ф. Использование навигационной системы ГЛОНАСС и GPS для мониторинга автомобильного транспорта / В.Г. Евдокимов, С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Двойные технологии. – 2012. – №3. – С.26-29.

УДК 631.22:628.8+681.5
ГРНТИ 68.01.82; 68.85.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Мармус Т.Н., канд. с-х. наук, доцент;
Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент,
ФГБОУ Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** Управление микроклиматом является одной из сложнейших проблем сельскохозяйственного производства. Для её решения предлагается использовать интеллектуальные системы с использованием облачных технологий.*

USE OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR MANAGEMENT OF MICROCLIMATE FOR AGRICULTURE

Marmus T.N., Pustovaya O.A.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia

***Abstract.** Management of the microclimate is one of the most difficult problems of agricultural production. To solve it, it is proposed to use intelligent systems using cloud technologies.*

Системы управления технологическими процессами, как в сельском хозяйстве, так и в промышленном производстве за последние 100 лет сделали большой шаг вперёд. Как показал опыт эксплуатации электротехнических систем их использование без устройств управления не эффективно. Начиная с конца XIX века, такие устройства стали активно создаваться ведущими мировыми компаниями. Первые образцы отличались громоздкостью, ненадёжностью и сложностью конструкции. Однако с течением времени эти недостатки устранялись и в настоящее время практически преодолены. Современная промышленность выпускает большое количество компактных

систем управления электрооборудованием. Минимизация из размеров началась с использования твердотельных электронных компонентов, таких как транзисторы, семисторы, тиристоры и др.

С течением времени встал вопрос о разработке на основе этих компонентов систем интеллектуального управления, использование которых позволило бы контролировать состояние технологического процесса и электрооборудования в онлайн режиме. Ряд технологических процессов, таких как контроль, над микроклиматом помещений представляют собой сложную управленческую задачу как с точки зрения учёта динамики контролируемых параметров, так и для поддержания их стабильности.

Классическая система поддержания микроклимата в помещении представляет собой систему, в которую входят исполнительный механизм (вентиляторы, калориферы и др.), преобразователи (датчики температуры, влажности, аммиака и др.) и система управления. Система управления может быть реализована несколькими способами.

1. Использование аналоговых командных устройств. Управление производится оператором в зависимости от заданного цикла и на его усмотрение.

2. Использование автоматизированных систем. Основано на реализации контроля температуры, влажности, содержания аммиака и др. при помощи системы датчиков. Полученная информация от датчиков подается на схему управления. Схема управления может быть реализована как аналоговая система или как цифровая. В настоящее время наибольшее распространение получили цифровые системы, в основу которых положено управление согласно заложенной программы. Примером таких систем управления можно считать микроконтроллеры ПР200 компании Овен. Программирование микроконтроллеров осуществляется в программной среде OWEN logic.

3. Интеллектуальные системы управления. В основе управления лежат системы с нечёткой логикой, в которые заложена определенная свобода действий. При эксплуатации таких систем используются облачные базы данных, в которых аккумулируется информация о контрольных параметра. Управление такой системой доступно как с персонального компьютера, так и при помощи мобильных устройств.

Вопрос использования интеллектуальных систем управления сельскохозяйственными объектами в настоящее время практически не рассматривается. Основное отличие интеллектуальных систем от используемых в настоящее время, заключается в получении отзыва системы на внешнее воздействие в кратчайшие сроки, при полном обеспечении безопасности потребления электроэнергии.

Использование этой концепции при проектировании сельскохозяйственных объектов позволит вывести их работу на новый уровень.

Структурно система включает в себя: на объекте управления размещается система датчиков, в частности для контроля вентиляции в коровнике это датчики влажности, аммиака, температуры и др.



Рис. Принципиальная схема использования облачных сервисов

Информация от датчиков поступает в систему управления, где принимается решение о возможных вариантах развития событий с использованием прогнозных методов. Прогнозирование производится с использованием информации находящейся в облачных сервисах, которая может аккумулироваться от аналогичных объектов. На основании этого формулируется база данных, которая позволяет составить прогноз для конкретного объекта и принять решение о команде, подаваемой на исполнительный механизм.

Оператор, который включен в систему взаимодействий получает информацию о состоянии объекта в режиме реального времени и может скорректировать решение принятое интеллектуальной системой управления.

В случае использования предлагаемой системы решение о принятых действиях будет тем точнее, чем большая информация

содержится в базе данных, и с увеличением количества контролируемых объектов работа системы будет улучшаться.

Несомненно, на начальном этапе будет необходимо вносить коррективы в работу при помощи оператора. Однако при накоплении информации такая необходимость отпадёт.

Алгоритм управления вентиляционными системами в животноводческих помещениях необходимо строить на соотношении влажности воздуха и его температуры. Причём необходимо помнить, что создаются комфортные условия пребывания не для персонала, а для животных. Расхождение в этом случае весьма существенны так как при комфортной температуре для молочных коров 8-10⁰С, обслуживающий персонал жалуется на холод. Так же необходимо внести контрольные параметры по предельным температурам и влажности, а так же аммиаку, сероводороду и др.

Аппаратное обеспечение таких систем достаточно простое это система датчиков, ЦАП и АЦП преобразователи, система управления, а так же настроенные облачные сервисы и приемопередающая аппаратура. Однако работа всех элементов системы должна опираться на программное обеспечение выполненное с учетом прилагаемых требований и обеспечивающих вывод мнемосхемы, как на стационарное устройство визуализации, так и на портативное. В идеале необходимо предусмотреть совместимость с действующими моделями портативных устройств.

Таким образом, использование интеллектуальных систем управления позволяет повысить точность контроля за состоянием микроклимата помещения и повысить его управляемость для сельскохозяйственных объектов.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.04-86 Пособие по проектированию автоматизированных систем микроклиматом производственных зданий [Электронный ресурс] Стройплан.ру – Режим доступ: <http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=2694>

2. Система управления микроклиматом помещений внутри зданий [Электронный ресурс] Полезная модель – Режим доступ: <http://poleznayamodel.ru/model/8/86709.html>

УДК 620.95+631.862
ГРНТИ 44.09.35

**ВНЕДРЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ ДЛЯ НУЖД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Мармус Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент;
Ракитин С.А., студент 4 курса,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В данной статье был рассмотрен вопрос внедрения нетрадиционных источников энергии в сельскохозяйственные предприятия, а именно биогазовых установок, сам процесс производства энергии и подведены итоги о целесообразности их использования.*

**INTRODUCTION OF NON-TRADITIONAL SOURCES
OF ENERGY FOR THE NEEDS OF AGRICULTURAL
ENTERPRISES**

**Marmus T.N., Rakitin S.A.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** In this article, the issue of introducing non-traditional energy sources to agricultural enterprises, namely biogas plants, the process of energy production itself, and the results of the expediency of their use were discussed.*

В последние годы значительно возросла заинтересованность к процессам производства биогаза – это проявляется не только в возрастающем количестве планирующихся и строящихся биогазовых установок, но и в заинтересованности все большего числа фермеров,

коммунальных хозяйств, предприятий, которые внимательно наблюдают за развитием этого сектора.

Используя биогаз на сельскохозяйственных предприятиях можно не только сэкономить деньги, но и получить дополнительную прибыль на „сельскохозяйственной электроэнергии”. В то же время все весомее становятся „побочные продукты” биогазовой технологии. В первую очередь здесь имеется в виду уменьшение эмиссии неприятных запахов от жидкого и твердого навоза, избежание потерь питательных веществ, экономя тем самым на минеральных удобрениях, уменьшение агрессивного влияния на растения при использовании навоза после биогазовой установки на полях, улучшение гомогенных свойств и возможность более легкого смешивания, перекачивания и распределения навоза[1].

Биогаз - это газ, состоящий примерно из 50-80% метана (CH_4) и 50-20% углекислого газа (CO_2). Биогаз близок по своим характеристикам к природному газу. Калорийность биогаза от 6000 до 9500 кДж/м³, при средней калорийности природного газа 7900 кДж/м³. Полученный биогаз можно использовать для:

1. Обогрева помещений;
2. Технологических целей;
3. Получения пара;
4. Выработки электроэнергии.

В настоящее время разработано и применяется достаточно большое количество технологий получения биогаза, основанных на использовании различных вариаций температурного режима, влажности, концентраций бактериальной массы, длительности протекания биореакций и т.д. При этом содержание метана в биогазе варьирует в зависимости от химического состава сырья и может составлять от 50 до 90%.

Интенсивность сбраживания можно повысить механическим расщеплением и разрушением структуры твердых органических компонентов или механической деструкцией, приводящей к увеличению активной поверхности, обрабатываемой метанообразующими микроорганизмами, к разрушению клеток и высвобождению способной к сбраживанию внутриклеточной жидкости, содержащей легкорастворимые

органические вещества [3]. При использовании измельченного сырья уменьшается время сбраживания.

Для практической работы важно и математическое моделирование режимов метаногенерации и работы биогазовых установок, которое успешно проводится зарубежными и отечественными исследователями.

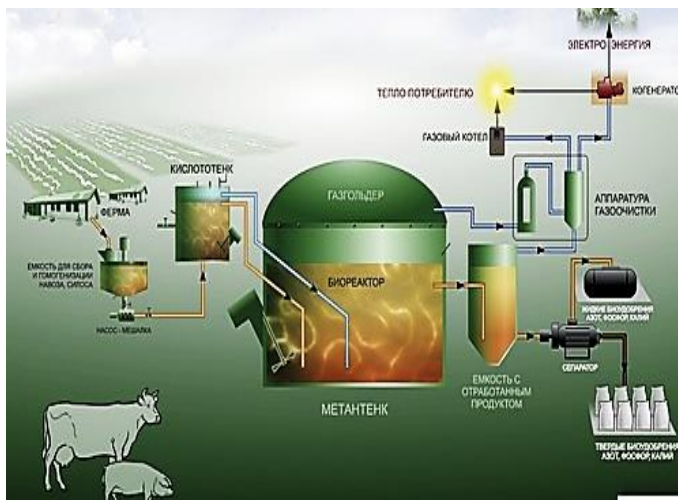


Рисунок 1- Процесс производства биогаза

Биогаз возникает в следствии разложения органической субстанции бактериями. Разные группы бактерий разлагают органические субстраты, состоящие преимущественно из воды, белка, жира, углеводов и минеральных веществ на их первичные составляющие – углекислый газ, минералы и воду. Как продукт обмена веществ при этом образовывается смесь газов, получившая название биогаз.

Горючий метан (CH_4) составляет от 5 до 85% и является основным компонентом биогаза, а значит и основным энергосодержащим компонентом[2]. Такой естественный процесс разложения возможен лишь в анаэробных условиях, то есть только при отсутствии проникновения кислорода. Этот процесс разложения называют также гниением - его можно

наблюдать в болтах, озерах, трясинах и т.д. Если в такой среде присутствует кислород, то органику разлагают другие бактерии. В таком случае процесс будет называться компостированием. Другими естественными процессами разложения являются горение, переваривание либо брожение.

Технический потенциал энергии, заключенный в биомассе животноводческих отходов, соответствует валовому, так как все эти отходы при современных технических возможностях можно переработать в энергию.

Рассчитанный энергетический потенциал соответствует экономическому потенциалу - производимые отходы экономически оправдано перерабатывать в энергию централизованно, на животноводческих предприятиях и птицефабриках, где, во-первых, образуется колоссальное количество невостребованных отходов, и, во-вторых, которые являются основными энергопотребляющими отраслями сельскохозяйственного производства (на них приходится до 68% от общего потребления. [4])

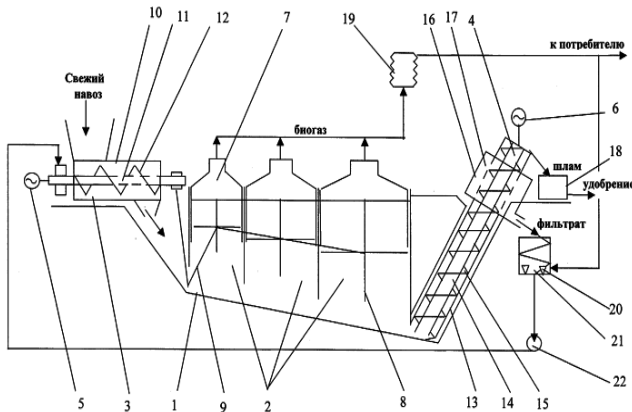


Рис.2. Принципиальная схема биогазовой установки:

- 1 – реактор; 2 – узлы загрузки; 3, 4 – конвейеры; 5, 6 – приводы;
 7 – сборник газа; 8 – мешалки; 9 – цепная передача;
 10, 13 – кожух; 11, 14 – вал; 12, 15 – спираль; 16 – цилиндрическая
 емкость; 17 – кольцевая полость; 18 – приемник шлама;
 19 – газгольдер; 20 – горелка; 21 – водонагревательный котел;
 22-массонасос

Установка состоит из расположенного под землей реактора (1), разделенного на секции (2), узлов загрузки и выгрузки с винтовыми конвейерами (3,4) и приводами (5,6). Секции реактора снабжены колоколообразными сборниками газа (7), мешалками (8) и сообщаются между собой в нижней части бродильной емкости. Вращение мешалок, связанных между собой кинематически, осуществляется от привода (5) винтового конвейера (3) узла загрузки через цепную передачу (9). Винтовой конвейер 3 узла загрузки состоит из кожуха (10) и вала (11) со спиралью (12). Вал (11) выполнен полым, перфорированным и расположен горизонтально. Винтовой конвейер (4) узла выгрузки состоит из кожуха (13), вала (14) со спиралью (15) и цилиндрической емкости (16), образующей с кожухом (13) кольцевую полость (17). В месте расположения цилиндрической емкости (16) кожух перфорирован. Верхний срез винтового конвейера сообщен с приемником шлама (18). Газгольдер (19) сообщен с горелками (20) водонагревательного котла (21), а полость (17) через водонагревательный котел (21) и массонасос (22) - с перфорированным валом (11) винтового конвейера (3) узла загрузки [5].

Достоинствами использования биогазового источника энергии:

1. Доступность различного вида сырья.
2. Неисчерпаемость сырьевой базы, обеспеченная ростом сельскохозяйственного производства и объемов продукции пищевой отрасли.
3. Обеспечивает утилизацию отходов жизнедеятельности животных и органического мусора.

Недостатками этого процесса являются:

1. Являясь экологически чистым видом топлива, биогаз, при сжигании, выделяет определенное количество вредных веществ в атмосферу.
2. Территориальная зависимость места размещения установки от места нахождения источников сырья.
3. Высокая стоимость комплекта оборудования и соответственно продолжительные сроки его окупаемости.

Таблица 1

Экономическая эффективность производства биогаза

Животное	Экономия на обогреве помещения	Результат	Использование
1 корова	13 руб./день	1,9 м ³ газа 16300 ккал тепла 3,6 кВт·ч 50 л удобрений	Обогрев 14,5 м ³ Освещения 46 м ² Продажа или использование удобрений
10 свиней	16 руб./день	2,4 м ³ газа 20500 ккал тепла 4,5 кВт·ч 48 л удобрений	Обогрев 18 м ³ Освещения 52 м ² Продажа или использование удобрений
200 кур	16 руб./день	2,6 м ³ газа 20500 ккал тепла 4,5 кВт·ч 68 л удобрений	Обогрев 18 м ³ Освещения 52 м ² Продажа или использование удобрений

Полученный биогаз используется в качестве топлива на мини-ТЭЦ, работающей на базе когенерационной установки и расположенной на площадке биогазовой станции. При сжигании биогаза образуется тепловая и электроэнергия, используемая на нужды сельскохозяйственного кластера, в частности на обогрев и освещение теплиц. Количество тепловой и электроэнергии на нужды теплиц определяется в основном климатическими условиями и зависит от времени года. Так, технология выращивания овощных культур предусматривает использование искусственного освещения в объеме 80 Вт/м² производственной площади при недостатке естественного. Зная среднюю продолжительность светового дня по месяцам [4], становится возможным определение среднесуточного времени использования искусственного освещения. При этом следует учесть, что в данном проекте сельскохозяйственный кластер расположен на территории Амурской области. Внесем результаты в таблицу 2.

При сжигании биогаза в мини-ТЭЦ на базе когенерационной установки можно получить 2 кВт·ч электроэнергии [5]. Таким образом, при сжигании 2700 м³ ежесуточно получаемого биогаза, суточный объем электроэнергии составит 5400 кВт·ч. Объем тепловой энергии, получаемой при сжигании 1 м³ биогаза, составляет 2,75 кВт [5].

Технология выращивания овощей предусматривает поддержание температуры на уровне 20°C. Зная средние значения температур, общую площадь остекления (5840 м²), а также значение коэффициента сопротивления теплопередаче, определим средние суточные теплотери теплиц и внесем результаты в таблицу 2.

Таблица 2

Потребление электроэнергии и средние суточные теплотери теплицами

Месяц	Потребляемая электроэнергия, кВт·ч/сут.	Теплотери, кВт/сут
Январь	6240	9079
Февраль	5653	8410
Март	4973	7167
Апрель	4207	3982
Май	3520	1720
Июнь	3087	669
Июль	3160	32
Август	3700	414
Сентябрь	4433	2262
Октябрь	5173	4332
Ноябрь	5887	6275
Декабрь	6327	7804

Учитывая затраты вырабатываемого тепла на собственные нужды (порядка 10%), вычислим суточную выработку тепловой энергии, которая составит 6700 кВт. Сравнивая потребность тепличного комплекса в тепловой и электроэнергии с объемом её производства площадкой биогазовой станции, можно сделать следующие выводы:

- электроэнергии, полученной при сжигании биогаза достаточно, чтобы полностью покрыть потребность тепличного комплекса на протяжении восьми месяцев с марта по октябрь;
- тепловой энергии, полученной при сжигании биогаза достаточно, чтобы полностью покрыть потребность тепличного комплекса на протяжении восьми месяцев с апреля по ноябрь.

Библиографический список

1. Энергосбережение – базовая технология создания эффективного сельского хозяйства [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.energosber.ru>.

2. Никулина Е.А. Внедрение биогазовой установки /Е.А. Никулина, Г.В. Метревели, Д.В. Теленов // - ВШЭ.2013.С.30-46.

3.Соколов А.В. Эффективность внедрения биогазовых установок в сельскохозяйственных организациях костромской области/А.В. Соколов, Н.В. Беляев //Издательство КГСА.2011.С. 38-40.

4. Шеина О.А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии /О.А. Шеина, В.А. Сысоев //Вестник ТГУ.2010-т.14-вып.1.С. 73-76.

5. Биогазовые установки : практическое пособие [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.zorg-biogas.com>

УДК 004.358

ГРНТИ 50.10.47

СИСТЕМА ВЫСОКОТОЧНОГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

**Моисеенко Д.А., инженер 1 категории группы АСУиА
службы мониторинга оборудования гидротехнического
сооружения ПАО «РусГидро» «Бурейская ГЭС»,
пос. Талакан, Амурска область, Россия**

***Аннотация.** Предложена система высокоточного 3D моделирования подводных объектов, с целью систематических осмотрах подводной части ГТС, а также постоянного мониторинга и контроля имеющихся дефектов. Для перемещения в водной среде ультразвукового 3D сканера был разработан и сконструирован управляемый подводный аппарат, а также сам 3D сканер. Приведен пример применения системы.*

SYSTEM OF HIGH-PURPOSE 3D MODELING OF UNDERWATER OBJECTS

**Moiseenko D.A.,
Public corporation «Federal Hydro-Generating
Company-RusHydro» – «Bureyskaya HPP»,
Talakan settlement, Amur region, Russia**

***Abstract.** A system of high-precision 3D modeling of underwater objects is proposed, with a view to systematic inspections*

of the underwater part of the GTS, as well as constant monitoring and control of existing defects. To move the ultrasonic 3D scanner in the water environment, a steerable underwater vehicle was developed and constructed, as well as the 3D scanner itself. An example of the application of the system is given.

Последнее время, как в мире, так и в нашей стране все чаще встречается применение различных технологий по 3D моделированию объектов. Зачастую используется технология наземного лазерного сканирования (LIDAR-технология). Лазер конечно в воздухе себя показывает хорошо, а вот в водной среде, да с большим содержанием мелкой дисперсии – теряется. В таких средах применяется многолучевые ультразвуковые радары, но наилучшее разрешение съемки таких радаров составляет 1,5см, что не совсем подходит для наблюдения за динамикой изменения объектов и раскрытия трещин.

Визуальные наблюдения заключаются в систематических осмотрах сооружения и его элементов для оценки их состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплуатационную надежность, определения видов и объемов ремонтных работ, такие задачи стоят перед персоналом группы визуального контроля СМО ГТС.

