

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ

*Материалы 7-й всероссийской научной конференции
с международным участием,
посвященной профессиональному празднику «День энергетика»
(Благовещенск, 19 декабря 2019 г.)*

Благовещенск
Издательство
Дальневосточного государственного аграрного университета
2020

УДК 631.371:620.9
ББК 31
А43

Печатается по решению
оргкомитета конференции

Редакционная коллегия:

Бородин М.В., канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, г. Орёл;
Григорьев Д.А., канд. техн. наук, доцент, УО «ГГАУ», г. Гродно;
Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Наумов И.В., профессор, ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ им. А.А. Ежевского, г. Иркутск.

А43 Актуальные вопросы энергетики : матер. 7-й всерос. науч. конф. с международным участием (Благовещенск, 19 дек. 2019 г.) / отв. ред. канд. с.-х. наук, доц. О. А. Пустовая. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020. – 241, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-9642- 0493-0

Представлены результаты экспериментальных научно-исследовательских работ обучающихся электроэнергетического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета, а также образовательных учреждений Амурской области, Российской Федерации и Республик Беларусь и Узбекистан по электроэнергетике, применению нетрадиционных источников энергии, применению систем автоматики и др.

УДК 631.371:620.9
ББК 31

Рекомендовано к печати ученым советом электроэнергетического факультета
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ (Протокол № 6 от 24.01.2020 г.)

ISBN 978-5-9642-0493-0

© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2020
© Оформление. Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Веклич А.А.</i> Перспективы возведения приливной электростанции	6
<i>Брагин Д.П.</i> Применения солнечных панелей в качестве резервного источника питания оборудования связи на ПС 35/10кВ	11
<i>Боярков Д.А.</i> Анализ классификации рисков сельских электрических сетей.....	14
<i>Борисова Ю.И., Чернозубов И.В.</i> Радиоактивные отходы – опасный итог использования ядерной энергии.....	17
<i>Анисимов А.В.</i> Анализ развития рынка СНЭ в России	19
<i>Гафуров Р.А.</i> Актуальность развития систем хранения электрической энергии в энергосистемах.....	23
<i>Федичкина В.А.</i> Ветроустановка для объектов агропромышленного комплекса.....	27
<i>Супрун Д.А.</i> О функциональном диагностировании тиристорных плеч в силовых преобразователях электровозов переменного тока	31
<i>Моисейченко О.В.</i> Дальний Восток как передовая площадка для внедрения цифровых подстанций.....	35
<i>Кустов Д.Ф.</i> Применения солнечных коллекторов для сушки обмоток трансформатора.....	38
<i>Иойнис М.Г.</i> Современные требования к грозозащите электрических станций и подстанций.....	42
<i>Вдовин В.В.</i> Оценка перспективы использования тепловых насосов.....	46
<i>Большаков М.В.</i> Проблемы обеспечения электромагнитной совместимости	50
<i>Сармутдинова Д.Н., Ундубаева А.А.</i> Использование информационных технологий в контексте реализации проекта «Комфортная городская среда»: «Умная остановка» в г. Оренбурге.....	53
<i>Сазонова Н.Е.</i> Новые технологии в реализации ВИЭ	55
<i>Худяков Е.А., Мамонов Р.В.</i> Использование искусственного интеллекта в энергетической промышленности	58
<i>Разаков М.А., Чернова Р.В.</i> Переход от неклассической к постнеклассической науке строительной специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция».....	60
<i>Николаева Т.А.</i> Оценка эффективности применения биогазовых установок в Амурской области	63
<i>Моисеенко К.А.</i> История энергосистемы Сахалинской области.....	68
<i>Мануйленко А.Н.</i> Электроозонирование воздуха птицеводческих помещений	71
<i>Макаров В.Ю.</i> Альтернативные источники энергии для предприятий агропромышленного комплекса Тверской области.....	74
<i>Лисовский В.В.</i> Программа по расчёту инсоляции и определению оптимального угла наклона солнечной панели.....	76
<i>Катков И.Е.</i> Особенности взаимодействия Российской Федерации со странами Латинской Америки в нефтегазовом секторе (на примере Кубы и Венесуэлы).....	81
<i>Иванов Л.В., Анохин А.В.</i> Подбор энергоэффективной модели регазификационной установки	85
<i>Куанова Д.Х., Нурумова К.К.</i> Влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду в контексте обеспечения энергетической безопасности страны	88
<i>Иванов Л.В., Анохин А.В.</i> История развития морского транспорта сжиженного природного газа.....	90