Но если в галереях, на низовой и частично напорной гранях визуальный контакт с объектом наблюдения возможен, то подводную часть обследовать так часто не предоставляется возможности. Такие виды работ осуществляются на договорной основе и со специализирующей организацией, имеющие в своем составе эхолотационное и водолазное оборудование, и относится к типу подводно-технического обследования.

Целью проведения подводно-технического обследования гидротехнических сооружений являлось получение объективной и актуальной информации о фактическом состоянии подводных частей грунтовых, бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений, а также неукрепленных участков дна отводящего и подводящего русел с целью оценки эксплуатационной безопасности гидроузлов. Подводно-технического обследование подразделяется на два вида, это водолазное и эхолотационное сканирование.

Технология водолазного обследования схожа с наземным, только у водолаза регламентировано суточное время погружения, что приводит к затягиванию процесса обследования.

Технология эхолотационного сканирования, более трудозатратная и требует различные технические средства (рис.1).

Полученный и обработанный сигнал (рис. 2) позволяет выявить места дефектов или объектов на обширной площади и достаточно больших габаритов. Более мелкие объекты он не определяет.

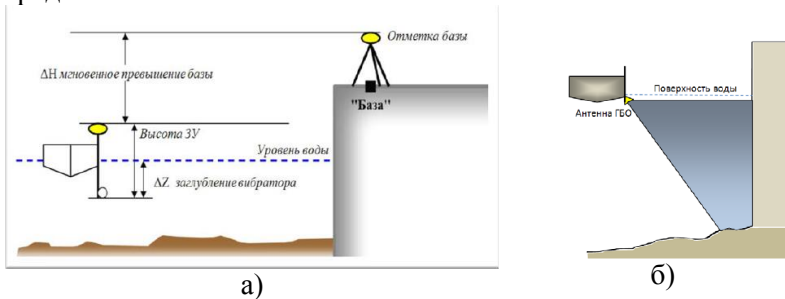


Рисунок 1 – Схема работы эхолотационного сканирования:
а) схема расстановки оборудования для высотной синхронизации антенны эхолота; б) сканируемая область.

Наряду с этим наблюдать за тенденцией развития дефекта не то чтобы неудобно, просто невозможно, поскольку необходимые линейные размеры он искажает («замыливает»).

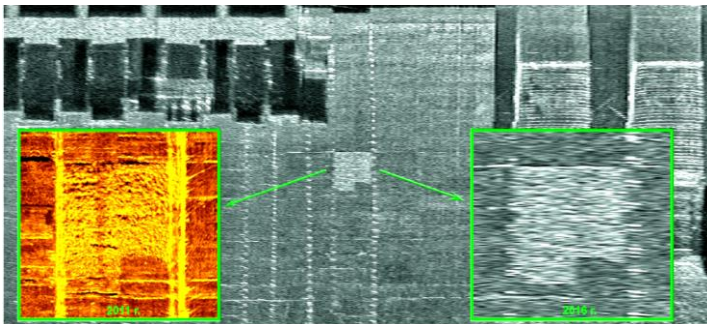


Рис.2. Пример наличия объекта на теле плотины

Для упрощения подводно-технического обследования был сконструирован управляемый подводный аппарат (рис.3). Испытания проводились в рамках визуального обследования как на Бурейской ГЭС так и на Нижне-Бурейской ГЭС. Практическое применение аппарата проводилось с максимальным погружением на глубину 40 метров, но запас прочности корпуса рассчитан на погружение до 100 метров. Аппарат оснащен камерой высокого разрешения и шестью тяговыми двигателями, 2-ва для горизонтального перемещения, 2-ва для бокового крена и 2-ва для перемещения вперед/назад и поворот. Вес аппарата 5 кг, габариты: 270×440×340. Телеметрия и электропитание передается по специальному кабелю. Есть возможность установки манипулятора.



Рис.3. Управляемый подводный аппарат

В ходе эксплуатации аппарат зарекомендовал себя как неплохое замещение водолаза. Но основными целями проведения подводно-технического обследования является фото/видео фиксация объекта, и выявление его размеров. Для реализации последней задачи, аппарат был оснащен ультразвуковым радаром (детектор). Это позволило во время обследования видеть реальные размеры и габариты объектов. Параллельно лучевому распространению сигнала был установлен лазерный указатель («маркер»), для визуального понимания области сканирования.

Но и этого оказалось не достаточно. Было принято решение о конструировании устройство для более наглядного представления объекта.

Согласно мировой тенденции, самое наглядное представление объекта – это его 3D модель. В основе 3D сканера применяется ультразвуковой дальномер с погрешностью 0,3 см. Закрепленный на двух осевой рамке, поворачиваемой двумя сервоприводами. Вся конструкция помещена в герметичный корпус. В ходе разработки была учтена дельта, зависимости углового поворота от расстояния до объекта.

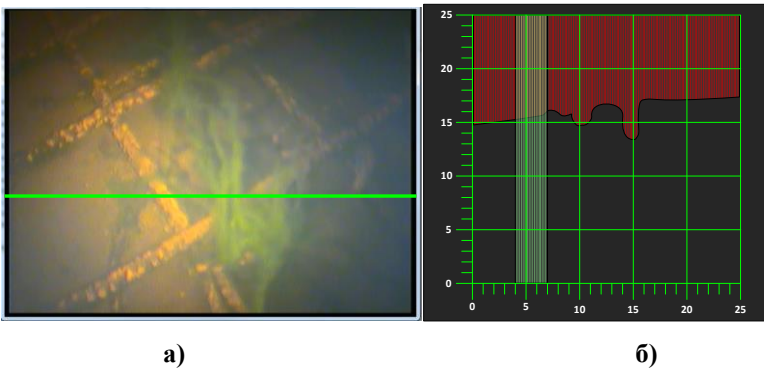


Рис.4. Пример обнаружения дефекта:
а) визуальное изображение объекта; б) полученное изображение
детектором по линии сканирования

Благодаря разработанному алгоритму (рис. 5, а) и формуле расчета учетом радиуса поворота детектора, получилось достичь высокого разрешения съемки равной погрешности датчика, что составляет 0,3 см. Согласно приведенному алгоритму, была написана программа для микроконтроллера на базе программируемой платы Arduino.

Перед началом сканирования исследуемого объекта, оператор выбирает необходимый вид и переводит управляемый подводный аппарат в неподвижный режим. На сфокусируемый объект накладывается виртуальная координатная система (КС). Она образуется на основании определения расстояния до объекта в центре КС. Полученное расстояние и будет считаться искомым

радиусом. При учете имеющегося радиуса определяется дельта угла поворота рамки на одну единицу шага поворота. После чего детектор переходит в левый нижний угол (именуемая точка $x=-x_0$ и $y=-y_0$, см. рис. 5, б) и зигзагообразными движениями стремится к правому верхнему углу (именуемая точка $x=x_{\text{пн}}$ $y=y_{\text{пн}}$). При необходимости и возможности для наглядности сканирования объекта применяется лазерный «маркер».

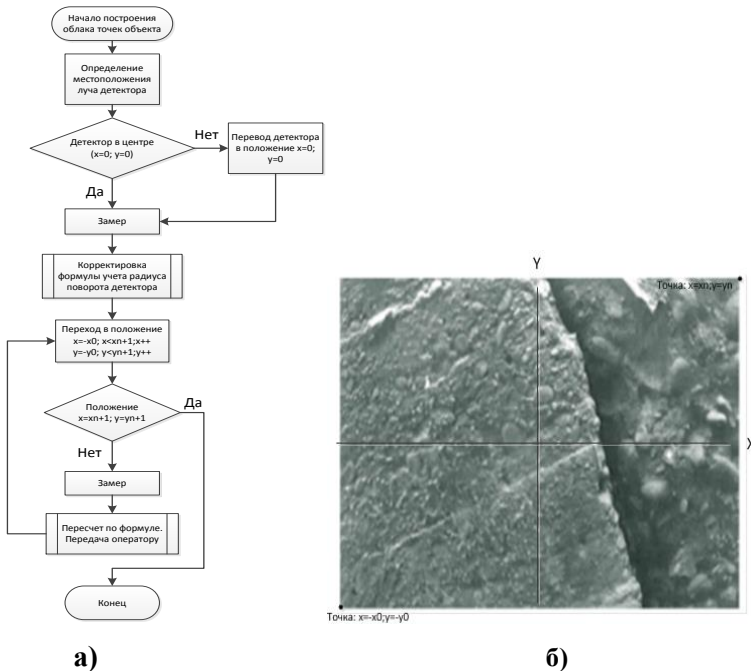


Рис.5. Основы принципа работы 3D сканера:
а) блок схема алгоритма сканирования; б) виртуальная система координат, на исследуемой области

На основании координатной сетки определяется расстояние до поверхности в каждой точке координат. В совокупности получается массив точек с трехмерной координатой. Согласно алгоритма, полученные замеры в «online» режиме передаются оператору и записываются в файл. Файл с

множеством координат образует так называемое «облако точек». Файл импортируется в программное обеспечение AvtoCAD, где автоматически строится 3D модель сканируемой области (рис. 6).

Модель исследуемого объекта, в виде обработанного «облака точек», представляет пользователю возможность визуального анализа точечной модели объекта. Программное обеспечение позволяет проводить линейные измерения в трехмерном пространстве. На основе точечных моделей также имеется возможность создавать твердотельные параметрические модели в формате CAD, что позволяющие существенно повысить точность и сократить время разработки проектов реконструкции (ремонта) подводных дефектов или объектов.

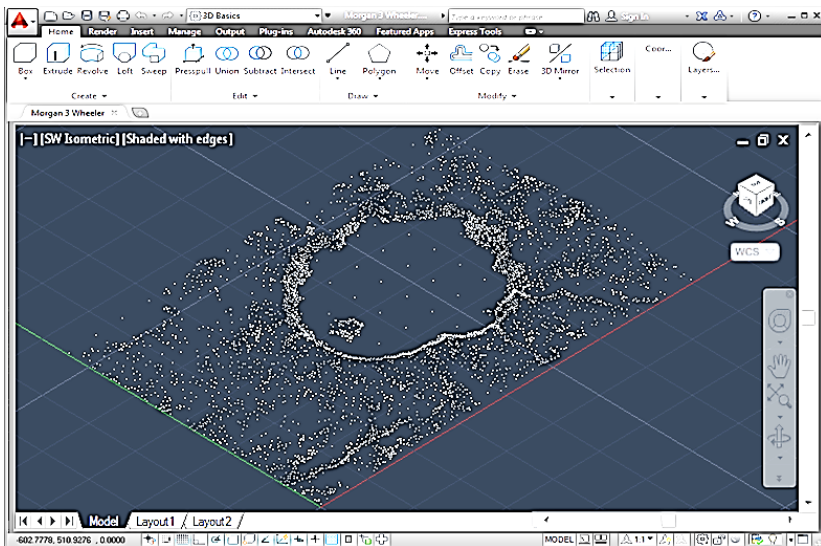


Рис.6. «Облако точек» в программном обеспечении AvtoCAD

Высокое разрешение съемки (0,3см), высокая, по сравнению с однолучевыми эхолотами, плотность точек, возможность размещения 3D сканера в труднодоступных местах и различных позициях по отношению к исследуемому объекту (сверху, сбоку, снизу) существенно расширяют возможности подводно-технического обследования.

На данный момент система находится на стадии доработки и выявления «подводных камней» и их устранение. В перспективе для сокращения трудовых и материальных затрат систему планируется в вести как один из основных методов подводно-технического обследования.

Библиографический список

1. Программа натурных наблюдений за техническим состоянием ГТС Бурейского гидроузла. 1279-36-144т-РО.СПб.: «АО Ленгидропроект». 2017.
2. Правила проведения натурных наблюдений за работой бетонных плотин. РД 153-34.2-21.545-2003. СПб.: «АО ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева». 2003.
3. СТО 17230282.27.010.001-2007 Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния [Электронный ресурс] Техэксперт – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200093625>
4. Федеральный закон от 21.07.97 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» [Электронный ресурс] Кодекс – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/

УДК 621.31
ГРНТИ 44.35.29

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОАГРЕГАТА ДЕРИВАЦИОННОЙ ГЭС

Попов А.А., магистрант 2-го года обучения;
Цецура А.В., канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** Гидроагрегат является одной из важнейших составных частей любой гидроэлектростанции. От правильности расчета параметров гидроагрегата зависит его компоновка и вырабатываемая электростанцией энергия*

CALCULATION OF PARAMETERS OF THE HYDRAULIC POWER STATION

**Popov A.A., Tsetsura A.V.,
Far Eastern State Agrarian University**

Abstract. *The hydraulic unit is one of the most important components of any hydroelectric power station. On the correct calculation of the parameters of the hydraulic unit depends on its layout and the power generated by the power plant*

Гидроагрегат деривационных ГЭС состоит из гидравлической турбины и гидрогенератора, преобразующего крутящий момент гидравлической турбины в электрическую энергию. Гидравлическая турбина (гидротурбина) это двигатель, преобразующий энергию движущейся воды в механическую энергию вращения.[1]

Выбор гидротурбины осуществляется по нескольким показателям. К ним относится напор, расход и КПД. Напор, измеряемый в метрах, зависит от рельефа местности, по которой проходит трасса деривации. Расход зависит от режима реки и от количества забираемого на деривацию стока. КПД зависит от конструкции гидротурбины.[2] Для разрабатываемой деривационной ГЭС принимаем серийно выпускаемую турбину РО45 с требуемыми напором 30 м и расходом воды 1,2 м³/с.

Сначала определяется диаметр рабочего колеса

$$D_1 = \sqrt{\frac{N_T}{9,81\eta_T Q_1 H_P \sqrt{H_P}}}, \quad (1)$$

где N_T – мощность турбины, кВт; η_T – КПД турбины; Q_1 – расчетный приведенный расход, принятый по ГОСТ. м³/с; H_P – расчетный напор, м.[3]

Мощность на валу гидротурбины определяется по формуле:

$$N_T = 9.81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta \quad (2)$$

где Q – расход воды, м³/с; H – напор, м; η – КПД гидротурбины [4]

При минимально допустимых значениях расхода и напора мощность будет равна:

$$N_1 = 9,81 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot 0,921 = 325 \text{ кВт}$$

Тогда диаметр рабочего колеса будет равен:

$$D_1 = \sqrt{\frac{325}{9,81 \cdot 0,921 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot \sqrt{30}}} = 43 \text{ см}$$

Найденное значение D_1 должно быть округлено до ближайшего стандартного значения, которое выбирается из следующего ряда диаметров, см:

Турбины РО - 36, 46, 50, 60, 71, 84, 100, 125, 140, 160, 180, 190, 200, 212, 224, 236, 250, 265, 280, 300, 315, 335, 355, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 750, 800, 850.

В нашем случае D_1 будет равен 46 см или 0,46 м.

Затем определяется частота вращения турбины, об/мин,

$$n = \frac{n_1 \sqrt{H_p}}{D_1} = \frac{85 \cdot \sqrt{30}}{0.46} = 1012 \text{ об/мин}$$

где n_1 – расчетная приведенная частота вращения, принятая по ГОСТ, об/мин; D_1 – диаметр рабочего колеса, м.

Гидроагрегат должен вращаться с синхронной частотой, зависящей от числа полюсов генератора, поэтому значение n следует округлить до ближайшего синхронного значения $n=1000$ об/мин. [1]

Гидрогенератор - один из важнейших элементов гидроагрегата, преобразующий крутящий момент турбины в электрическую энергию. Гидрогенератор обычно имеет общий вал с гидравлической турбиной. [3]

Подбор гидрогенераторов осуществляют по требуемой мощности и синхронной частоте вращения гидротурбины.

Для получения переменного тока с частотой 50 Гц простейший двухполюсный ротор должен вращаться с частотой 314,16 рад/с. Гидротурбины вращаются гораздо медленнее, и, чтобы получить стандартную частоту тока нужно установить на роторе не одну, а несколько пар полюсов. Частота вращения и число пар полюсов связаны зависимостью:

$$n = \frac{314,16}{p}. \quad (3)$$

Отсюда можно рассчитать необходимое количество полюсов в генераторе для турбины РО 45, частота вращения которой составляет 104,72 рад/с.[1]

$$p = \frac{314,16}{104,72} = 3$$

Для данной турбины необходимо 3 пар полюсов или 6 полюсов.

Таким параметрам подходит, например, гидрогенератор СГ-1000-6В4 УХЛЗ ЗАО «Электромаш».

Активную мощность гидроагрегата вычисляют по формуле:

$$N_a = N_T \cdot \eta_{\text{ген}}$$

где N_T - Мощность на валу гидротурбины, кВт; $\eta_{\text{ген}}$ - КПД генератора.

В нашем случае мощность гидроагрегата при минимальных значениях напора и расхода воды будет равна 312,9 кВт.

Активная мощность $N_{\text{ген}}$ при расчетном $\cos\varphi$ считается номинальной мощностью гидроагрегата. При числе агрегатов z установленная мощность ГЭС определяется по формуле:

$$N_i = N_a \cdot z.$$

Полная мощность в $\text{kB} \cdot \text{A}$ определяется по мощности гидротурбины N_T в кВт: [3]

$$S = \frac{N_T \cdot \eta_{\text{ген}}}{\cos\varphi}$$

Полная мощность в $\text{kB} \cdot \text{A}$ для нашего генератора составит 391,12 $\text{kB} \cdot \text{A}$

Библиографический список

1. Ильиных И. И. Гидроэлектростанции/ И. И. Ильиных. – М.: Энергоатомиздат, 1988, –248 с.; ил.
2. Кривченко Г. И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. / Г. И. Кривченко. – М.: Энергия, 1978. – 320 с.; ил.
3. Щавелев Д.С. Гидроэнергетические установки (гидроэлектростанции, насосные станции и гидроаккумулирующие электростанции)/Д.С. Щавелев – Л.: Энергоиздат. 1981. – 520 с.; ил.
4. Мощность ГЭС и выработка энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energocon.com/pages/id1413.html>

УДК 621.362
ГРНТИ 45.43

УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕМЕНТЕ ПЕЛЬТЬЕ

Пустовой Е.А., канд. с-х. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования элемента Пельтье как генератора для автомобильного транспорта.*

DEVICE FOR GENERATION OF ELECTRICITY ON THE ELEMENT OF PELTJA

Pustovoy E.A.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia

***Abstract.** The paper considers the possibility of using the Peltier element as a generator for road transport.*

Явление возникновения термо-ЭДС, открыто в начале в 1821 году немецким физиком Томасом Иоганном Зеебеком. Обратный эффект - изменение температуры спая при протекании через него электрического тока опубликовано в 1834 году французским ученым Жан Шарль Атаназ Пельтье.

Действие термо-электрогенератора основано на использовании термоэлектрического эффекта, который заключается в том, что при нагревании места соединения (спая) состоящего из двух разнородных металлов, между их свободными концами, имеющими более низкую температуру, образуется электрическое напряжение, или так называемая

термо-ЭДС - термоэлектродвижущая сила. При замыкании термоэлемента (термопары) на внешнее сопротивление, - по цепи потечёт электрический ток. Так, при термоэлектрических явлениях происходит прямое преобразование тепловой энергии в электрическую энергию.

Величину термоэлектродвижущей силы можно определить по формуле

$$E = a \cdot (T_1 - T_2), \quad (1)$$

где E – термоэлектродвижущая сила в вольтах; T_1 и T_2 – соответственно температура нагретого и холодного (холодных концов) спая термопары; a – коэффициент термо-ЭДС (коэффициент Зеебека), зависящий от природы обоих металлов, образующих термопару, и выражающийся в микровольтах на градус.

В пятидесятые годы двадцатого столетия промышленность Советского Союза начала выпуск термогенераторов ТГК-3. Назначение генератора состояло в питании маломощных радиоприемников в сельской местности при условии отсутствия электроснабжения. Мощность генератора составляла 3 Вт, что позволяло питать приемники, моделей: «Таллин Б-2», «Тула», «Родина-47», «Искра», «Родина-52».

В настоящее время, в связи с технологическим ростом в Азиатско-Тихоокеанском регионе, цены на элементы Пельтье снижаются, и они находят своё применение во всё большем числе недорогих устройств. Модули из нескольких сотен элементов Пельтье применяются в переносных холодильниках, в компактных устройствах охлаждения процессоров, в компактных генераторах электрической энергии.

Коэффициент полезного действия элементов Пельтье не велик, и при использовании металлических проводников составляет доли процента. Это связано с небольшими значениями коэффициента Зеебека (a) для металлов.



Рис.1. Применение термоэлектрических генераторов

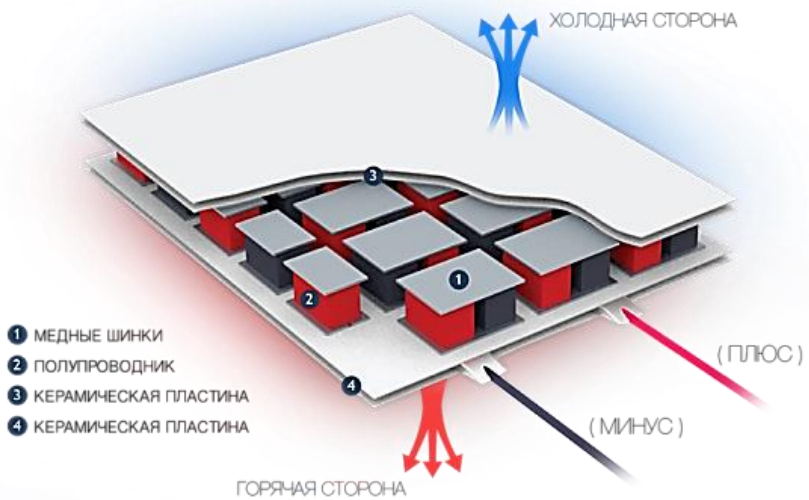


Рис.2. Устройство модуля Пельтье

Таблица

Значения коэффициента α для металлов и сплавов по отношению к Pb: знак «+» указывает, что ток течет от Pb к данному металлу через более нагретый спай, а знак «-» – через холодный спай

Материал	α , мкВ/К	Материал	α , мкВ/К
Sb	+ 43	Hg	- 4,4
Fe	+ 15	Pi	- 4,4
Mo	- 7,6	Na	- 6,5
Cd	+ 4,6	Pd	- 8,9
W	+ 3,6	K	+ 13,8
Cu	+ 3,2	Ni	20,8
Zn	+ 3,1	Bi	- 68.0
Au	+ 2,9	Хромель	+ 24
Ag	+ 2,7	Нихром	- 18
Pb	0,0	Платинародий	- 2
Sn	- 0,2	Алюмель	- 17,3
Mg	- 0,0	Константан	- 38
Al	- 0,4	Копель	- 38

Однако его можно повысить, используя полупроводниковые материалы. Применяя современные технологии спекания материалов появились термоэлектрические модули модели TEC1-12706 стоимостью менее 100 рублей.



Рис.3. Термоэлектрический модуль TEC1-12706

Модули Пельтье позволили повысить напряжение генерации с нескольких милливольт до нескольких вольт. Стало возможным применять модули Пельтье в бытовых и производственных целях. Согласно некоторым экспериментальным данным [1] эффективность модуля TEC1-12706 варьируется от 2,5 до 9,1 мВт/ $^{\circ}\text{C}$.

С целью оценки эффективности использования тепловых выбросов, автотранспорта при генерации электрической энергии при помощи термоэлектрических преобразователей, нами была произведена инфракрасная съемка выхлопной системы автомобиля Honda CR-V.

Съемка производилась после 10 минут работы двигателя автомобиля при температуре наружного воздуха – 17°C .

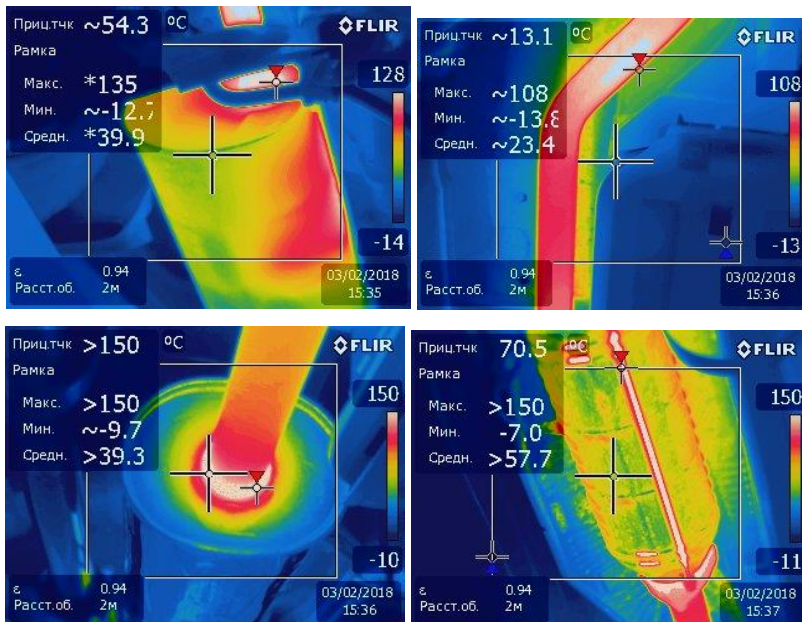


Рис.4. Результат инфракрасной съемки выхлопной системы

В результате исследования установлено, что средняя температура поверхностей варьируется в пределах от 50 до 80°C. Существуют точки перегрева свыше 150°C и холодные зоны ниже 40°C. Таким образом усредненный градиент температур составил 67..97°C.

Производитель термоэлектрических модулей указывает максимальный температурный градиент допустимый для модулей TEC1-12706 – $\Delta T_{\text{Max}}=60^\circ\text{C}$. Здесь видится три проблемы: первая – в зимнее время градиент температур с наружным воздухом может составить до 100-140°C, что значительно превышает допустимый градиент указанный производителем, вторая проблема – сложность формы поверхности выхлопной системы – не позволяет применять серийно выпускаемые термоэлектрические модули с плоской поверхностью, третья – неравномерность нагрева поверхности не позволяет подобрать высокоэффективные универсальные модули.

Все три проблемы имеют техническое решение.

Нами произведена теоретическая оценка возможной мощности генерации термоэлектрической установки при данных условиях. Расчетная мощность составила 487,5 Вт. Для этого понадобятся 1800 модулей Пельтье.

Библиографический список

1. Генератор на элементе Пельтье [Электронный ресурс] Интертон – Режим доступа: http://inerton.ucoz.ru/publ/ehlektronika/dc_dc_preobrazovateli/generator_na_ehlemente_pelte/16-1-0-30

УДК 631.22:628.8
ГРНТИ 67.29.55

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАЗГОННОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КРС

**Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент;
Коломиец М.М., магистрант 2-го года обучения,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность автоматического управления системой разгонной вентиляции на базе микроконтроллеров Arduino.*

MODERNIZATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE SPEED VENTILATION IN THE PREMISES FOR CATTLE

**Pustovaya O.A., Kolomiets M.M.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** In the article, the possibility of automatic control of the system of accelerating ventilation based on microcontrollers Arduino is considered.*

Животноводство – одна из важнейших отраслей сельского хозяйства, удовлетворяющих потребности населения в продуктах питания, а также обеспечивающих сырьем различные отрасли промышленности.

Рост производства продуктов животноводства предполагается достигнуть главным образом за счет повышения продуктивности скота и птицы, роста поголовья, эффективного использования кормов, значительного улучшения условий содержания животных и их кормления, совершенствования

племенной работы, механизации и автоматизации основных производственных процессов.

Перевод животноводства на промышленную основу, создание крупных животноводческих комплексов характеризуется значительной концентрацией большого числа животных в помещении, требует блокировки зданий и увеличения их вместимости. Это предъявляет особо строгие требования к созданию оптимального микроклимата, который на современном этапе имеет первостепенное значение для сохранности и высокой продуктивности животных при меньших затратах корма на единицу продукции.

Чистопородные и высокопродуктивные животные, составляющие основу животноводческих комплексов, нуждаются в более дифференцированном микроклимате, чем низко продуктивные, у которых при ухудшении параметров микроклимата резкого снижения продуктивности может и не произойти.

Под микроклиматом в животноводческом помещении понимают совокупность физических, химических и биологических факторов оказывающих определенное влияние на развитие и функционирование организма животного, и ее физиологическое состояние. К основным критериям оценки окружающей среды, где обитает животное, относятся температура, влажность, скорость движения и химический состав воздуха, содержание в нем механических включений (пыли) и микроорганизмов, освещенность помещения. Температура воздуха в коровнике должна обеспечивать в организме животного равновесие между теплообразованием и теплоотдачей, то есть находиться в диапазоне, обеспечивающем обмен веществ на постоянном уровне. Хорошая система вентиляции обеспечивает подачу свежего воздуха в помещение. Хорошая система вентиляции должна быть пригодной, надежной и экономичной. Пригодность означает, что система соответствует особенностям конструкции здания, в котором установлена, а также всем требованиям, предъявляемым к системе. Надежность означает, что система способна исправно работать в течение запланированного длительного периода при условии проведения регулярного технического обслуживания. Экономичность

означает, что потери энергии в системе сведены к минимуму. Система должна обеспечивать экономию во всех отношениях. Система должна быть как можно более простой, но не проще того. Это значит, что, система, не смотря на максимальную простоту, должна отвечать определенным требованиям по качеству. Если система слишком упрощена, то вряд ли можно будет гарантировать достаточный уровень качества. Система должна сочетать в себе все три качества – пригодность, надежность и экономичность. Очень важно правильно сформулировать требования к вентиляционной установке. Не следует экономить, заказывая систему только для воздухообмена. Система должна обеспечивать очистку приточного воздуха от загрязняющих веществ. Технически грамотно спроектированная вентиляционная установка способна обеспечивать большой расход воздуха при экономичном потреблении электроэнергии. Очень важными являются такие функции, как утилизация тепла и возможность регулирования расхода воздуха. Традиционно существует три типа технических решений для вентиляционных систем. К ним относятся системы вентиляции с естественной тягой, системы с принудительной вытяжной вентиляцией и системы с приточно-вытяжной вентиляцией.

Высокая температура в сочетании с повышенной влажностью и малой скоростью воздуха обуславливают гипертермию. При низкой температуре, скорости движения воздуха и повышенной влажности возникает гипотермия. Неблагоприятное действие высокой температуры на организм можно нивелировать, повышая скорость движения воздуха и снижая его влажность. Низкая температура переносится животными легче при пониженных влажности и скорости движения воздуха.

В соответствии с изменением температуры воздуха помещений вступают в действие механизмы физической и химической терморегуляции. Однако они не безграничны. Нарушение теплового равновесия влечет за собой изменения физиологического состояния животных, снижение их устойчивости к болезням и продуктивности.

Функциональные расстройства организма или его гибель возможны при воздействии как крайне высокой, так и низкой

температуры воздуха. Взрослые сельскохозяйственные животные больше приспособлены к низкой температуре, чем к высокой. Обмен веществ протекает более напряженно при высокой температуре. Влияние ее тем сильнее, чем ближе она к температуре тела.

По данным ВИЭВ, лучшие показатели резистентности были отмечены при выращивании телят в условиях комплекса при температуре воздуха 15 – 17°C. При повышении температуры до 24 – 25°C замедлялось действие факторов клеточной и гуморальной защиты организма, повышалась заболеваемость телят (поражения легких и желудочно-кишечного тракта), снижались среднесуточные приросты живой массы (на 200-500 г).

На практике чаще встречается хронический перегрев животных. Температура тела в этих случаях сохраняется в пределах нормы, но процессы терморегуляции находятся в постоянном напряжении: температура кожи повышается, усиливаются гиперемия и потоотделение, учащаются пульс и дыхание, снижается продуктивность. Под влиянием низкой температуры сокращаются гладкие мышечные волокна кожи, от чего покровный волос животного поднимается. В результате в шерстном покрове увеличивается количество воздуха, что повышает теплозащитные свойства. Низкая температура вызывает сужение кровеносных сосудов кожи, что в значительной степени (иногда до 70%) снижает теплоотдачу с поверхности тела животного. Это рефлекторная реакция экстерорецепторов кожи на раздражение холодом. Кроме того, у животных уменьшается площадь открытой поверхности тела, они съеживаются, горбятся, свертываются в клубок. При недостаточности этих компенсаторных механизмов в действие вступают механизмы срочной мобилизации теплоты: животные начинают энергично двигаться, активизируется терморегуляторный тонус всех мышц, затем появляется рефлекторная дрожь за счет сокращения мышц кожи и мышечная дрожь. В результате активизации терморегуляторного мышечного тонуса газообмен повышается на 30-50%.

Если низкая температура держится в течение длительного периода, отдача теплоты может настолько превысить его образование, что организм не в состоянии поддерживать

температуру тела на нормальном уровне и тогда наступает его переохлаждение – гипотермия. В результате нарушения кровообращения (сосуды суживаются) температура тела падает и даже наступает омертвление отдельных участков (хвост, уши, особенно у свиней). Кроме того, появляется озноб, пульс замедляется, дыхание становится поверхностным, отмечается гиперемия внутренних органов, в легких развиваются экссудативные явления, повреждается эпителий (что способствует беспрепятственному проникновению бактерий и появлению простудных заболеваний), снижается выработка антител, регистрируются ревматические воспаления суставов, мышц, вымени и т. д.

Водяные пары оказывают на коров прямое и косвенное влияние. Летом сухой воздух высушивает кожу животных и слизистые оболочки, что повышает их ранимость и увеличивает проницаемость для микроорганизмов. Например, при температуре воздуха 32⁰С и влажности 40% удои коров уменьшаются на 3,6 кг в день в начале лактации на 1,1 кг - конце по сравнению с коровами, содержащимися в помещениях с влажностью 50%. Но повышенная влажность в совокупности с высокой температурой неблагоприятно действует на животных. В данном случае тормозится обмен веществ, снижается продуктивность и устойчивость к инфекционным и незаразным заболеваниям, увеличивается число случаев желудочно-кишечных заболеваний.

Таким образом, непосредственное действие на организм сводится к воздействию на теплоотдачу животных, к усилению или ослаблению ее вследствие изменения интенсивности испарения влаги из организма, а также изменения теплоемкости и теплопроводимости окружающего воздуха. Косвенное влияние зависит от ряда предметов и факторов, так или иначе изменяющих свои свойства благодаря влажности воздуха – ограждающие конструкции, развитие микроорганизмов и так далее. При повышении влажности происходит снижение переваримости питательных веществ, нарушение кроветворения, увеличивается распад эритроцитов и снижение количества гемоглобина в крови. При повышении влажности в коровниках на 10% (с 85 до 95%) удои снижаются на 9-12%.

В сырых постройках более часто возникают заболевания дыхательных путей и органов пищеварения, рахит, кожные болезни, создаются благоприятные условия для распространения инфекционных заболеваний. Таким образом, регуляции уровня влажности, предотвращает образование на потолке и стенах конденсации и тем самым снижает риск возникновения патогенных микроорганизмов и разрушение конструкций самого здания.

Для предотвращения высокой влажности в помещениях необходимы: рациональный подбор строительных материалов при проектировании и строительстве; соблюдение режимов эксплуатации (ограничивают источники поступления водяных паров, избегают скопления животных, организуют надежную работу систем канализации и вентиляции); использование сухой гигроскопической постилки из соломенной резки или сфагнового моха и вермикулита, применение негашеной извести; организация выгула и летних пастбищ. Так как внесение подстилки и удаление навоза требует большие затраты труда, то это ведет к все большему распространению бесподстилочного способа содержания животных на частично или полностью щелевых полах. В некоторых хозяйствах пробовали применять кормление животных в отдельных помещениях – так называемых «столовых». Исходя из вышесказанного, нами выдвинута следующая гипотеза: применение систем автоматизации позволит создать оптимальный микроклимат в коровнике за счет регулируемых температурных и влажностных параметров. В этом случае целью нашей работы является: разработка макета установки позволяющего смоделировать систему разгонной вентиляции в коровнике, а так же применить разработанную схему управления вентиляционной установкой.

Вентиляционная установка размещается в помещении коровника (рис.1) с учетом размещения животных. В состав установки включён блок управления, система вентиляторов и система датчиков температуры и влажности. Разгонные вентиляторы размещаются на высоте не менее 2,7 метра над поверхностью (рис.2), под углом 12-14°.

Управление установкой осуществляется посредством микроконтроллеров Arduino с заложенным программным обеспечением.

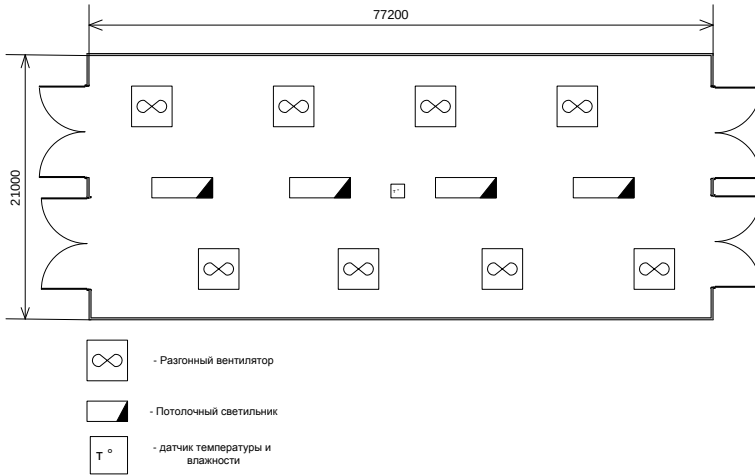


Рис.1. Чертеж коровника с размещением в нем оборудования

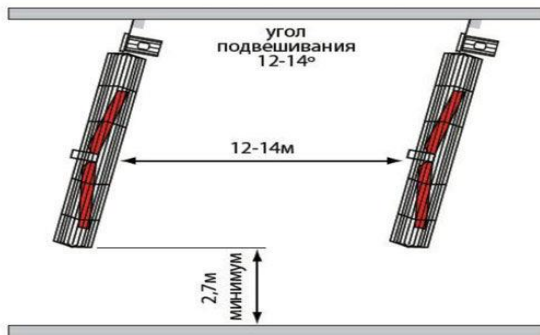


Рис.2. Схема установки разгонных вентиляторов

При подаче напряжения (рис.3), схема начинает свою работу, данные с датчика DHT11, поступают на вход микроконтроллера, обрабатываются и отправляются на ЖК-дисплей через I2C-интерфейс. На дисплее отражаются реальные показания температуры и влажности, а также заданные

параметры, которые нужно поддерживать, данные показания можно изменять при помощи кнопок КМ1-КМ3. КМ1-задание температуры, КМ2-задание влажности, КМ3-запись заданных значений. При превышении заданных параметров микроконтроллер отправляет команду на одно из реле управления влажностью и температурой.

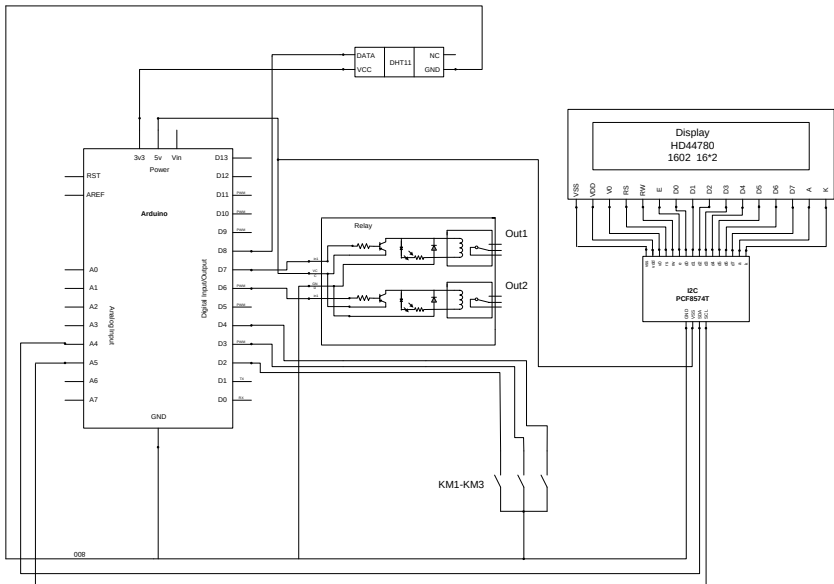


Рис.3. Электрическая схема управления микроклиматом

Основные пункты программного кода

1. Задаем параметры входов и обозначаем какие пины будут входами
2. Задаем параметры выходов и обозначаем какие пины будут выходами
3. Вводим переменные
4. Указываем расположение библиотек датчика и ЖК-дисплея
5. Получаем данные с датчика DHT11

6. Задаем параметры установки параметров гигростата и термостата

7. Отображаем данные на ЖК-дисплее

8. Записываем заданные значения в энергонезависимую память

9. Следим за влажностью и при достижении заданного значения, включаем один из выходов реле

10. Следим за температурой и при достижении заданного значения, включаем второй выход реле

На основании выполненной нами работы можно сделать вывод о том, что поставленные задачи удалось реализовать в полной мере. Макет коровника и схема управления отвечают требуемым параметрам и обеспечивают автоматизацию процесса создания оптимального микроклимата, что в свою очередь, позволяет приступить к экспериментальной части наших исследований.