<i>Емкужев Х.А.</i> Энергосбережение в роботизации доильных устройств для горных условий хозяйствования.....	94
<i>Евсеев А.С.</i> Электроэнергетическая отрасль Чувашской республики: история становления и текущее состояние	97
<i>Чушкина В.В.</i> Актуальная проблема отрасли электроэнергетики: коррозионный износ конструкций опор ЛЭП.....	99
<i>Глазырин А.В.</i> Чебоксары – центр релестроения страны: история становления.....	105
<i>Волков А.Ю.</i> Повышение эффективности электропотребления сельскохозяйственных предприятий Калининского района Тверской области путем внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии	107
<i>Савин Н.В., Чушкина В.В.</i> Проблема нефтегазовой отрасли: исследование резонансных свойств бурильной колонны	110
<i>Защитников Е.Д., Калашников И.К.</i> Методы диагностики энергогенерирующего оборудования.....	117
<i>Ван А.</i> Использование отходов лесоперерабатывающей промышленности как нетрадиционный источник энергии в условиях Амурской области.....	121
<i>Савин Н.В., Чушкина В.В.</i> Проблема нефтегазовой отрасли: влияние колебаний на работоспособность бурильной колонны.....	126
<i>Филимоненко А.В.</i> Моделирование и создание воздушного завихрителя в программе Autodesk Inventor Professional 2017, как одной из деталей вихревой трубки Ранка-Хилша, для дальнейшего создания рабочей модели, показывающей применение эффекта Ранка-Хилша в энергетике.....	130
<i>Матафонов Г.Г.</i> Разработка энергоэффективной технологии контроля над состоянием микроклимата животноводческих помещений.....	134
<i>Пасенко Н.А.</i> Разработка технологии переноса тепла в гибридном солнечном коллекторе	136
<i>Николаенко С.О.</i> Методика расчета гелиосистемы для ГВС и ГТС в Амурской области	140
<i>Назытты Б.В.</i> Анализ источников системы наружного освещения в студенческом городке ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ	144
<i>Маркова М.Е., Калинина А.А., Князев Н.А.</i> Исследование электромагнитных полей в студенческом городке Дальневосточного ГАУ.....	146
<i>Филимоненко А.В.</i> Моделирование и создание кольца - держателя конуса в программе Autodesk Inventor Professional 2017, как одной из деталей вихревой трубки Ранка-Хилша, для дальнейшего создания рабочей модели, показывающей применение эффекта Ранка-Хилша в газовой отрасли.....	151
<i>Местников Н.П.</i> Комбинированное электроснабжение труднодоступных объектов сельского хозяйства Дальнего Востока	154
<i>Савин Н.В., Чушкина В.В.</i> Проблема нефтегазовой отрасли: коррозионный износ трубопроводов.....	160
<i>Соломина А.С.</i> Перспективы применения энергии ветра и солнца для производства водорода	165
<i>Трибунский М.М.</i> Возможность устройства возобновляемых источников энергии на мостовых сооружениях.....	168
<i>Чушкина В.В.</i> Расчет энергетических характеристик ГТУ на различных режимах.....	173
<i>Иванищев Р.А.</i> Перспективы обеспечения горячего водоснабжения сельскохозяйственного производства на основе нетрадиционных источников энергии.....	180
<i>Власюк Р.С.</i> Использование отходов растениеводства для формирования топливных гранул.....	183

<i>Хаткевич В.Н., Пивкин А.А.</i> Разработка эффективных интеллектуальных технологий управления освещённостью и спектральным составом для систем закрытого грунта	186
<i>Столбов Л.С., Кудрявцева К.В.</i> Увеличение КПД фотоэлементов и получение тепловой энергии за счёт элемента Пельтье ТЕС1-12706	189
<i>Чушкина В.В.</i> Обеспечение безопасности при эксплуатации парогазовой установки	194
<i>Бочарова А.Ю., Губанов Д.В.</i> «Великаны Дон Кихота» на службе у современной энергетики	201
<i>Черненко И.Г.</i> О качестве холодного и горячего водоснабжения в Санкт-Петербурге	204
<i>Худяков Е.А., Мамонов Р.В.</i> Альтернативные источники энергии. Гелиостанции: реалии, проблемы и перспективы	213
<i>Ракитин С.А.</i> Эффективность внедрения биогазовых установок в сельскохозяйственном предприятии АО «Луч»	215
<i>Садкин И.С.</i> Опыт работы Южно-Абинской станции «Подземгаз»	219
<i>Щекин Д.А.</i> Применение устройств стабилизации давления горячей и холодной воды на одном уровне в коммунальных домах	222
<i>Зохидов Д.Р.</i> Угли Применимость солнечной энергетики в качестве альтернативного источника электроснабжения в нефтегазовых компаниях Республики Узбекистан	228
<i>Шустиков А.В.</i> Исследование дефектов в плоских проводниках с током	231
<i>Щербинин А.В.</i> Анализ параметров и характеристик постоянных магнитов, применяемых для возбуждения синхронного генератора ветроэнергетической установки	234
<i>Артеменков А.С., Чернов Ю.В.</i> Геотермальная энергия: источники и перспективы использования	237
<i>Макарчук Н.О., Лесик В.Ю.</i> Оптимизация контроля параметров микроклимата в теплице с помощью микроконтроллера Arduino Nano	238

УДК 621.311
ГРНТИ 44.35.33

Веклич А.А., студент, 3 курс
Научный руководитель – Проценко П.П., доцент
ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ПРИЛИВНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Аннотация. В данной статье рассматривается проектирование Авачинской приливной электростанции, описание её преимуществ и недостатков, а также расчеты параметров для данного объекта и сравнительный анализ с действующими традиционными электростанциями Камчатского края.

Ключевые слова: Камчатский край, возобновляемые источники энергии, приливная электростанция, чистая энергия, научно-технический прогресс, расчет параметров, анализ.

Авачинская губа - крупная незамерзающая бухта Тихого океана у юго-восточного побережья полуострова Камчатка. Основные близлежащие крупные города - Петропавловск-Камчатский и Вилучинск. Авачинская губа представляет собой внутреннюю, закрытую часть Авачинского залива. Длина бухты составляет 24 километра, ширина у входа - 3 километра, общая площадь водного зеркала - 215 км². Глубина достигает 26 метров. Экспериментально разместим в этом регионе приливную электростанцию, которая будет носить за собой название Авачинская ПЭС. Для наглядности и представления воссоздадим рисунок возможного расположения ПЭС на губе (рис. 1). Она будет расположена на юго-востоке Авачинской губы между мысами Станицкого и Вилкова, соединяя соответственно левый и правый берега. Авачинская ПЭС будет иметь следующие характеристики.

Плотина: длина - 1358 м, ширина - 33 м и высота от дна моря - 30 м; общая мощность из расчетов составляет 193,5 МВт (предположительно 20 турбин по 10 МВт); годовое использование мощности - примерно 40%; годовой объем производства электроэнергии - 1695 ГВт·ч.

В качестве преимуществ возведения Авачинской ПЭС можно отметить следующее:

- низкая себестоимость электроэнергии для жителей, предприятий крупных городов Петропавловск-Камчатский, Вилучинск и других поселений;

- неизменная выработка энергии в месячном (сезонном и многолетнем) периодах за весь срок эксплуатации;

- отсутствие зависимости от уровня выпадаемых в году осадков данного района;

- расположение Авачинской ПЭС климатически благоприятное, вода не замерзает зимой;

- устойчивость работы в энергосистемах как в базовом режиме, так и в пике графика нагрузок;

- отсутствие проблем, отрицательно влияющие на окружающую среду;

– улучшение транспортной системы района, включая возможность строительства дороги на дамбе, что позволит быстрее добираться между крупными городами: Вилучинск и Петропавловск-Камчатский.



Рис. 1. Возможное расположение ПЭС на Авачинской губе

Необходимо отметить также и ряд факторов, относящихся к недостаткам:

- очень высокие затраты на строительство приливной электростанции и их долгая окупаемость из-за малой эффективности;
- большие расходы воды при относительно низких напорах, что приводит к необходимости использования большого количества турбин;
- электроэнергия будет вырабатываться не круглосуточно, а в определенные промежутки времени;
- продолжительность активного периода приливов составляет всего 4-5 ч;
- возможное негативное влияние на морскую биоту;
- перепад уровня воды во время приливов и отливов менее 5 метров, что опять же приводит к необходимости использования большого количества турбин.