Библиографический список

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм и комплексов[Текст]/С.В.Мельников - Л.; Колос. Ленингр. отд-ние, 1978.

2. Коба В.Г. Некрашевич. Механизация и технология производства продукции животноводства[Текст]/ В.Г.Коба, Н.В.Брагинец, Д.Н.Мурусидзе - Учебник для с-х вузов - М.; Колос, 1999.

3. Белянчиков Н.Н. Механизация животноводства[Текст]/Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов. - М.: Колос, 1983.-360с.

4. Арзуманян Е.А. Животноводство[Текст]/ Е.А. Арзуманян, А.П. Бегучев, В.И. Георгиевский, В.К. Дыман, и др. - М., Колос, 1976.-464с.

5. Алтухов Н.М. Краткий справочник ветеринарного врача[Текст]/ Н.М. Алтухов, В.И. Афанасьев, Б.А. Башкиров и др. - М.: Агропромиздат, 1990.-574 с.

6. Мурусидзе Д.Н. Установки для создания микроклимата на животноводческих фермах[Текст]/ Д.Н. Мурусидзе, А.М. Зайцев, Н.А. Степанова, и др. - М; Колос, 1979.-327с.

7. Мурусидзе Д.Н. Оборудование для создания микроклимата на фермах[Текст]/ Д.Н. Мурусидзе, В.А. Оленев, А.В. Павлов, А.В. Демин, Н.А. Степанова, Л.И. Гриль. - М., Колос, 1972.

УДК 631.365+004
ГРНТИ 55.57.39

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ СУШКИ ЗЕРНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент;
Тимченко М.И., магистрант 2-го года обучения,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность изготовления модели шахтной сушилки зерна. Так же предложена схема микроконтроллерного управления процессом сушки зерна.*

**MODELING OF THE GRAIN DRYING DEVICE
WITH USING THE MICROCONTROLLER
CONTROL SYSTEM**

**Pustovaya O.A., Timchenko M.I.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** The article considers the possibility of manufacturing a model of a grain dryer for grain. A scheme for microcontroller control of the grain drying process is also proposed.*

Сельскохозяйственная отрасль является одной из важнейших отраслей в нашей стране, где на сегодняшний день мало вырастить и собрать урожай, в современных условиях он нуждается в качественной послеуборочной обработке и хранении. Что делает актуальными разработки в этой области науки.

Сушка зерна – это сложный тепломассообменный процесс. На испарение из него влаги расходуется строго определенное количество тепла. Следовательно, чтобы сушить, необходимо

обеспечить непрерывное и одновременное поступление к зерновой массе тепла и воздуха, который будет поглощать испарившуюся влагу, и отводить ее за пределы зерновой массы.

Сушка возможна лишь тогда, когда давление водяных паров внутри зерна или над его поверхностью выше, чем в окружающей среде. А это происходит при повышенной температуре зерна. Тепло к зерну подводят, главным образом, с помощью воздуха, поэтому он получил название агент сушки. Нагретый в топочном устройстве агент сушки обеспечивает передачу тепла зерну. Воздух одновременно поглощает влагу, испарившуюся с поверхности или из внутренних слоев зерна, и отводит ее за пределы зерновой массы. Агент сушки поступает в сушильную камеру горячим и сухим и выходит из нее насыщенным влагой и охлажденным. С помощью агента сушки происходит массообмен (обмен воды) и теплообмен (обмен энергии). Если топка сушилки работает с нарушением режима, возможно потемнение зерна и появление у него дымного запаха.

Зерно, как известно, содержит свободную и связанную влагу, которая с той или иной прочностью удерживается коллоидами белка, крахмала и других органических веществ. Чем выше влажность зерна, тем больше в нем свободной воды и тем меньше надо энергии для ее удаления. При влажности зерна выше 20% вода испаряется почти так же легко, как и со свободной поверхности. По мере снижения влажности затраты тепла на удаление каждого последующего процента влаги возрастают. Особенно трудно удалять влагу при влажности зерна от 16 % до сухого состояния. Эти различия по влагоотдающей способности зерна различной влажности влияют на производительность сушилок. Для эффективного использования сушильных установок необходим постоянный контроль за процессом сушки. Такой контроль может быть обеспечен использованием микроконтроллерных систем управления.

Гипотеза: Применение систем автоматизации позволит повысить энергоэффективность процесса сушки за счет точности регулирования температурных параметров.

Цель: Разработать макет установки, которая полноценно отразит технологии и технологические средства процесса сушки

зерна и позволит моделировать процесс сушки в различных режимах.

В целях повышения эффективности процесса сушки зерна, а также улучшения качества продукции, нами был выполнен макет сушилки, с разработкой схемы управления, изображенные на рисунке 1. Нами выполнена модель шахтной сушилки, подача зерна осуществляется сверху.

Зерно посредством задвижки, регулирующей скорость потока подается в сушильную камеру, где обдувается восходящим потоком воздуха. Нагретый воздух согласно своим физическим свойствам суше холодного, что позволяет снять часть влаги с зерна. Подсушенное зерно поступает в приемную камеру. Для контроля за влажностью и температурой зерна нами были установлены датчики температуры и влажности в шахте сушилки и в приёмной камере.



Вид спереди



Вид сбоку

Рис.1. Макет зерносушилки

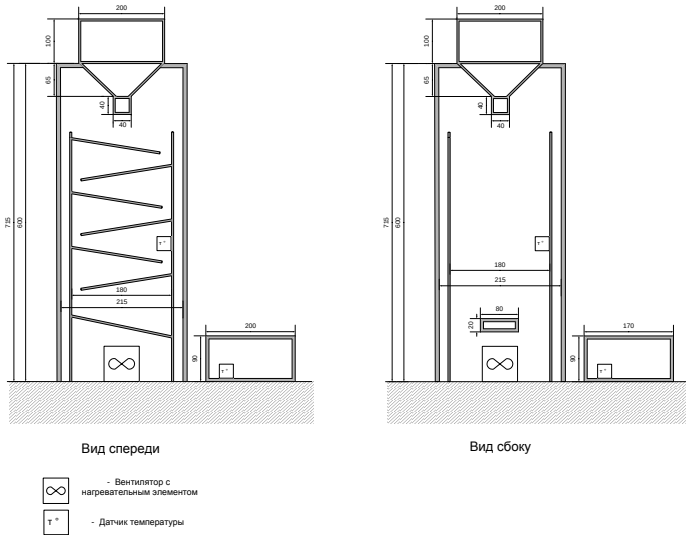


Рис.2. Технологическая схема макета зерносушилки

На рисунке 2 представлен чертеж выполненного нами макета зерносушилки с указанием размера. Ними использован масштаб для макетирования 1:100.

Для управления процессом сушки нами разработана электрическая схема с использованием микроконтроллеров Ардуино (рис.3).

Перед подключением схемы под нагрузку устанавливаются требуемые параметры температуры в шахте зерносушилки и в бункере. Параметры температуры устанавливаются посредством программирования микроконтроллера.

При подаче питания на схему показания с датчиков DHT11, поступают на вход микроконтроллера, обрабатываются и отправляются на ЖК-дисплей через I2C-интерфейс, согласно программного обеспечения подается команда на исполнительный механизм (нагреватель и вентилятор) и производится их регулировка.

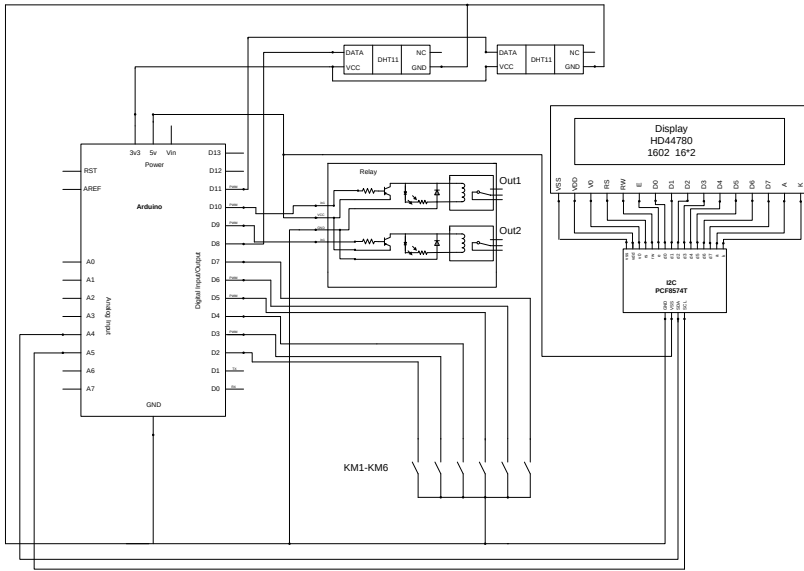


Рис.3. Электрическая схема управления зерносушилкой

На дисплее отражаются реальные показания температуры и влажности, а также заданные параметры, которые нужно поддерживать. Установленные показатели можно изменить при помощи кнопок KM1-KM6. Кнопки KM1+KM2 – изменяют режим изменения параметров, KM1 – выбор датчика, KM2 – выбор режима установки параметров, KM3, KM4 – установка температуры, KM5 – далее, KM6 – назад. В зависимости от установленных значений реле регулирует работу нагревательного элемента и вентилятора. Предлагаемая схема работает в автоматическом режиме и позволяет организовать контроль влажности и температуры зерна в динамике.

На основании проделанной нами работы можно сделать вывод о том, что поставленные задачи удалось реализовать в полной мере на практике. Макет зерносушилki и схема управления отвечают требуемым параметрам и обеспечивают автоматизацию процесса сушки зерна, что в свою очередь, позволяет приступить к экспериментальной части наших исследований.

Библиографический список

1. Программирование Ардуино [Электронный ресурс] ARDUINO.RU - Режим доступа: <http://arduino.ru/Reference>
2. Программирование Ардуино. Справочник языка [Электронный ресурс] All.ARDUI.NO.RU - Режим доступа: <https://all-arduino.ru/programmirovanie-arduino/>
3. Что такое микроконтроллер [Электронный ресурс] Схема - Режим доступа: http://cxema.my1.ru/publ/teorija/izuchaem_mikrokontrollery/chto_takoe_mikrokontroller_strukturnaja_skhema_mk/33-1-0-2409
4. Шахтная зерносушилка. Устройство и принцип работы [Электронный ресурс] Fu.ru - Режим доступа: <http://fb.ru/article/331199/shahtnaya-zernosushilka-ustroystvo-printsip-raboty-i-oborudovanie-dlya-sushki-zerna>

УДК 621.31

ГРНТИ 44.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ АВТОНОМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИТАНИЯ

**Савин Д.В., магистрант 1-го года обучения;
Черемисина С.А., канд. с.-х. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы накопления электроэнергии в автономных системах электроснабжения, базирующихся на нетрадиционных источниках энергии. Приведены различные варианты схем подключения гибридных накопителей энергии на основе суперконденсатора и аккумуляторной батареи, а также их сравнительный анализ. В данной работе также показана пример схемы комбинирования возобновляемых источников с дизельным генератором.*

STUDY THE USE OF HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEMS IN AUTONOMOUS POWER SUPPLY

Savin D.V., Cheremisina S.A.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia

Abstract. *The article deals with the issues of electricity accumulation in autonomous power supply systems based on non-traditional energy sources. Various variants of schemes for connecting hybrid energy storage devices based on a supercapacitor and a battery are given, as well as their comparative analysis. In this paper, an example of a scheme for combining renewable sources with a diesel generator is also shown.*

Система автономного электроснабжения (САЭ) в России, как и в мире, является очень выгодным с экономической, а так же с экологической точки зрения средством энергообеспечения. А также незаменимым средством для обеспечения энергией удаленных от высоковольтных линий объектов. В качестве источников энергии обычно используются возобновляемые и нетрадиционные источники энергии, такие как солнечная, геотермальная энергия, а также энергия силы ветра и потока воды.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) очень нестабильны и не могут в полной мере соответствовать требованиям качества электроэнергии. Очевидно, что для поддержания баланса генерируемых и потребляемых мощностей в таких системах необходимо наличие накопителей электроэнергии (НЭЭ), которые позволяют преобразовывать электрическую энергию в другие виды энергии, пригодные для хранения в определенном промежутке времени, с дальнейшей возможностью обратного преобразования в электрическую энергию.

Существует множество НЭЭ, имеющие различные характеристики. В данной работе рассматривается гибридный накопитель электроэнергии на базе суперконденсатора и

аккумуляторной батарее (АКБ). Классифицируются такие системы следующим образом.

Пассивная система представляет собой параллельное соединение АКБ и суперконденсатора с непосредственным подключением нагрузке (рис.1.а). Основным недостатком пассивной системы является то, что распределение тока нагрузки между АКБ и суперконденсатором определяется полными сопротивлениями данных элементов. Так же напряжение на элементах должно быть равным в любой момент времени. Если напряжение суперконденсатора снизится на значительную величину по сравнению с напряжением АКБ, то через суперконденсатор пойдет большой ток, что ограничивает количество энергии, которое можно высвободить из суперконденсатора.

Полуактивная система представляет собой параллельное соединение АКБ и суперконденсатора с использованием одного DC/DCпреобразователя. Существует два вида полуактивных систем:

1. Полуактивная система батареи – преобразователь между батареями и нагрузкой, суперконденсатор подключен последовательно к нагрузке (рис.1.б).

2. Полуактивная система суперконденсатора – преобразователь между суперконденсатором и нагрузкой, батарея подключена последовательно к нагрузке (рис.1.в).

Данная топология схемы лишена ряда недостатков присущих пассивной схеме, однако также требует согласования одного из элементов с нагрузкой или между собой.

В активной системе для соединения АКБ и суперконденсатора с нагрузкой используется несколько DC/DCпреобразователей. Существует два типа активных систем:

1. Преобразователь между суперконденсатором и батареями, и батареями и нагрузкой (рис 1г).

2. Параллельная активная система – преобразователь между каждым НЭЭ и нагрузкой (рис 1д).

С одной стороны, активная система является наиболее дорогостоящим вариантом в связи с применением двух DC/DC преобразователей, с другой стороны, данная система позволяет контролировать токи, напряжения и степень заряда НЭЭ

входящих в систему, а также позволяет реализовать наиболее оптимальные алгоритмы управления гибридным НЭЭ.

Для питания, удаленных от высоковольтных электрических сетей, объектов используются, в основном, автономные электростанции с дизель-генераторными установками. Потребляется большие объемы дизельного топлива и горюче-смазочных материалов, загрязняющие окружающую среду. Повысить экологическую безопасность можно путем применения комбинированных энергосиловых установок (КЭСУ), в состав которых должны входить возобновляемые источники и накопители энергии. В Амурской области целесообразно использовать солнечные батареи и ветрогенераторы, так как они являются эффективными в данных природных условиях. Такие КЭСУ должны обеспечивать прием рекуперативной энергии и автономное электроснабжение.

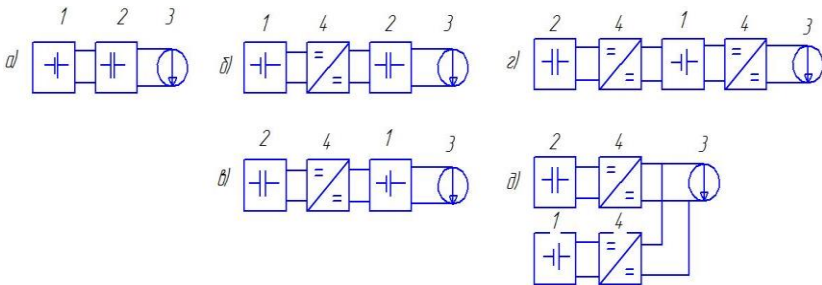


Рис.1. Классификация видов гибридных накопительных систем на базе АКБ и суперконденсаторного модуля:

1 – АКБ; 2 – суперконденсатор; 3 – нагрузка;

4 – DC/DC преобразователь. а) пассивная система; б) полупроводниковая суперконденсаторная система; в) полупроводниковая аккумуляторная система; г) активная последовательная система; д) параллельная активная система

Схема накачки энергией суперконденсатора C , представленная на рисунке 2, работает на принципе электромагнитного дросселя. В схему накачки входят биполярные транзисторы с изолированным затвором $VT1$ и $VT2$, электромагнитный дроссель с сердечником L . При отпирании транзистора $VT1$ энергия аккумуляторной батарей запасается в

дросселе L . Суперконденсатор C подключен к входу инвертора напряжения, собранного на тиристорах $VS7$ – $VS12$. Накопление электрической энергии в дросселе L происходит до заданного значения максимального тока. Затем транзистор $VT1$ размыкает цепь тока в дросселе.

Одновременно с запирающим $VT1$ открывается транзистор $VT2$ и очередная порция энергии, запасенной в дросселе L , поступает в суперконденсатор C . Вследствие этого напряжение на суперконденсаторе повышается на некоторую величину. Частоту и продолжительность циклов отпирания и запираения транзисторов $VT1$ и $VT2$ задает блок управления. К выходу инвертора могут подключаться различные предприятия – промышленного и жилищно-коммунального комплексов.

Был проведен анализ различных НЭЭ по 6 основным параметрам: время разрядки, время зарядки, удельная энергия, удельная мощность, количество циклов разрядки/зарядки, эффективность разрядки/зарядки. Результаты данного анализа приведены в таблице.

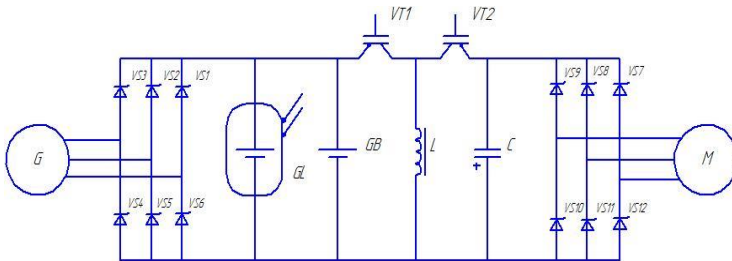


Рис.2. Принципиальная схема КЭСУ системы автономного энергоснабжения:

GB–аккумуляторная батарея; **G**–ветряной (дизельный) генератор; **GL**–солнечная батарея; **VS1–VS6** – трехфазный мостовой выпрямитель; **VS7–VS12** – трехфазный мостовой инвертор; **VT1, VT2** – биполярные транзисторы с изолированным затвором; **L** – электро-магнитный дроссель с сердечником; **C** – суперконденсатор; **M**–нагрузка

Принцип работы комбинированного накопителя заключается в том, что в момент резкого, кратковременного провала вырабатываемой мощности или увеличения

потребляемой мощности суперконденсаторный модуль компенсирует данный провал. Аккумуляторная батарея играет роль основного накопителя энергии, реагирующего на долговременные изменения напряжения питающей сети. Таким образом, данная система позволяет сочетать в себе достоинства обоих накопителей электроэнергии.

Таблица

Сравнительная характеристика накопителей энергии

Параметры	Виды накопителей энергии		
	Конденсатор	Супер-конденсатор	Аккумуляторные батареи
Время зарядки	$10^{-3} - 10^{-6}$ с	0,3 – 30 с	1 – 5 ч
Время разрядки	$10^{-3} - 10^{-6}$ с	0,3 – 30 с	0,3 – 3 ч
Удельная энергия (Втч/кг)	<0,1	1 – 10	10 – 100
Количество циклов	>500000	>500000	1000
Удельная мощность (Вт/ч)	<100000	<10000	<1000
Эффективность разрядки/зарядки	0,95	0,85 – 0,98	0,7 – 0,85

Накопитель электроэнергии играет одну из основных и неотъемлемых частей системы автономного электроснабжения. Функциональные особенности НЭЭ напрямую воздействуют на качество электроэнергии, поэтому следует выбирать для использования наиболее эффективные НЭЭ. Не смотря на высокую стоимость гибридных НЭЭ, они набирают популярность на рынке автономной электроэнергетики благодаря своим перспективным особенностям. Современные работники науки и техники трудятся над решением проблем связанных с ресурсосбережением – ВИЭ отличная альтернатива традиционным источникам энергии, к тому же экологически чистые.

Библиографический список

1. Степаненко В.П. Применение возобновляемых источников энергии и суперконденсаторов на открытых горных работах[Текст]/ Степаненко В.П. - Горный информационно-аналитический бюллетень, 2016

2. Хавроничев С.В. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии[Текст] /С. В. Хавроничев, А. Г. Сошинов, В. С. Галушак - Учебное пособие, 2015

3. Перспективы применения накопителей электроэнергии для сетей электроснабжения 0,4 кВ[Текст] / Е. В. Раубаль, М. А. Рашевская, С. И. Гамазин, С. В. Логинова - Вестник МЭИ. № 3., 2013

4. Марьенков С.А. Гибридный накопитель электроэнергии для сетей с распределенной генерацией на основе возобновляемых источников электрической энергии[Текст] / Марьенков С.А. – Санкт-Петербургский горный университет, 2017

5. Вараксин А.Ю. Гибридный накопитель энергии с использованием статических компенсаторов реактивной мощности и суперконденсаторов для обеспечения качества электроснабжения потребителей нефтегазовой индустрии[Текст]/ Вараксин А.Ю., Деньщиков К.К. - Объединенный институт высоких температур РАН, (г. Москва), 2017

УДК 62-79:621.3

ГРНТИ 44.29.31

ПРОВЕДЕНИЕ КОМПЛЕКСА ИСПЫТАНИЙ НА ОБЪЕКТЕ РУДНИК НЕЖДАНЕНСКИЙ ДЭС РУ 10/0,4 кВ

**Сафонов С.Л., электромонтажник компании ООО «НЭМК»,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** Состояние оборудования обеспечивающих электроэнергией потребителей, находящихся на режимных объектах, находящихся далеко от населенных пунктов имеет огромное значение. Бесперебойность энергосети – залог непрерывной работы объекта и безопасности людей. В целях проверки состояния оборудования каждый год проводятся испытания устройств генерации, преобразования электроэнергии и защит электросети.*

CONDUCT OF THE TEST COMPLEX ON THE OBJECT OF THE MINE NEZHDANENSKIY DES RU 10 / 0.4 KV

**Safonov S.L.,
Blagoveshchensk, Russia**

Abstract. *The state of the equipment providing consumers with electricity, located on the regime objects, located far from populated areas is of great importance. The continuity of the power grid is the guarantee of the continuous operation of the facility and the safety of people. In order to check the condition of the equipment, tests are conducted every year on devices for generating, converting electric power and protecting the electric grid.*

Деятельность компании ООО «НЭМК» распространяется на все электромонтажные работы вторичных цепей станций, подстанций и распределительных устройств до и свыше 1000 В находящихся на территории России.

В октябре 2017-го года бригада компании ООО «НЭМК» состоящая из двух человек в составе инженер-наладчик Саяпин И.К. и электромонтажник Сафонов С.Л. проводила комплекс испытаний в распределительном устройстве 10/0,4 кВ дизельной электростанции рудника Нежданинский. Испытания проводились на выкатных элементах ячеек РУ 10/0,4 кВ, элементах релейных шкафов данных ячеек и трансформаторах напряжения.

Приборы, используемые при испытаниях: аппарат испытания диэлектриков АИД – 70, омметр виток, мегаомметр 2,5 кВ, устройство проверки простых защит Нептун.

Аппарат АИД-70М предназначен для измерения электрической прочности изоляции силовых высоковольтных кабелей, различных электроизоляционных материалов, а также устройств, работающих в составе электрических установок высокого напряжения.

Омметр ВИТОК предназначен для измерения электрического сопротивления постоянному току объектов, обладающих значительной индуктивностью: обмоток силовых трансформаторов, генераторов и электродвигателей, а также жил силовых кабелей (на металлических каркасах) и прочего.

Мегаомметр 2,5 кВ предназначен для измерения сопротивления изоляции обесточенных электрических цепей.

Устройство проверки простых защит Нептун-2 предназначено для проверки простых средств релейной защиты и автоматики типа токовых реле, реле напряжения, реле времени непосредственно на энергообъектах.

ДЭС РУ 10/0,4 кВ рудника Нежданинский находится в Республике Саха (Якутия), в 800-ста км к востоку от города Якутск. Рудник Нежданинский является одним из самых крупнейших месторождений в России. Общие запасы оцениваются в 632 тонны золота. Нежданинское месторождение было открыто в 1951 году. Добыча золота началась в 1963 году. В 1998 году добыча остановилась по причине ликвидации филиала ФПК «Сахазолото» и отказа иностранных инвесторов финансировать дальнейшую добычу золота. В 2005 году компания ОАО «Полус золото», совместно с Российской горнодобывающей компанией «Полиметалл» восстановила геологоразведочные работы и освоение месторождения.

Каждый год ОАО «Полус золото» и компания «Полиметалл» заказывают у ООО «НЭМК» работы по испытанию оборудования ДЭС РУ 10/0,4 кВ и трансформаторов напряжения 10/0,4 кВ.

ДЭС рудника представляет собой ангарное помещение с 8-ю дизелями и 8-ю генераторами. Дизели находятся на первом этаже, а генераторы на цокольном, между собой они соединены с помощью приводного ремня. На данный момент на руднике не ведется добыча, поэтому в основном работает один из 8-ми генераторов, но в качестве плановых проверок запускаются все рабочие генераторы по очереди, а это 6-ть из 8-ми.

Мониторинг генераторов происходит из пункта управления дежурного ДЭС. В его распоряжении находится пульт контроля, на котором отображаются все параметры необходимые для визуального контроля состояния оборудования ДЭС и контроля электропотребления. Так же он контролирует 8 шкафов управления дизель-генераторами и 2-мя шкафами терристорной синхронизации генераторов.

В РУ 10/0,4 кВ расположены 8-мь ячеек с защитными аппаратами, распределительные шины, 2-ве ячейки фильтр-конденсирующих установок.

Каждый ДГ соединен с соответствующим шкафом управления и ячейкой РУ 10/0,4 кВ. Вместе они представляют собой систему управления энергообеспечением рудника Нежданинский.

Нашей задачей было провести комплекс испытаний ячеек РУ 10/0,4 кВ и трансформаторов напряжения 10/0,4 кВ.

Перед тем как приступить к работе дежурный ДЭС огораживает рабочие ячейки, вывешивает запрещающие плакаты и проводит вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. После бригада расписывается в журнале проведения инструктажей и оформляется наряд на работу. В наряде указывается время начала работ, ФИО допускающего (дежурный ДЭС), ФИО бригады и их группы по электробезопасности, рабочее место, оборудование оставшееся под напряжением, время и дата начала работ. После окончания работ указывается время закрытия наряда. Данная процедура повторяется каждый день.

Перед началом испытаний необходимо провести визуальный осмотр всех ячеек РУ 10/0,4 кВ и убедиться в отсутствии напряжения с помощью указателя напряжения. Осмотр проводится в соответствии с правилами техники безопасности. Визуальный осмотр показал ужасное состояние всего оборудования, по причине старения. Оборудование датируется 1968 годом.

Все ячейки идентичны, поэтому приведен пример испытания одной ячейки.

Для начала проверяется отключение ячейки и отсутствие напряжения на токоведущих частях. Затем выкатной элемент переводят в контрольное положение, после чего выкатывают из ячейки.

Затем заполняется протокол испытаний. В него вносятся характеристики выкатного элемента: номинальное напряжение (кВ), наибольшее рабочее напряжение (линейное), (кВ), номинальный ток (А), номинальный ток отключения (кА), масса, год.

Проводятся внешний осмотр всего выкатного элемента. Все неисправности вносятся в журнал. В нашем случае неисправности были следующие: нехватка масла в масляном выключателе, выдавливание масла из-под резинок выключателя, высохшие резинки, побитые изоляторы. Общая оценка – непригоден к работе.

Первое испытание – это измерения сопротивления изоляции. Данное испытание проводится для проверки состояния изоляции. С помощью мегаомметра подается напряжение величиной 2,5 кВ. Прибор стрелочный. В случае пробоя изоляции, стрелка покажет низкий уровень изоляции. Данные прибора заносятся в журнал испытаний.

У выключателя три фазы. Две фазы, которые не испытываются заземляются. К свободной фазе подключается один провод от мегаомметра, второй заземляется. В течении 60 сек подается напряжение. Испытание аналогично проводится для двух других фаз. После такого же испытания проводится с цепями управления электромагнита включения и отключения выключателя. Мегаомметр подключается одним проводом к контакту питания цепи управления, второй провод заземляется. Напряжение подается в течении 60 сек.

Второе испытание – испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты. Испытание проводится прибором АИД – 70. С помощью АИД – 70 подается повышенное напряжение в соответствии с номинальным напряжением выключателя. Мы подавали напряжение величиной 32 кВ. Испытание проводится в перчатках, стоя на резиновом коврике.

Корпус и две свободные фазы выкатного элемента заземляются. К свободной фазе подключается провод от АИД – 70. Второй конец от АИД – 70 заземляется. Напряжение подается постепенно от 0, до 32 кВ. При достижении 32 кВ, выключатель находится под напряжением в течении 1 минуты. Если напряжение не было сброшено установкой АИД – 70, то одна фаза прошла испытание. После напряжение постепенно снижается. Аналогично испытание проводится с двумя другими фазами. Показания заносятся в журнал испытаний.

После выход фаз закорачивается и заземляется. Вход фаз закорачивается и на него подается напряжение 32 кВ с помощью

АИД - 70 в течении одной минуты. Данное испытание называется – испытание на разрыв.

Третье испытание – измерение сопротивления постоянному току силовых контактов. Данный вид испытания проводится с помощью цифрового омметра виток. Виток имеет 4-ре выхода. Два из них подключаются к входу фазы, два к выходу фазы. Две другие фазы остаются свободными. Подается постоянный ток и замеряется сопротивление. Испытание проводится аналогично на двух других фазах. Показания заносятся в журнал испытаний.

Четвертое испытание – проверка временных характеристик выключателя и минимального/максимального напряжения/тока срабатывания. Испытание проводится с помощью устройства проверки простых защит Нептун. В данном случае выкатной элемент взводится, то есть включается и подключается к релейному шкафу управления. В релейном шкафу имеются две цепи управления под номерами 411-ые и 421-ые. 411-ые цепи используются для защит, а 421-ые для измерений. Нас интересуют 411-ые цепи, так как мы испытываем защиту. В релейном шкафу находятся два реле МТЗ – максимальная токовая защита, два реле ТО – токовая отсечка, одно РВ – реле времени, одно ПР – промежуточное реле. Масляной высоковольтный выключатель срабатывает по командам идущих от релейного шкафа. Релейных шкаф производит измерения энергосети и в зависимости от ее состояния запускает команды на отключения. С помощью Нептуна мы создаем мнимую аварию на линии, заставляя защиты релейного шкафа отработать и отключить высоковольтный выключатель.

Контакты от Нептуна подключаются к колодкам с 411-ми цепями. С помощью ручек регулирования тока мы подаем в релейный шкаф ток от 0 А, до момента срабатывания. Срабатывать все реле должны согласно уставкам установленных непосредственно на них. Если на МТЗ стоит уставка 2,5 А, значит при достижении на Нептуне 2,5+0,3 А, МТЗ должно отработать. В случае не отработки реле, оно признается негодным, что и заносится в журнал испытаний.

При проведении испытания на отключение выключателя, подается ток в 411 цепи до отработки всех реле, в результате последней командой релейного шкафа будет отключить

выключатель, что и произойдет, наша задача замерить время отключения выключателя. Время замеряет сам Нептун. Мы вносим в журнал испытаний ток отключения и время отключения выключателя.

После проведения всех испытаний, показаний из журнала испытаний вносятся в протокол испытания. На каждую ячейку и трансформатор заполняется отдельный протокол. В конце протокола делается заключение о пригодности к эксплуатации оборудования. Затем все протоколы отправляются в ОАО «Полус золото» и компанию «Полиметалл». Они на основании данных протоколов принимают решение о замене того или иного оборудования и делают общую оценку состояния ДЭС РУ 10/0,4 кВ.

Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации. Устройство «НЕПТУН». БПВА.418110.001 РЭ – 2011.
2. Руководство по эксплуатации. Аппарат испытания диэлектриков «АИД-70». 2АМБ.169.001-01 РЭ – 2009.
3. Руководство по эксплуатации. Омметр «ВИТОК» – 2011.
4. Руководство по эксплуатации. Мегаомметр – 2010.

УДК 681.5:697.3

ГРНТИ 50.43.15; 55.55.37

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ОТОПЛЕНИИ ПОМЕЩЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ КОТЛОМ

**Светличный С.В., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В статье рассмотрены способы энергосбережения при использовании автоматического управления электрическим котлом отопления АОТБК – 2 – 25 – 6 и использованием двухтарифного счетчика электрической энергии.*

ENERGY SAVING AT THE HEATING OF THE PREMISES OF ELECTRIC BOILER

Svetlichny S.V.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia

Abstract. *The article considers ways of energy saving by using automatic control of the electric boiler of AOTVK - 2 - 25 - 6 heating and using a two - rate electricity meter.*

Всем известно, что запасы полезных ископаемых далеко не бесконечны, а энергетический кризис привел к многократному росту цен на топливо, поэтому необходимо перейти на более чистый энергоноситель – электричество. В обозримом будущем энергоресурсы дешеветь не будут. Энергетическая эффективность отопления помещений – необходимость времени. Для обогрева жилищ нужны энергосберегающие системы отопления.

Современные технологии и материалы позволяют выбирать способ отопления из множества существующих, но специалисты в один голос утверждают, что в будущем именно электрическое отопление частного дома будет в приоритете. Этот вид отопления особенно актуален в условиях проживания в частном доме, в том числе, за пределами населенных пунктов. Таким образом, на сегодняшний день можно найти для себя самое эффективное отопление, выбрать подходящий вариант и наслаждаться – как комфортом, так и возможностью экономии энергии. Энергосбережение – это комплекс мер, которые касаются и оборудования, и систем отопления, и зданий. Для достижения максимального эффекта нужно работать по всем этим направлениям [1].

Для того чтобы такое эффективное отопление дома слаженно работало, необходимо несколько приборов. К ним относятся: пульт управления с датчиком температуры внутри

здания, таймер для автоматического включения и выключения отопления, двухтарифный счетчик учета электроэнергии. Датчики температуры получают параметры температуры воздуха в помещении, затем, используя эти данные, подают команду на регулирование заданной температуры в помещении.

Использование альтернативных источников энергии и электрических систем отопления – уверенный выбор, который давно сделала Европа и другие развитые страны мира. Анализируя их опыт, можно точно сказать, что минимизация потребления электроэнергии – очень важный шаг, который делает сейчас и наша страна. Многие специалисты, внедряющие в жизнь энергосберегающие системы различных видов электроотопления, уверены, что можно добиться экономии, используя их полезные советы[2].

1. Нужно утеплить своё жилое помещение заранее. Финансовые расходы на электроотопление напрямую зависят от теплоизоляции помещения. Ни одна система отопления вас не спасёт, если помещение имеет большие теплопотери (тонкие стены, щели, недостаточно утеплённые кровля, фасад, окна и т. д.). Об энергосбережении нужно заботиться постоянно. Сейчас существует множество технологий и современных материалов для обеспечения хорошей теплоизоляции помещения.

2. Выберите «правильное» электроотопление, чтобы оно соответствовало по мощности для обогрева вашей жилой площади. Сделайте верные расчеты на тепло и комфорт в помещении без избытка мощности системы отопления. Самый экономный режим работы системы отопления – это постоянная поддержка заданной температуры, так как повышение или понижение температуры на 1°C приводит к увеличению или снижению расходов электроэнергии на 5–7%.

3. Используйте терморегуляторы – управляйте вашим электрическим отоплением с помощью терморегуляторов (термостатов), которые реагируют на температуру воздуха в помещении. Терморегулятор обеспечит существенную экономию электроэнергии. Кроме того, термостаты могут поддерживать минимальную температуру при длительном вашем отсутствии в

помещении, что очень удобно для загородных, дачных домиков, во время отпусков, командировок. Используйте с электроотоплением программаторы, чтобы планировать работу системы отопления по времени суток и по дням недели, и получайте дополнительную экономию электроэнергии— ещё до 20 – 30%. Они включают оборудование только в нужное время или через необходимые интервалы времени, например, весь день система отопления работает в «поддерживающем» режиме, а за час до вашего возвращения домой «подгоняет» температуру в помещении до комфортного для вас показателя [2,3].

4. Рассмотрите вариант установки многотарифного счётчика. Прежде всего, нужно убедиться в целесообразности установки такого счётчика именно в вашем случае. Необходимо провести тщательный расчет, чтобы убедиться в получении экономии при отоплении вашего помещения электрическим котлом. Здесь существуют нюансы, ведь с такими приборами оплата за электроэнергию будет зависеть от времени суток.

С каждым повышением тарифов на энергоресурсы растет актуальность проблемы энергоэффективности и энергосбережения. Практически во всех странах ЕС двухзонные счетчики электроэнергии не являются чем-то особенным. Это действенный метод снизить затраты при минимальных вложениях. В России относительно недавно стали устанавливать такие устройства учета электричества.

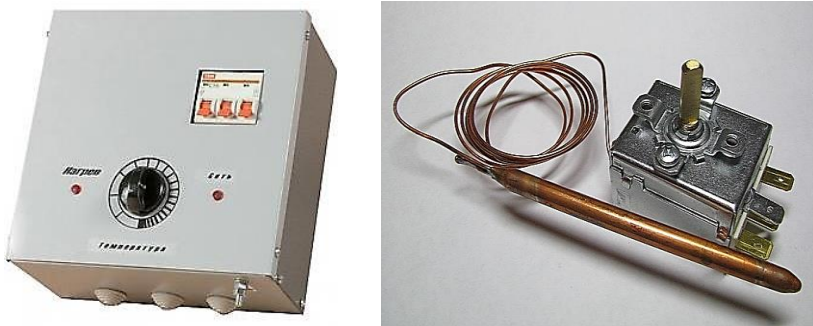


**Рис. Пульт управления твердотопливным котлом
АОТВК -2-25-битерморегулятор капиллярный WY85-653-21F**

Дифференциация учета потребления данного блага человечества позволяет достичь два важных аспекта: снижение нагрузки на всю электросеть в пиковые периоды. Существенно уменьшить стоимость используемой электроэнергии. Чтобы выявить все основные преимущества двухтарифного счетчика перед однотарифным, нужно сравнить ряд основных параметров.

Чтобы проверить целесообразность установки двухтарифного счетчика марки Меркурий 230 ART-01 необходимо провести расчет потребления электроэнергии для электрического котла отопления АОТБК -2-25-6 за полгода с сентября 2017 по февраль 2018 года. В настоящее время в Амурской области с 1 июля 2017 года до 1 июля 2018 года действуют следующие тарифы на электроэнергию для населения, проживающих в домах с электроплитами[4]:

- одноставочный тариф – 2,46 (руб./кВт·ч)
- одноставочный тариф, дифференцированный по двум зонам суток:
 - дневной тариф – 2,83 (руб./кВт·ч)
 - ночной тариф – 0,77 (руб./кВт·ч)

При установке двухтарифного счётчика расходы на электроэнергию будут считаться по следующей схеме: дифференцированный по двум зонам суток: днем - с 7:00 до 23:00 электроэнергия оплачивается по 100%-му «дневному» тарифу – 2,83 рубля за киловатт-час, а с 23:00 до 7:00 – по ночному тарифу, – 0,77 рубля за киловатт-час то есть 27% от существующего. Здесь нужно – использовать максимум электроэнергии ночью и минимум днем тогда получим экономию. Для того, чтобы экономить, необходимо минимизировать использование электроэнергии в дневные часы, когда стоимость киловатта больше, и увеличить ее использование ночью [5].

Днем в холодное время можно подтопить печку дровами или углем, а ночью с 23:00 до 7:00 утра будет работать электрическое отопление с помощью программируемого таймера по ночному тарифу. Для экономии электроэнергии на котлах имеется регулятор температурного режима, который способствует экономии расхода электричества. Сэкономить расход электроэнергии можно, если вы будете пользоваться более

дешевым тарифом, ночным. Расчет эффективности перехода на двухтарифный счетчик электрической энергии представлен в таблице.

Таблица
Потребление электроэнергии с сентября 2017 по февраль 2018 г.

Месяц	Начислено, кВт•ч T1 = 2,83р T2 = 0,77р T = 2,46 р	К оплате, руб		Экономия	
		Двух тарифный (2,83/ 0,77)	Одно тарифный (2,46)	% ночного потребл.	Руб,
Сентябрь	80•2,83 =226,40 200•0,77 =154,00 Итого: 280кВт•ч	226,40 154,00 380,40	280•2,46 = 688,80 688,80	71,4%	308,40
Октябрь	70•2,83 =198,10 420•0,77 =323,40 Итого: 490кВт•ч	198,10 323,40 521,50	490•2,46 =1205,40 1205,40	85,7%	683,90
Ноябрь	85•2,83 =240,55 705•0,77 =542,85 Итого: 790кВт•ч	240,55 542,85 783,40	790•2,46 =1943,40 1943,40	89,2%	1160,00
Декабрь	70•2,83 =198,10 870•0,77 =669,90 Итого: 940кВт•ч	198,10 669,90 868,00	940•2,46 =2312,40 2312,40	92,5%	1444,40
Январь	70•2,83 =198,10 900•0,77 =693,00 Итого: 970кВт•ч	198,10 693,00 891,10	970•2,46 =2386,20 2386,20	92,7%	1495,10
Февраль	80•2,83 =226,40 920•0,77 =708,40 Итого: 1000кВт•ч	226,40 708,40 934,80	1000•2,46 =2460,00 2460,00	92%	1525,20
				Итого:	6617,00

Проведенные расчёты показывают, что ночное потребление электроэнергии довольно высокое 71-92%, экономия по сравнению с однотарифным счетчиком составляет за полгода 6617,00 рублей. Эта сумма экономии покрыла расходы на приобретение двухтарифного счетчика Меркурий 230 ART-01 – 5000 рублей и программируемого реле времени (таймера) KG316T – 1000 рублей.

Если у Вас в квартире или доме имеется множество бытовой техники, такой как, стиральная и посудомоечная машина, электрические насосы, теплые полы, электродуховка, кондиционер, электрическая плита и другие мощные приборы, работающие круглосуточно или преимущественно по ночам, то установка двухтарифного счетчика электроэнергии для Вас однозначно будет более выгодна, чем однотарифного счетчика.

Библиографический список

1. Установка электрического отопления в частном доме – простой способ сэкономить на коммунальных услугах. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://x-teplo.ru/otoplenie/doma/elektricheskogo-chastnogo-doma.html>. (дата обращения: 17.02.2018).
2. Пульт управления твердотопливным котлом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3bears.ru/catalog/tverdotoplivnye_kotly/pult_upravleniya_tverdotoplivnym_kotlom/ (дата обращения: 14.02.2018).
3. Тарифы на электроэнергию для Амурской области с 1 января 2018 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://energo-24.ru/authors/energo-24/12832.html>. (дата обращения: 16.02.2018).
4. Светличный С.В. Автоматическое управление электрическим котлом отопления/С.В. Светличный//Энергетика и информационные технологии: матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Благовещенск, 16 февраля 2017 года). - Благовещенск; Дальневосточный ГАУ, 2017.– С. 124-130.

УДК 621.314:537
ГРНТИ 50.09.37

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Черемисина С.А., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ЭиАТП;
 Горбунова Л.Н., канд. с.-х. наук, доцент кафедры ЭиЭ;
 Панченко И.Н., магистрант,
 ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
 г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** Приведены исследования внедрения тиристорных преобразователей напряжения в местопятимашинного преобразовательного агрегата. Проведен экономический анализ внедрения тиристорного преобразователя напряжения.*

INVESTIGATION OF INTRODUCTION OF TIRISTOR VOLTAGE TRANSDUCERS AT THE DEVELOPMENT OF A COAL DEPOSIT

**Cheremisina S.A., Gorbunova L.N., Panchenko I.N.,
Far Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk. Russia**

Abstract. *The research of the introduction of thyristor voltage converters into the place of the five-machine converter unit is presented. An economic analysis of the introduction of a thyristor voltage converter has been carried out.*

Современные горные предприятия оснащены высокоэффективными механизированными комплексами для прохождения и добычи полезных ископаемых, роторными экскаваторами, бурильными установками, мощными транспортными средствами, стационарными установками, средствами автоматики, телемеханики, вычислительной техники.

Специально для добывающей промышленности выпускают комплектные распределительные устройства, передвижные трансформаторные подстанции, магнитные станции управления и защиты, электродвигатели любой мощности переменного и постоянного тока, устройства компенсации реактивной мощности, различного рода кабели, осветительную технику, средства сигнализации, связи и диспетчерского управления производством.

В комплекс на Ерковецком горнодобывающем предприятии, который взят за основу данной работы, входят:

- один электродвигатель мощность 315 кВт, три двигателя мощностью 200 кВт, все они работают от сети переменного тока напряжением 6300 В;

- два двигателя мощностью 45 кВт, работающие от сети переменного тока напряжением 380 В. Все двигатели асинхронные, с фазным ротором, имеют частоту вращения 1000 об/мин.

Экскаватор получает питание от высоковольтного приключательного пункта. Потребляемая мощность экскаватора составляет 315-325 кВт при средневзвешенном коэффициенте мощности 0,6. Питается экскаватор от приключательного пункта высоковольтным кабелем КГЭ. Для управления высоковольтным электродвигателем Аг-М (пятимашинного преобразовательного агрегата) и силовым трансформатором собственных нужд Тр1 применено малогабаритное высоковольтное комплектное распределительное устройство РУ с общим разъединителем, масляным выключателем, имеющим ручной привод при напряжении питающей сети 6000 В.

Релейная токовая защита, а также защита от грозовых перенапряжений и учет расхода потребляемой электроэнергии обеспечивается потребителем на электроподстанции или на приключательном пункте. Заземление корпуса экскаватора производится к контуру заземления карьера через заземляющую жилу кабеля КГЭ.

Питание электродвигателей подъема, напора, поворота, хода осуществляется по системе генератор - двигатель постоянным током с управлением от силовых магнитных усилителей УК-УМСП, кулачковым и командно-контроллерами ККП. В системе управления предусмотрены блоки и узлы, обеспечивающие стабильность механических характеристик главных приводов при изменении температуры электрических машин: блоки токоограничения - УК-БТОП, блок стабилизации токов возбуждения двигателей главных приводов УК-БСТВ.

Применив на экскаваторе тиристорный преобразователь, мы тем самым, полностью исключили применение и обслуживание не только одного асинхронного двигателя, но и пятимашинного агрегата в целом [5].

Таблица 1

Узлы пятимашинного агрегата и их параметры

Наименование электрической машины	Марка электрической машины	Номинальный ток, А	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт
Асинхронный электродвигатель	A4-400ХК-6У3	32,6	6300	315
Генератор привода подъема	4ГПЭМ-220	478	460	220
Генератор привода напора	4ГПЭМ-55	147	375	55
Генератор привода поворота	4ГПЭМ-135	221	610	135
Генератор собственных нужд	4ГПЭМ-15	130	115	15

Преобразователь обеспечивает регулирование напряжения на двигатель за счёт изменения среднего значения ЭДС преобразователя. Это достигается регулированием с помощью системы импульсно–фазового управления (СИФУ) угла управления тиристорами. В связи с пульсирующим характером ЭДС на выходе преобразователя ток в цепи двигателя также пульсирует. Такой характер тока оказывает вредное влияние на работу двигателя: ухудшаются условия коммутации, возникают дополнительные потери на нагрев.[5] Для уменьшения пульсаций тока в цепь якоря двигателя включают сглаживающий дроссель. Габариты преобразователя и его вес определяются размерами дросселя и трансформатора.

Особенностью характеристик электродвигателя постоянного тока при питании его от управляемого выпрямителя является наличие зоны прерывистых токов, в пределах которой характеристики нелинейны. Жесткость характеристик в этой зоне резко изменяется. Вследствие односторонней проводимости преобразователя характеристики располагаются в первом и четвертом квадранте. Меньшим углом соответствует большая ЭДС и большая частота вращения. При ЭДС преобразователя

равна нулю и мы имеем режим динамического торможения. Для получения характеристик двигателя во всех четырёх квадрантах используются реверсивные управляемые выпрямители, которые обычно составляют из двух нереверсивных. Работу во всех четырёх квадрантах можно также обеспечить и при использовании нереверсивных преобразователей, за счет изменения направления тока в обмотке возбуждения двигателя. В реверсивных преобразователях используют два основных принципа управления: совместное и раздельное. При совместном управлении в работе участвуют все вентили (тиристоры). При этом от СИФУ импульсы управления, подаваемые на катодный комплект, и импульсы, подаваемые на анодный комплект, сдвинуты на угол, близкий к 90° . Один комплект работает в выпрямительном режиме и проводит ток, а другой в инверторном режиме и ток не проводит. Но за счёт разности мгновенных значений ЭДС между комплектами вентилях протекают токи, называемые уравнительными. Для их ограничения предусмотрены реакторы. Вид механических характеристик двигателя зависит от способа согласования углов управления двумя комплектами вентилях [7]. При линейном согласовании сумма углов выпрямителя и инвертора поддерживается равной. При этом механические характеристики линейны во всех четырёх квадрантах и практически соответствуют характеристикам в системе Г-Д(генератор-двигатель).

В ряде случаев для уменьшения уравнительных токов используют нелинейное согласование, при котором сумма углов управления несколько отличается. В этом случае уравнительные токи уменьшаются, но при переходе двигателя из двигательного в генераторный режим имеет место заметное увеличение скорости, то есть характеристики двигателя становятся нелинейными, поэтому этот способ согласования применяется редко.

Раздельное управление используется для полного исключения уравнительных токов. Сущность его состоит в том, что импульсы управления подаются только на один комплект вентилях, который в данный момент времени проводит ток. На

второй комплект импульсы не подаются, и он закрыт. Управление преобразователем в этом случае осуществляется с помощью специального логического устройства. Это устройство осуществляет контроль за током преобразователя, обеспечивает в функции входного сигнала, включение и выключение комплектов клапанов с небольшой паузой в 5-10 мс.[3] В результате при переходе из одного режима работы в другой вблизи оси скорости наблюдается режим прерывистых токов, что приводит к нелинейности характеристик. На сегодняшний день система ТП-Д (тиристорный преобразователь-двигатель) получила наибольшее распространение из-за следующих достоинств:

- плавность и значительный диапазон регулирования скорости;
- высокая жесткость механических характеристик;
- высокий КПД электропривода (КПД преобразователя определяют КПД трансформатора 0,93-0,98 и КПД выпрямителя 0,9-0,92);
- малая инерционность, высокое быстродействие;
- бесшумность в работе, простота в обслуживании и эксплуатации.

Для осуществления автоматического регулирования предусматривают управляемые преобразователи, позволяющие автоматически под воздействием обратных связей изменять управляющий сигнал. В данном случае используем систему ТП-Д (тиристорный преобразователь – двигатель) с импульсно-фазовым управлением.[1] На экскаваторе установлен один двигатель привода подъема постоянного тока марки 4МТНФ-400Л8У1 мощностью 200 кВт.

Выбор тиристорного преобразователя (ТП) производится по следующим условиям [4]:

$$I_{d. \text{ тп}} > I_{н. \text{ дв}} \quad (1)$$

$$U_{d. \text{ тп}} > U_{н. \text{ дв}}$$

где $I_{d. \text{ тп}}$ – выпрямленный ток преобразователя 500 А; $I_{н. \text{ дв}}$ – номинальный ток двигателя; $U_{d. \text{ тп}}$ – номинальное выпрямленное напряжение тиристорного преобразователя, В; $U_{н. \text{ дв}}$ – номинальное напряжение двигателя, В.

В соответствии с требованиями выбираем преобразователь марки: КТЭ-500/600-0121-21-УХЛ4. Для приводов механизма подбираем тиристорные преобразователи по условию (1) и заносим в таблицу 2.

Таблица 2
Тиристорные преобразователи для экскаватора ЭР-1250

Наименование оборудования	Марка	Количество, шт.	КПД, %	Стоимость, руб.
ТП привода подъема.	КТЭ-500/600-0121-21-УХЛ4	1	97	400000
ТП привода напора	КТЭ-100/440-0121-21-УХЛ4	1	97	200000
ТП привода поворот-ход	КТЭ-100/440-0121-21-УХЛ4	1	97	200000
ТП собственных нужд.	КТЭ-25/220-0011-21-УХЛ4	1	97	80000
Всего				880000

Рассчитаем затраты генератора привода подъема на электроэнергию[6]. Активная потребляемая мощность определим по формуле:

$$P_{\text{потр}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\eta}, \quad (2)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность кВт;
 η - КПД генератора.

$$P_{\text{потр}} = \frac{220}{0,86} = 255,8 \text{ кВт}$$

Определяем затрачиваемую активную энергию в сутки

$$P_{\text{потр.сут}} = P_{\text{потр}} \cdot N_{\text{час}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{час}}$ – количество часов работы генератора в сутки.

$$P_{\text{потр.сут}} = 255,8 \cdot 20 = 5116 \text{ кВт/сутки}$$

Затраты на потребляемую электроэнергию в сутки

$$Зэ = P_{\text{потр.сут}} \cdot C_1, \quad (4)$$

где C_1 – цена 1 кВт электроэнергии региона для промышленных предприятий, $C_1 = 5,1$ руб.;

$$Зэ = 5116 \cdot 5,1 = 26091,6 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию в год составят [2]:

$$Зэ. \text{ год} = Зэ \cdot N_{\text{д}} \cdot N_{\text{мес}}, \quad (5)$$

где N_d – количество рабочих дней в месяце, принимаем $N_d = 30$ дней; $N_{\text{мес}}$ – количество месяцев работы в год, $N_{\text{мес}} = 12$ мес

$$\Sigma \text{э. год} = 26091,6 \cdot 30 \cdot 12 = 9392976 \text{ руб}$$

По аналогии рассчитываем три других генератора и результаты сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Расчет затрат на электроэнергию генераторов постоянного тока

Параметры	4ГПЭМ-220	4ГПЭМ-55	4ГПЭМ-135	4ГПЭМ-15
КПД, %	86	85	91	88
Активная мощность, кВт/ч	255,8	64,7	148,4	17
Суточные затраты на эл.энергию,руб.	26091,6	6599,4	2968	280
Годовые затраты на эл.энергию, руб.	9393976	2375784	1068480	100800

Из таблицы 3 получаем общие годовые затраты на электроэнергию всех генераторов:

$$\Sigma \text{э. год} = \text{э. год}_1 + \text{э. год}_2 + \text{э. год}_3 + \text{э. год}_4 \quad (6)$$

$$\Sigma \text{э. год}_Г = 9393976 + 2375784 + 1068480 + 100800 = 12939040 \text{ руб.}$$

Переход экскаватора на тиристорный преобразователь конечно же не может полностью исключить простои по диагностике, обслуживанию и ремонту оборудования.

Общая стоимость замены оборудования (тиристорных преобразователей) [2] из таблицы 1 составит:

$$\Sigma C_{об} = C_{п} + C_{н} + C_{пх} + C_{сн} \quad (7)$$

где $C_{п}$ – стоимость тиристорного преобразователя привода подъема, р.; $C_{н}$ – стоимость тиристорного преобразователя привода напора, р.; $C_{пх}$ – стоимость тиристорного преобразователя привода поворот-ход, р.; $C_{сн}$ – стоимость тиристорного преобразователя собственных нужд, руб.

$$\begin{aligned} \Sigma C_{об} &= 400000 + 200000 + 200000 + 80000 \\ &= 880000 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Обслуживание тиристорах преобразователей в период эксплуатации является менее затратное, чем генераторов

постоянного тока. Видами обслуживания для ТП являются: межремонтное обслуживание, текущий ремонт, средний ремонт и капитальный ремонт.

Рассчитаем затраты тиристорного преобразователя КТЭ-500/600-0121-21-УХЛ4 привода подъема на электроэнергию. Активная потребляемая мощность определим по формуле (2):

$$P_{\text{потр}} = \frac{220}{0,97} = 226,8 \text{ кВт}$$

Определяем затрачиваемую активную энергию в сутки по формуле (3)

$$P_{\text{потр.сут}} = 226,8 \cdot 20 = 4536 \text{ кВт/сутки}$$

Затраты на потребляемую электроэнергию в сутки (4)

$$Зэ = 4536 \cdot 5,1 = 23133,6 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию в год составят (5):

$$Зэ. \text{ год} = 23133,6 \cdot 30 \cdot 12 = 8318096 \text{ руб}$$

По аналогии рассчитываем три других тиристорных преобразователя, результаты сводим в таблицу 4.

Таблица 4

Затраты на электроэнергию тиристорных преобразователей

Параметры	КТЭ-500/600-0121-21-УХЛ4	КТЭ-100/440-0121-21-УХЛ4	КТЭ-100/440-0121-21-УХЛ4	КТЭ-25/220-0011-21-УХЛ4
КПД, %	97	97	97	97
Активная мощность, кВт/ч	226,8	56,7	139,2	15,5
Суточные затраты на эл.энергию,руб.	4536	5783,4	2784	310
Годовые затраты на эл.энергию, руб.	8318096	2082024	1002240	111600

Из таблицы 4 получаем общие годовые затраты на электроэнергию всех тиристорных преобразователей:

$$\Sigma З_{э. \text{ год ТП}} = 8318096 + 2082024 + 1002240 + 111600 = 11503960 \text{ руб.}$$

Экономический эффект энергосбережения между генераторами постоянного тока и тиристорными преобразователями постоянного тока в годовом выражении будет составлять:

$$\Xi = \Sigma З_{э. \text{ год Г}} - \Sigma З_{э. \text{ год ТП}} \quad (8)$$

$$\mathcal{E} = 12939040 - 11503960 = 1435080 \text{ руб}$$

Экономический эффект за весь период применения тиристорных преобразователей составит:

$$\mathcal{E}_{\text{ТП}} = \mathcal{E} \cdot T \quad (9)$$

где T – срок эксплуатации тиристорных преобразователей по техническому паспорту, $T=15$ лет

$$\mathcal{E}_{\text{ТП}} = 1435080 \cdot 15 = 21526200 \text{ руб}$$

$$1208908,8 \cdot 15 = 18133632 \text{ руб.}$$

Рассчитаем полное энергосбережение за весь период использования экскаватора [2]:

$$\mathcal{E}_{\text{экс}} = \mathcal{Z}_{\text{ген}} - \mathcal{Z}_{\text{тп}} \quad (10)$$

Затраты электроэнергии при использовании генератора постоянного тока составят:

$$\mathcal{Z}_{\text{ген}} = \sum \mathcal{Z}_{\text{э.годГ}} \cdot T, \quad (11)$$

$$\mathcal{Z}_{\text{ген}} = 12939040 \cdot 20 = 258780800 \text{ руб.}$$

Затраты электроэнергии при использовании ТП:

$$\mathcal{Z}_{\text{тп}} = \sum \mathcal{Z}_{\text{э.годТП}} \cdot T, \quad (12)$$

$$\mathcal{Z}_{\text{тп}} = 11503960 \cdot 20 = 230079200 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{экс}} = 258780800 - 230079200 = 28701600 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{к}} = \frac{KB}{\mathcal{E}}, \quad (13)$$

где KB –капиталовложений проектируемого варианта, рубли;
 $\mathcal{E}$ – годовой экономический эффект, рубли.

Капиталовложения рассчитаем:

$$KB = \sum C_{\text{об}} \cdot K_{\text{мт}}, \quad (14)$$

где $K_{\text{мт}}$ - коэффициент учитывающий затраты на монтаж и транспортно-складские расходы, $K_{\text{мт}} = 1,28$

$$KB = 880000 \cdot 1,28 = 1126400 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{к}} = \frac{1126400}{1435080} = 0,78 \text{ года}$$

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений на уровне предприятий показывает доходность проекта и рассчитывается по формуле

$$E_{\text{п}} = \frac{\mathcal{E}}{KB}, \quad (15)$$

$$E_p = \frac{1435080}{1126400} = 1,27$$

Анализ экономической эффективности применения тиристорного преобразователя за срок службы горной техники (экскаватора) показал, что внедрения тиристорных преобразователей энергетически эффективно, так как коэффициент экономической эффективности капитальных вложений равен 1,27. Срок окупаемости составляет меньше года.

Следует отметить, что при внедрении тиристорного преобразователя значительно увеличивается энергоэффективность работы горнодобывающего оборудования. КПД преобразователя не ниже 95%, а генераторов постоянного тока от 80 до 90%, что увеличивает полезную потребляемую мощность установок. Тиристорные преобразователи довольно безотказны в работе и просты в эксплуатации.

Библиографический список

1. Гвоздева В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем[Текст] / В. А. Гвоздева, И. Ю. Лаврентьева– М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. – 320 с
2. Данченко О.Л. Экономика отрасли: Методические указания по выполнению практических работ[Текст] /О.Л. Данченко, Л.Н. Евдакова. – Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ФГОБУ ВПО «СибГУТИ», 2013 – 39 с.
3. Инструкция по эксплуатации тиристорного электропривода [Электронный ресурс] URL:<http://промкаталог.pf/PublicDocuments/01-9239-02.pdf>
4. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст] /В.В. Москаленко – Учебник. М.: ИНФРА-М, 2004. – 208 с.
5. Перельмутер В. М. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока[Текст] / В.М. Перельмутер, В.А. Сидоренко – М.: Энергия, 1988.
6. Расчёт электрооборудования и сетей при организации горных разработок в карьере [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://xreferat.com/102/2117-5-raschiet-elektrooborudovaniya-i-seteiy-pri-organizacii-gornyh-razrabotok-v-kar-ere.html>
7. Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники: учебное пособие[Текст] / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко – М.: Высшая школа, 1980. – 430

УДК 681.5+004
ГРНТИ 50.43

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ
В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ
И УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Шайкин А.О. менеджер,
ООО «Амурская электронная станция»,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** Рассматривается вопрос о использовании облачных технологий для управления технологическими процессами как в промышленности так и в сельском хозяйстве.*

**USE OF CLOUDY SERVICES IN SYSTEMS
OF DISPATCHERIZATION AND REMOTE CONTROL**

**Shaikin A.O.,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** The issue of using cloud technologies for management of technological processes in industry and in agriculture is considered.*

Системы автоматизации прочно вошли в нашу жизнь, облегчая управление технологическими процессами там, где человеку это сделать трудно или практически невозможно. Устройства автоматики не знают усталости, не требуют постоянного контроля и могут работать в абсолютно любых условиях и на любом расстоянии от оператора.

В связи с этим современные системы автоматизации порождают множество применений: отдалённые объекты, разветвлённые системы контроля, труднодоступные места. В последнее время активно повышается степень автоматизации систем энергоснабжения средних и небольших масштабов, а

также технологических процессов, при протекании которых присутствие человека затруднено (высокая или низкая температура, наличие взрывоопасных вредных газов и прочие факторы, так или иначе угрожающие оператору).

В наше время невозможно представить любой крупный промышленный объект без отдельного диспетчерского пункта со сложными системами наблюдения и мониторинга. Содержание таких диспетчерских пунктов требует огромных как производственных, так и финансовых вложений. Тем не менее, велик риск производственных сбоев и ошибок в связи с ненадёжностью проводных сетей связи, морального износа оборудования, порче физических носителей. Дополнительной проблемой является ресурсоёмкость процесса связи отдалённых объектов, нередко находящихся за сотни километров от диспетчерских пунктов.

В связи с этим внедрение активных систем диспетчерского контроля и мониторинга в системах автоматизации среднего и малого производств не представлялось возможным ввиду непомерных трат на их содержание.

Тенденцией последних лет стало перемещение активных вычислительных мощностей с локального местонахождения на специальные серверы в сети Интернет, называемые облачными сервисами.

Облачные сервисы позволяют производить сложные вычислительные операции, а также хранить огромные объёмы данных на удалённых серверах, используя при этом минимум технических средств. В настоящее время достаточно смартфона.

Облачные сервисы плотно вошли в нашу жизнь. Хранение контактов, фотографий, личных данных и прочего контента с возможностью доступа и изменения в любой момент с любой точки планеты на проверку оказалось весьма популярным нововведением, несмотря на некоторые ощутимые минусы. Главными минусами облачных сервисов являются:

- возможность незаконного доступа некоторых лиц к вашим данным путём взлома аккаунта

- обязательное наличие постоянно стабильного подключения к сети Интернет

- несовершенство технологии облачных сервисов, и как следствие, сбои в работе.

Однако эти минусы с каждым днём теряют свою значимость ввиду развития технологии облачных сервисов, улучшения систем защиты и персонализации, а также упрощению способов доступа к сети Интернет. Не обошли облачные сервисы и системы автоматизации.

Раньше для удалённого мониторинга и управления средствами автоматизации приходилось строить сложные системы связи на основе беспроводных модемов, контролировать постоянное наличие соединения. В связи с этим требовались немалые вычислительные мощности, да и в довершение система диспетчеризации носила локальный характер и требовала постоянного операторского контроля.

Сейчас же, с активным развитием облачных технологий, данный процесс стал менее затратным и более привлекательным для внедрения в средние и малые системы автоматизации и контроля.

Рассмотрим основные возможности облачных сервисов на примере сервиса OWENCloud.

Облачный сервис OWENCloud является наиболее доступным сервисом на территории России и стран СНГ и позволяет легко подключить к нему приборы марки ОВЕН и получить возможность контролировать и управлять ими в любое время из любого места. Рассмотрим же главные функциональные возможности сервиса:

Мониторинг и управления. Интерфейс облачного сервиса OwenCloud позволяет отслеживать и изменять параметры приборов в режиме реального времени. Система менеджмента прав пользователей позволит ограничить доступ к изменению значений параметров тем пользователям, которым этого не требуется.

Архивация. Сервис позволяет автоматически сохранять данные с подключенных приборов и просматривать их как

собственном интерфейсе, так и в сгенерированном табличном формате в течении 90 дней.

Аварийные уведомления. Интерфейс сервиса позволяет создать систему аварийных уведомлений с различными технологическими параметрами приборов, а также их комбинаций. Аварийные уведомления автоматически формируются и доставляются указанным путём в виде SMS, электронной почтой или уведомления мобильного приложения (о мобильном приложении несколько позже)

Отображение на карте. Данная функция может быть полезна владельцам систем разветвлённой диспетчеризации, так как позволяет задать местоположение каждому прибору, после чего визуально указать на интерактивной карте каждый прибор для более удобного поиска.

Интеграция со SCADA и MES-системами. Позволяет интегрировать полученные данные в системы диспетчеризации высшего уровня при помощи бесплатного OPC-сервера.

Мобильность. Под данной функцией подразумевается наличие мобильного приложения для смартфонов и планшетов на базе операционной системы Android. Приложение позволяет просматривать текущие значения, формировать таблицы и графики из записанных параметров, а также получать аварийный уведомления на телефон прямо из приложения. Полный функционал сервиса доступен только через Web-интерфейс (рис.).



Рис. Доступ к контролю параметров с любого мобильного устройства

Надёжность и безопасность: Данные передаются в зашифрованном виде и хранятся на защищенных серверах в ЦОД.

- ЦОД с уровнем надежности Tier III
- Серверы с дисковыми массивами RAID 10
- СУБД с репликацией данных
- Работа при отказе одного сервера
- Система мониторинга в другом ЦОД
- Общий UPTIME системы не ниже 99,5 %

Есть возможность настроить подтверждение команд управления устройствами одноразовыми кодами, получаемыми по SMS.

Открытый исходный код. Присутствует возможность изменения исходного кода с целью реализации индивидуальных задач и собственного программного обеспечения для использования возможностей сервиса.

Подключение приборов к облачным сервисам происходит при помощи шлюзов доступа серии Px210. Подключение приборов происходит посредством промышленного порта связи RS-485, а шлюз в свою очередь принимает данные и посылает их в сеть интернет при помощи беспроводного (GPRS, WiFi) или проводного (Ethernet) подключения.

Подведём итог. Использование облачных сервисов в системах автоматизации является перспективным и позволяет снизить издержки на содержание диспетчерских пунктов и наладку сетей связи, а также снижает уровень риска возникновения аварийных ситуаций при помощи системы индивидуальных аварийных уведомлений, не привязанных к локальному источнику.

Библиографический список

1. OwenCloud : ваши приборы всегда под рукой! [Электронный ресурс] Компания «Овен» - Режим доступа: <http://www.owen.ru/owencloud>

УДК 620.7(571.61)
ГРНТИ 44.09.37

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Шевченко М.В., канд. с.-х. наук, доцент;
Малов В.В., магистрант,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** В настоящее время традиционные энергоносители становятся все более дорогими, а использование альтернативных источников становится все дешевле. Поэтому сейчас уже можно говорить о перспективах их массового применения, что актуально в условиях ограниченности запасов традиционных источников и экологической ситуации.*

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION
OF ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY
IN THE CONDITIONS OF THE AMUR REGION**

**Shevchenko M.V., Malov V.V.,
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** At present, traditional energy carriers are becoming more expensive, and the use of alternative energy is becoming cheaper. Therefore, it is now possible to talk about the prospects of their mass application, which is relevant in the conditions of limited resources of traditional sources and the ecological situation.*

Энергетика – это одна из отраслей производства, которая развивается быстрыми темпами. Если численность населения планеты в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет. При таком

соотношении темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому сегодня важно знать ответ на следующий вопрос: каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым.

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде тепловой, и только часть ее превращается в электрическую. Однако высвобождение энергии из топлива связано с поступлением его продуктов горения в окружающую среду, что наносит ей значительный экологический ущерб.

Выступая в июле 2009 г. на расширенном заседании президиума Государственного совета, посвященном проблемам повышения энергоэффективности российской экономики, Президент Медведев Д.А. подчеркнул, что решение этих проблем зависит не только от сокращения потребления энергоресурсов, но и от запуска новых инновационных процессов, от внедрения передовых технологических решений. Наиболее узким местом, своеобразной «черной дырой» энергетики, куда «бесследно исчезают огромные энергетические ресурсы», были названы здания, сооружения и вся система ЖКХ в целом. Принятый в ноябре 2009 г. Госдумой Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» нацелен преимущественно на повышение энергосбережения.

Безусловно, в отличие от высокоразвитых стран, в

значительной степени реализовавших потенциал быстрокупаемых мероприятий и вынужденных идти по экологическим, гуманитарным и политическим соображениям на прямые методы значительной бюджетной поддержки, в России имеется огромный резерв энергоэффективности, реализуемый за счет мероприятий по «наведению элементарного порядка». Но, как справедливо отметил Д.А. Медведев, «решая проблемы сегодняшнего дня, мы, конечно, должны думать и о будущем. Надо заниматься альтернативными источниками (*энергии*), потому что рано или поздно в своих сегментах они заместят действующие традиционные углеводороды...».

Лидерами по выработке альтернативной электроэнергии (по совокупной мощности действующих объектов ВИЭ) являются США, Китай и Индия. В результате проведенного анализа использования источников альтернативной энергии, были получены следующие данные (рис.) [3].

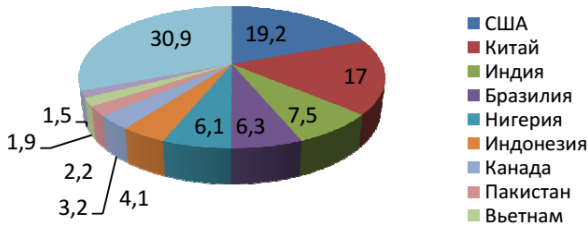


Рис. Ведущие страны производящие энергию из ВИЭ, %

Для эффективного использования возобновляемых источников энергии в энергетической системе региона важную роль играют технологии преобразования возобновляемой энергии. Их высокая стоимость, зависит от небольшой плотности энергетических потоков, их непостоянства во времени и необходимости значительных затрат на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии. Поэтому применение перспективных технологий преобразования энергии позволит существенно сократить стоимость получаемой энергии и тем самым вовлечь в энергетическую систему региона природные ВИЭ. На основе анализа различных источников информации установлены

наиболее перспективные технологии преобразования основных видов возобновляемой энергии (солнечной, ветра, биомасс). Уровень использования альтернативной энергии в Российской Федерации менее 1% от общей выработки. В первую очередь это обусловлено низкими ценами на ископаемые энергоносители и высокими капиталовложениями в альтернативные источники энергии. Именно эти трудности являются сдерживающими факторами применения альтернативных источников энергии. На основании проведенного анализа можно говорить о том, что основные исследования в области развития ВИЭ должны быть направлены на снижение себестоимости преобразователей за счет повышения их КПД, потребления материалов, повышения энергоемкости, использования органических материалов взамен дефицитного сырья.

Альтернативный источник энергии – способ, устройство или сооружение, позволяющее получать электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии) и заменяющий собой традиционные источники энергии, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле

Одним из альтернативных источников энергии является солнце. Преобразование солнечной энергии в электрическую возможно посредством использования фотоэлементов, в которых солнечная энергия индуцируется в электрический ток без использования дополнительных устройств. Хотя КПД таких устройств невелик, но они выгодны за счет медленной изнашиваемости вследствие отсутствия каких-либо подвижных частей. Основные трудности применения фотоэлементов связаны с их дороговизной и большой площадью, что требует больших территорий для их размещения. Проблема в какой-то мере решается за счет замены металлических фотопреобразователей энергии эластичными синтетическими, а также использования крыш и стен домов для размещения батарей.

Солнце даёт колоссальное количество энергии, на сегодняшний день люди приспособились использовать лишь малую её часть. Мощность энергии Солнца составляет 10^{17} Вт, данное значение в 100 тысяч раз больше уровня энергопотребления землян в конце XX века. Когда-нибудь в будущем человечество научится извлекать максимальную пользу

от бесплатной солнечной энергии, пока же технологии, позволяющие это сделать, находятся на стадии разработки. Но уже сейчас никто не сомневается в перспективах развития альтернативной энергетики.

Основные преимущества:

1. Бесконечность по времени и количеству. Всё в мире относительно, но по крайней мере ближайшие несколько миллионов лет Солнце не погаснет. Следовательно, не стоит беспокоиться о прекращении получения «солнечного сырья». Никто не может запретить кому-либо использовать столько солнечного света, сколько он захочет. Даже при условии, что все начнут безразмерно набирать себе солнечную энергию и сохранять её впрок, это ничего не изменит – хватит и аккумуляторные батареи зарядить, и на пляже позагорать.

2. Электроэнергия – удовольствие не из дешёвых. Но на сегодняшний день без электроэнергии никак. Насколько легче будет жить, экономя до трети (а то и больше) семейного бюджета на покупке электричества.

3. При желании можно всю бытовую технику перевести на работу от бесплатного солнечного света. Тем самым избавиться от приобретения газа, угля, дров, бензина. Пусть за отопление, водоснабжение, горячую ванну и передвижение на автомобиле отвечает бесшумная и экологически чистая электроэнергия.

4. Доступность в географическом плане. Нет на земле таких мест, куда совершенно не попадал бы солнечный свет, а вот электрифицированных районов, куда протянули провода, очень и очень мало. Поэтому возникает логичный вопрос: «Может быть не стоит опутывать планету «стальными сетями», а следует поставить установку солнечных батарей в труднодоступных местностях?»

Южные районы Амурской области располагают достаточно высоким гелиопотенциалом, использование которого возможно как для получения электрической, так и тепловой энергии. Количество солнечной радиации, которое принципиально возможно использовать, увеличится, если приемную поверхность наклонить под углом, равным широте местности. При этом максимум будет, достигнут, если поверхность расположить перпендикулярно солнечным лучам

(следящая поверхность). Следует отметить, что стоимость установок со следящей поверхностью в разы превышает этот показатель для гелиоприемников, наклоненных под углом широты местности.

В Амурской области годовая суммарная солнечная радиация, поступающая на поверхность, наклоненную под углом, равным широте местности изменяется в диапазоне от 1400 до 1830 кВт·ч/м². Эффективность преобразования солнечного излучения в электроэнергию в условиях Амурской области оценена для фотоэлектрических установок (ФЭУ) как дополняющих источников электроэнергии к ДЭС с целью вытеснения части дорогостоящего дизельного топлива.

В настоящее время человечество стоит перед дилеммой: с одной стороны, без энергии нельзя обеспечить материальное благополучие людей, с другой - сохранение существующих темпов ее потребления может привести к разрушению окружающей среды и как следствие - к снижению жизненного уровня и даже к угрозе нашему существованию. Поэтому использование альтернативных источников энергии является, пожалуй, единственно возможным способом дальнейшего развития энергетической отрасли, что в свою очередь важно для регионов в которых доступ к традиционным энергоресурсам затруднен.

Библиографический список

1. Алексеенко С.В. Нетрадиционная энергетика и энергоресурсосбережение // Инновации. Технология. Решения. 2006. № 3 (март). С. 38-41.
2. BP Energy Outlook 2030, January 2012 [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.bp.com
3. Global renewable energy markets - key trends and challenges [Электронный ресурс] - Режим доступа: [www/reportlinker.com/report/best/keyword](http://www.reportlinker.com/report/best/keyword).
4. Симанков В.С., Бучацкий П.Ю. Оценка эффективности вовлечения нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергобаланс региона // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. 2012. № 2 (101). С. 123132.
5. Braginskiy O.B. Alternative motor fuels: world tendencies and choice for Russia // Russian chemical journal. 2008. Vol. LII. No. 6. P. 137-146.

УДК 630.865.1
ГРНТИ 68.47.43

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Шевченко М.В., канд. с.-х. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия;
Худоногов И.А., д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО ИрГУПС, г. Иркутск, Россия;
Черномаз Е.В., магистрант 1-го обучения,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия

***Аннотация.** На сегодняшний день существует множество экологических способов решения проблемы утилизации отходов, в целом, и древесных отходов в частности. Последние имеют природное происхождение, что значительно расширяет область их применения. Традиционно древесные опилки закупаются в качестве сырья сельским сектором в основном непосредственно у деревообрабатывающих предприятий и комбинатов. Изменение отношения к отходам в целом позволило и мелкие партии отходов деревообработки, не характерные для главной технологии не свозить на свалку, уничтожая сырье, а получать выгоду.*

POSSIBLE WAYS OF UTILIZING WASTE MANAGEMENT WASTE IN THE AMUR REGION

Shevchenko M.V., Khudonogov I.A., Chernomaz E.V.,
Blagoveshchensk, Russia

***Abstract.** To date, there are many environmental solutions to the problem of waste management in general, and wood waste in particular. The latter have a natural origin, which greatly expands the scope of their application. Traditionally sawdust is purchased as raw*

material by the rural sector mainly directly from woodworking enterprises and combines. Changing the attitude to waste in general has allowed small lots of woodworking wastes not characteristic of the main technology not to be taken to the dump, destroying the raw materials, but getting benefits.

По данным ФАО ООН, четыре страны мира владеют половиной площади мировых лесов: Россия (22%), Бразилия (16%), Канада (7%), США (6%).

В отношении лесов бореальной и умеренной зон Россия является абсолютным монополистом, обладая почти половиной мировых ресурсов. Прогнозы свидетельствуют, что к 2020 г. мировая потребность в деловой древесине вырастет примерно на 300 млн. м³, и существует только один реальный источник покрытия этой потребности – леса России. Одним из богатейших источников леса является Амурская область.

Тайга занимает более 2/3 территории всей площади Приамурья и тянется на сотни километров от Станового хребта до впадения Селемджи в Зею, а по Буреинскому хребту горнотаежные леса спускаются к югу, почти до Амура. Первое место среди них занимает наиболее холодостойкая лиственница Даурская, которая занимает 80% площади здешних лесов. На 12-13 % леса Приамурья состоят из сосны, ели, пихты, березы и осины.

Сосняки наиболее часто встречаются в Тындинском и в западной части Зейского районов, на Верхнезейской и Амурско-Зейской равнинах. Сибирские ели - в Зейском, Тындинском и Магдагачинском районах.

Сложившаяся ситуация в области образования, накопления, использования, хранения и утилизации отходов промышленного производства ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов и, как следствие, к значительному экономическому ущербу.

Биомасса отходов перерабатывающих производств является масштабным источником загрязнения окружающей среды. Непрерывное образование и накопление этих отходов – это серьезнейшая экологическая проблема.

Объемы заготовки древесины растут с каждым годом.

Всего в переработку поступает 67% заготовленной древесины, в круглом виде отгружается 28,8%. Оставшаяся древесина используется в качестве дров. Балансы, образовавшиеся после раскряжевки, не только не находят место в дальнейшей переработке, а зачастую остаются на лесосеке.

Отходы лесопиления и деревообработки, в лучшем случае, просто сжигаются, в худшем – сваливаются в непосредственной близости от предприятия, неблагоприятно воздействуя на экологическую обстановку и нарушая естественный баланс в локальной экосистеме.

Если говорить о России в целом, то исследования, проведенные институтом энергетической стратегии по качественному и количественному анализу этой сырьевой базы, показали, что в настоящее время ежегодный объем производимых органических отходов по всем регионам России в сумме оставляют почти 700 млн. тонн. Из этого количества отходов ежегодно можно получать млрд. куб. м биогаза, млн. тонн пеллет и «сингаза», который можно конвертировать в 160 млрд. куб. м. водорода и т.д. Анализ ситуации показывает, что на фоне неуклонного сокращения запасов природных ископаемых, роста их себестоимости, постоянного роста тарифов на энергоресурсы и железнодорожные перевозки, возникла необходимость скорейшей сырьевой переориентации, промышленных секторов экономики на новые источники энергии.

Пути, предлагаемые для утилизации отходов должны быть скорректированы на вид и характеристики образующихся отходов, условия хранения, транспортировки, при этом должны учитывать актуальность того или иного продукта, полученного от переработки на сегодняшнем рынке или спроса в перспективе на эту продукцию. Также выбор наиболее перспективного пути должен прямым образом затрагивать вопрос экологии, который является глобальным для всего человечества в целом.

Стоит кратко охарактеризовать нетрадиционные виды продукции для рынка, получаемые в результате использования отходов лесопиления в различных сферах производства:

1. В строительной отрасли:

– термопорит – это плиты плотностью от 700 до 1300 кг/м³, различных форматов применяются в качестве конструкционно-

теплоизоляционного материала в каркасном строительстве. Расход материалов на 1 м² термопорита представлен в таблице 1.

Таблица 1

Расход материалов на 1 м² термопорита

Материалы	Марка термопорита				
	5	10	К	309	50
Цемент М300, кг	160	185	210	250	290
Известь, кг	70	80	90	110	130
Хлорная известь, кг	18	18	18	18	18
Жидкое стекло, кг (плотность 1,5)	11	12	13	14	15
Древесные опилки, м ³	1,6	1,6	1,5	1,5	1,3

– опилкобетон – это конструкционно-теплоизоляционный бетон, в котором опилки и песок используются в качестве заполнителя, а цемент и известь как вяжущее. Смеси можно использовать для изготовления штучных блоков различных размеров для последующего возведения стен построек, а также для непосредственной укладки в опалубку при возведении монолитных стен. Расход материалов на 1 м³ опилкобетона представлен в таблице 2.

Таблица 2

Расход материалов на 1 м³ опилкобетона

Марка опилкобетона и назначение	Состав 1 м³ смеси по весу, кг						Плотность опилкобетона, кг/м³
	Цемент			Известь гашеная	Песок	Опилки хвойных пород	
	М300	М400	М500				
М10 (наружные стены одноэтажных жилых домов)	105	-	-	150	530	210	950-1050
	-	90	-	165	530	210	
	-	-	75	180	530	210	
М15 (наружные и внутренние стены жилых одноэтажных домов, в т.ч. мансардных)	210	-	-	-	630	210	1050-1150
	-	135	-	105	610	200	
	-	-	105	120	620	210	
М25 (то же, что М15, животноводческие постройки, гаражи, сарай, мастерские)	300	-	-	-	670	190	1150-1250
	-	-	-	-	-	-	
	-	-	200	100	670	190	

2. В мебельном производстве:

В мебельном производстве отходы применяются для изготовления древесно-композиционных материалов (ДКМ).

3. Газификация древесины.

Газификация представляет собой процесс термического разложения древесины и коры под действием высоких температур при ограниченном доступе воздуха (в отличие от сжигания древесины с большим коэффициентом избытка воздуха). В зоне газификации температура достигает 1100 градусов по Цельсию. Газификацию осуществляют на воздушном, паровоздушном и парокислородном дутье в механизированных шахтных газогенераторах.

4. Гидролиз древесины.

Гидролизом древесины называют процесс взаимодействия полисахаридов с водой в присутствии катализаторов, в результате которого полисахариды распадаются на моносахариды.

5. Получение тепловой энергии путем прессования отходов в брикеты, пеллеты, гранулы и их последующего сжигания:

Брикеты – это прессованный вид древесных отходов с диаметром от 60 до 104 мм при длине от 60 до 400 мм. Брикеты могут быть как из опилок, коры, смеси опилок и щепы и из других различных смесей древесных отходов. Форма брикетов определяется их назначением. Брикеты для промышленного сжигания могут иметь форму шестигранника или диска, брикеты для печей и каминов – форму поленьев. Спрессованный брикет имеет плотность 1,1–1,3 т/м³, влажность от 9 до 14%, теплота сгорания 4000 ккал/кг. Содержание золы 4–5%. КПД котлов достигает 70%.

Пеллеты – это прессованная здоровая древесина, полученная из отходов лесопиления и деревообработки, с примесью коры 5%. Размер пеллетов 10*10*100 мм, конечная влажность 11–15%. Сжатие в пропорции 3:1, выходная температура пеллетов 1000С. Тепловая энергия 4,6–5,0 кВт ч/кг. КПД котлов до 85%.

Гранулы – нормированное цилиндрическое прессованное изделие из высушенной, оставленной в природе древесины, такой как: мука от работы фрезерно-отрезного станка, опил, стружка, щепа, шлифовальная пыль, остатки лесной древесины и т.п.

изготавливаются при мелком размоле древесных отходов с коэффициентом уплотнения 12, диаметр гранул 5–12 мм, длина 50–75 мм [8].

В процессе изготовления гранул клеточная структура биомассы почти полностью разрушается под действием температуры, что способствует выделению свободного углерода и быстрому сгоранию летучих веществ. Количество остатков золы не превышает 0,5–1% от общего объема используемых гранул. При сжигании гранулы не оказывают негативное влияние на окружающую среду. Учитывая эти показатели, в европейских странах гранулы наиболее часто используются для отопления домов и коттеджей. Популярность гранул в качестве «Домашнего» топлива обусловлена тем, что тепло древесины воспринимается как гораздо более приятное, чем тепло, получаемое из легкого мазута или природного газа.

Исходя из всего выше сказанного, именно производство древесных пеллет является наиболее перспективным способом переработки лесных отходов, способным решить проблему утилизации и получению прибыли.

Библиографический список

1. Лесной кодекс РФ: федер. закон РФ от 4 декабря 2008 г. № 200.
2. Биоэнергетика на основе переработки древесных отходов // Лесопромышленник. – 2008. – №45. – С. 28–29
3. Занегин Л. А. Биомасса древесины и биоэнергетика: Монография / Л.А. Занегин, И.В. Воскобойников, В.А. Кондратюк, В.М. Щелоков – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – Т. 1. – 428 С.
4. Зырянов В. Н. Технология лесопильного и лесопромышленного производства / В. Н. Зырянов. – Иркутск: ИГЭА, 2001.
5. Использование древесных отходов в отопительной котельной ЖКХ // Биоэнергетика. – 2009. – № 4. – С. 60–62
6. Лес – наш ресурс // Лесная новь. – 2008. – №6. – С. 10–15
7. Машины и оборудование для производства древесного топлива // Лес и бизнес. – 2008. – № 3. – С. 54–58
8. Суханов С. В. Перспективы использования древесных отходов и дровяной древесины для выработки тепловой и электрической энергии / С. В. Суханов // ЛесПромИнновации. – 2007. – №3.

УДК 621
ГРНТИ 44.01.83

ПРОБЛЕМА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

**Янченко А.С., мастер службы подстанций структурного
подразделения «Центральные ЭС» филиала АО «ДРСК» –
«Амурские ЭС»;
Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент,
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ,
г. Благовещенск, Россия**

***Аннотация.** Настоящей статья выполнена с целью оценки текущего состояния оборудования эксплуатируемого на объектах отечественной энергетики отечественного и зарубежного производства, а так же необходимости его замены на российские аналоги, отмечается существенное отставание отечественной продукции от иностранных производителей, проводится анализ необходимости и возможностей производства современного энергетического оборудования российскими компаниями.*

PROBLEM OF THE CHANGE TO FOREIGN PRODUCT IN DOMESTIC ENERGY

**Yanchenko A.S., Pustovaya O.A.,
Blagoveshchensk, Russia**

***Abstract.** The Persisting article is executed for the reason estimations of the current condition of the equipment exploited on object domestic energy domestic and foreign production, but in the same way need of his change on russian analogues, is noted essential backlog to domestic product from foreign producers, is conducted analysis by need and manufacturability of the modern energy equipment by russian companies.*

В настоящее время энергетическая безопасность страны не отвечает требованиям, возложенным на неё нормативными актами. А именно: оборудование должно быть взаимозаменяемым (проблема унификации); невозможность эксплуатации и ремонта импортного оборудования без присутствия иностранных представителей (в случае поломки узла или агрегата, не ремонтпригоден и меняется полностью испорченный блок, что отрицательно влияет на квалификацию эксплуатирующего персонала). Ещё одной угроз энергетической безопасности являются низкая инновационная активность в энергетическом машиностроении, что ведёт к отставанию в особо важных технологиях, и ведёт к высокой зависимости предприятий от импорта оборудования и комплектующих, сервисных и инжиниринговых услуг при монтаже, наладке и пуске нового оборудования в работу.

На сегодняшний день во всех отраслях электроэнергетики в составе собственных производственных активов эксплуатируется более 50% оборудования иностранного производства, что на прямую, ставит под угрозу энергетическую и экономическую безопасность России в связи со сложившейся внешнеполитической и экономической ситуацией.

Резкое падение курса рубля сформировало направление на снижение импортозависимости, иными словами при закупках отдается предпочтение продукции, произведенной на территории России преимущественно по ценовому предложению, что не всегда является залогом качества. При этом учитываются характеристики технологической продукции: повышенная надежность технических систем и оборудования; уменьшение числа отказов и аварий; увеличение срока эксплуатации; снижение стоимости, включающей стоимость приобретения, эксплуатации и утилизации; увеличение продолжительности жизненного цикла оборудования; повышение уровня безопасности для персонала, рядом стоящего оборудования и окружающей среды.

Основными производителями импортного оборудования являются следующие страны и компании:

1. Газовые турбины:
 - США - General Electric, Pratt & Whitney Power Systems;

- Германия - Siemens;
- Италия - Ansaldo Energia;
- Украина - ГП НПКГ «Зоря» - «Машпроект».
- 2. Паровые турбины: Украина - ОАО «Турбоатом».
- 3. Гидравлические турбины: Украина - ОАО «Турбоатом».
- 4. Котлы энергетические: Великобритания - Babcock & Wilcox.
- 5. Котлы-утилизаторы: Чехия - Первый Броненский машиностроительный завод им. К. Готвальда.
- 6. Генераторы: Украина - ГП завод «Электротяжмаш».
- 7. Трансформаторы (автотрансформаторы): Украина - Запорожский трансформаторный завод.
- 8. Выключатели:
 - Швейцария - ABB;
 - Германия - Siemens;
 - Франция - Areva, Alstom;
 - Болгария - завод «Авангард».

По экспертным оценкам, около 33% рассматриваемого иностранного оборудования и объектов генерации украинского производства, а также 38% иностранного оборудования и объектов электросетевого комплекса украинского производства имеет аналоги, производимые в России.

На основании Постановления Правительства РФ от 17.07.2015 № 719 «О критериях отнесения промышленной продукции к промышленной продукции, не имеющей аналогов, произведенных в Российской Федерации» (далее - Постановление), где при анализе в качестве аналога принималась промышленная продукция, имеющая схожесть параметров, касающихся функционального назначения или перечня выполняемых функций, области применения, качественных характеристик (длительность гарантийного срока, срока годности или срока службы, надежность, энергоемкость, экологичность, физические, химические, механические свойства, не относящиеся исключительно к внешнему виду промышленной продукции и существенным образом влияющие на функциональное назначение, область применения или качественные характеристики промышленной продукции):

Для паровых турбин - по установленной мощности, давлению и температуре острого пара, по типу турбины: «К», «Т», «ПТ», «Р» и т.п.;

Для газовых турбин - по установленной мощности и температуре газов на срезе выхлопного патрубка турбины; для гидравлических турбин - по установленной мощности и расчетному напору; для паровых котлов и котлов-утилизаторов - по пара производительности. Основному и резервному виду сжигаемого топлива, давлению и температуре острого пара;

Таблица 1

Виды и типы оборудования иностранного производства с высокой степенью возможности замещения отечественными аналогами

Вид оборудования	Производство	Количество, ед.
Генерирующее оборудование		
Газовые турбины	Иностранное	2
Гидравлические турбины	Украина	6
Котлы энергетические	Иностранное	7
Генераторы	Иностранное	3
	Украина	16
Трансформаторы (автотрансформаторы)	Иностранное	7
	Украина	196
Выключатели	Иностранное	203
	Украина	1
Электросетевое оборудование		
Трансформаторы (автотрансформаторы)	Иностранное	289
	Украина	1 789
Трансформаторы тока измерительные	Иностранное	1 417
	Украина	3 812
Трансформаторы напряжения измерительные	Иностранное	927
	Украина	1 407
Выключатели	Иностранное	1 396
	Украина	3

Для электротехнического оборудования - по номинальному напряжению, номинальной мощности, классу точности, частоте вращения, номинальному току отключения).

В таблице 1 представлены перечни видов и типов оборудования иностранного производства с высокой степенью возможности его замещения отечественными аналогами.

Отбор производился по следующим показателям: наличие отечественного аналога; условия установки аналога, реконструкция/замена фундамента; условия установки аналога, изменение состава и присоединения вспомогательного оборудования.

По результатам анализа установлено, что на территории РФ отечественной промышленностью в основном не производится генерирующее оборудование в полной мере соответствующее аналогичному иностранному. Эксплуатируемое иностранное и украинское оборудование не может быть замещено на действующих объектах в существующих ячейках блоков без дополнительных расчетов и внесения изменений в элементы конструкций и технологические схемы. Однако, в соответствии с данными собственников, есть отечественные виды/типы оборудования, которые могут заменить оборудование иностранного и украинского производства без дополнительного вмешательства в схемы присоединения вспомогательного оборудования, переустройство фундаментных опор.

Оборудование электросетевого хозяйства заменить аналогичным отечественным оборудованием значительно больше. Объясняется это спецификой технологического процесса, площадками размещения, а также массой и размерами оборудования. В таблице 1 представлена сводная информация о видах и количестве оборудования, не требующего изменения схем присоединения вспомогательного оборудования и переустройства фундаментов при установке аналогов отечественного производства.

Судя по показателям технического состояния основного оборудования (табл.2), то мы видим, что наиболее критичные значения имеет оборудование украинского либо российского производства, на замену которого экономически целесообразно приобретать современные модификации оборудования с улучшенными характеристиками.

На объектах генерации оборудование российского производства занимает лидирующие позиции по его количеству среди паровых и гидравлических турбин, котлов утилизаторов, генераторов, трансформаторов и выключателей, при этом средневзвешенное значение отработанного паркового ресурса на 10647 ед. составляет 85,04%. для оборудования производства Украины средневзвешенное значение отработанного паркового ресурса на 1860 ед. оборудования составляет 105,07%, что существенно выше, чем у российского оборудования.

Таблица 2**Показатели технического состояния основного оборудования**

Виды компаний	Всего	Иностранного производства	Украинского производства	Российского производства
Средний срок службы основного оборудования, лет				
Генерирующие компании	27	9	24	33
Электросетевые компании	22	7	27	25
Доля основного оборудования, эксплуатируемого за пределами паркового ресурса/срока службы, %				
Генерирующие компании	50	10	40	60
Электросетевые компании	50	10	70	60
Среднее количество отработанных парковых ресурсов/сроков службы				
Генерирующие компании	0,93	0,34	0,95	1.12
Электросетевые компании	0,97	0,28	1,23	1.05

Необходимо отметить, что, несмотря на более высокие показатели отработанного паркового ресурса оборудования производства Украины по сравнению с Россией, количество оборудования российского производства существенно выше. Для электросетевых объектов ситуация складывается неоднозначно, поскольку в одних случаях доля российского оборудования по сравнению с оборудованием иностранного производства Украины выше, в других случаях сравнима или ниже.

Так, количество выключателей российского производства классом от 110 до 750 кВ составляет 25222 ед. против 8043 ед. оборудования иностранного производства и 50 ед. оборудования производства Украины классом от 110 до 220 кВ. Примерно сходная ситуация складывается для трансформаторов напряжения измерительных классом от 110 до 750 кВ, где доля российского оборудования составляет 22239 ед., против оборудования производства Украины - 6933 ед., при этом показатель отработанных парковых ресурсов составляет: 0,99 - Россия, 1,05 - Украина.

Трансформаторы (автотрансформаторы) производства России и Украины практически сравнимы как по количеству (8748 ед. - Россия и 7113 ед. - Украина), так и по показателю отработанных парковых ресурсов/сроков службы (1,28 - Россия и Украина).

Для трансформаторов тока измерительных доля российского оборудования существенно ниже производства Украины классом напряжения от 110 до 750 кВ, количество российского оборудования составляет 20570 ед., украинского 25085 ед., при этом показатель количества отработанных парковых ресурсов украинского оборудования существенно выше российского и составляет 1,27 против 0,94.

В целях восстановления ресурса и исправности, или работоспособности оборудования электрических станций и сетей, организациями электроэнергетики в необходимых объемах с установленной периодичностью планируются и проводятся ремонты основного оборудования. Наличие ресурсов для обеспечения ремонта электрооборудования и запасных частей является составляющей показателя надежности в электроэнергетике.

В данной ситуации необходимо обратить внимание на основное оборудование иностранного производства, которое составляет значительную часть в общем объеме эксплуатируемого в настоящее время оборудования. При условии расширения санкций могут возникнуть проблемы с поставками достаточного количества и качества запасных частей, комплектующих, расходных материалов иностранного

производства, необходимых для проведения соответствующих ремонтов.

Доля иностранных запасных частей для проведения ремонтов составляет по разным категориям оборудования объектов генерации от 5 до 83% для текущих, средних и капитальных ремонтов (табл.3).

Таблица 3

Доля иностранных запасных частей на объектах генерации

Вид оборудования	Доли стоимости иностранных запасных частей, %		
	Текущий ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
Газовые турбины	82	82	83
Котлы-утилизаторы	61	62	63
Выключатели	45	47	56
Паровые турбины	36	43	53
Генераторы	32	34	39
Трансформаторы (автотрансформаторы)	15	15	23
Котлы энергетические	9	9	9
Гидравлические турбины	5	5	9
Всего:	34	35	43

В свою очередь на объектах электросетевого хозяйства доля запасных частей иностранного производства составляет от 75 до 95% для текущего, среднего и капитального ремонта (табл.4). Немаловажным фактором успешного проведения ремонтной компании иностранного оборудования является ремонтпригодность оборудования, а также наличие специализированных ремонтных предприятий и сервисных центров, способных выполнить комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделия и восстановлению ресурса изделий или их составных частей непосредственно на энергопредприятиях или в заводских условиях транспортабельного оборудования.

Таблица 4

**Доля запасных частей иностранного производства
на объектах электросетевого хозяйства**

Вид оборудования	Доли стоимости иностранных запасных частей, %		
	Текущий ремонт	Средний ремонт	Капитальный ремонт
Трансформаторы (автотрансформаторы)	84	83	77
Трансформаторы тока измерительные	90	94	95
Трансформаторы напряжения измерительные	87	89	91
Выключатели	75	88	93
Всего:	87	91	92

На сегодняшний день подавляющая часть оборудования иностранного производства и Украины ремонтируется непосредственно на месте эксплуатации в пределах предприятий объектов электроэнергетики.

При этом практика проведения ремонтов оборудования вне территории эксплуатируемых площадок позволяет выделить следующие категории оборудования генерации и их количество: газовые турбины мощностью менее 50 МВт - 35 ед.; гидравлические турбины мощностью менее 50 МВт - 45 ед.; трансформаторы (автотрансформаторы), производства Украины - 52 ед.; выключатели иностранного производства - 143 ед.

Для объектов электросетевого хозяйства проведение ремонтов некоторых категорий оборудования, иностранного производства и Украины, возможно только вне территории предприятий, в их числе: трансформаторы (автотрансформаторы) - 644 - ед.; трансформаторы тока (измерительные) - 2611 ед.; трансформаторы напряжения (измерительные) - 904 ед.; выключатели - 1429 ед. С позиции среднего срока службы оборудования, в условиях существенной доли российского генерирующего и электросетевого оборудования на объектах электросетевого хозяйства в сравнении с иностранными

производителями. Возникает риск замены российского оборудования на иностранные аналоги в ближайший период, существенным образом превосходящие по ценовым, качественным и сервисным характеристикам.

При этом оборудование производства Украины, эксплуатируемое на объектах электросетевого хозяйства и находящееся за пределами срока службы, открывает новые возможности для российских производителей по расширению занимаемой доли рынка.

В свою очередь, при высоких объемах как иностранного, производства Украины, так и российского оборудования, находящегося за пределами срока службы возникают риски технологических сбоев оборудования, техногенных аварий, и снижению энергетической безопасности.

Библиографический список

1. НТЦ ФСК ЕЭС: оригинальные решения в сфере управления энергосистемами и энергообъединениями. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ntc-power.ru>
2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-15467-79>.
3. ГОСТ 30848-2003 (ИСО 13380:2002). Диагностирование машин по рабочим характеристикам. Общие положения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30848-2003>.
4. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18322-78>.
5. СТО 70238424.27.010.001-2008. Электроэнергетика. Термины и определения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200093629>.
6. Технический регламент Таможенного союза от 18.10.2011 г. № 010/2011 «О безопасности машин и оборудования». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902307904>.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ В АПК

*Материалы всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*

Компьютерная верстка Н.Н. Федотовой

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 02.04.2018 г. Формат 60×90/16.
Уч.-изд.л. – 7,1. Усл.-п.л. – 11,6.
Тираж 60 экз. Заказ 32.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
издательства Дальневосточного ГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86