В узкой части Авачинской губы величина приливов достигает 2 метра. Площадь бассейна приблизительно равна 215 км². Из курса физики, нам известна формула для нахождения мощности:

$$N = \frac{A}{t} \text{ ,} \quad (1)$$

где A - работа, совершаемая приливом за приливно-отливный цикл;
 t - время, в течении которого совершается эта работа.

Работа, совершаемая приливом за приливно-отливный цикл, за исключением отсутствия поверхностных уклонов, т.е. при максимальном заполнении бассейна, будет определяться следующим образом:

$$A = \frac{H}{2} \cdot H \cdot S \cdot 10,05 \cdot 10^6, \quad (2)$$

где H - величина прилива;
 S - площадь бассейна;
 $10,05$ - удельный вес морской воды.

Работа прилива, совершаемая за сутки будет выглядеть:

$$A' = 3,87 \cdot A, \quad (3)$$

где A' - работа прилива, совершаемая за сутки;
 $3,87$ - число полуциклов колебания приливной волны в сутки;
 A - работа, совершаемая за приливно-отливный цикл.

Делением суточной работы прилива на число секунд в сутках, получим среднесуточную мощность прилива:

$$N' = \frac{A'}{t'}, \quad (4)$$

где N' - среднесуточная мощность прилива;
 A - работа прилива, совершаемая за сутки;
 t - число секунд в сутках.

Тогда среднесуточная мощность:

$$N' = \frac{3,87 \cdot H \cdot H \cdot S \cdot 10,05 \cdot 10^6}{2 \cdot 86400} = 215 \cdot H^2 \cdot S. \quad (5)$$

$$N' = 225 \cdot 2^2 \cdot 215 = 193500 \text{ кВт} = 193,5 \text{ МВт}.$$

Эта мощность может приниматься для определения экспериментальной (неустановленной) мощности Авачинской ПЭС. К дополнению, она может быть определена для нахождения годового запаса электрической энергии для экспериментальной ПЭС по формуле:

$$E_{\text{год}} = 8760 \cdot 225 \cdot H^2 \cdot S = 8760 \cdot 193500 = 1695 \text{ ГВт} \cdot \text{ч}. \quad (7)$$

Общая мощность электростанций Камчатки составляет 576,74 МВт.

Опишем все действующие электростанции данного региона и их электрическую мощность, разделив их, для наглядности, на две группы:

- традиционные электростанции, общая установленная мощность 453,83 МВт;
- возобновляемые электростанции, общая установленная мощность 122,91 МВт.

Таблица 1

Традиционные электростанции

Наименование	Установленная мощность, МВт
Камчатская ТЭЦ-1	229,00
Камчатская ТЭЦ-2	163,20
ДЭС «Южные электрические сети»	60,06
Озерновская ДЭС	1,57
ИТОГО:	453,83

Таблица 2

Возобновляемые электростанции

Наименование	Установленная мощность, МВт
Быстринская мГЭС	1,71
Толмачевская мГЭС-1	2,00
Толмачевская мГЭС-2	24,80
Толмачевская мГЭС-3	18,40
Мутновская ГеоЭС	50,00
Верхне-Мутновская ГеоЭС	12,00
Паужетская ГеоЭС	12,00
Ветроэнергетический комплекс	2,00
ИТОГО:	122,91

На круговой диаграмме представлена суммарная установленная мощность всех действующих возобновляемых электростанций и установленная мощность основных традиционных электростанций Камчатского края (рис. 2).

Диаграмма наглядно показывает, какие электростанции Камчатки преобладают в выработке электрической мощности на сегодняшний день. Но если осуществить проект и установить Авачинскую ПЭС на Авачинской губе, рассчитанная мощность которой составляет 193,5 МВт, то диаграмма примет другой вид (рис. 3). Отсюда можно сделать вывод, что возобновляемые источники энергии вместе с установленной Авачинской ПЭС значительно больше увеличатся по выработке мощности и приблизятся к той отметке, когда выработка мощности традиционных электростанций и ВИЭ будут практически равны.

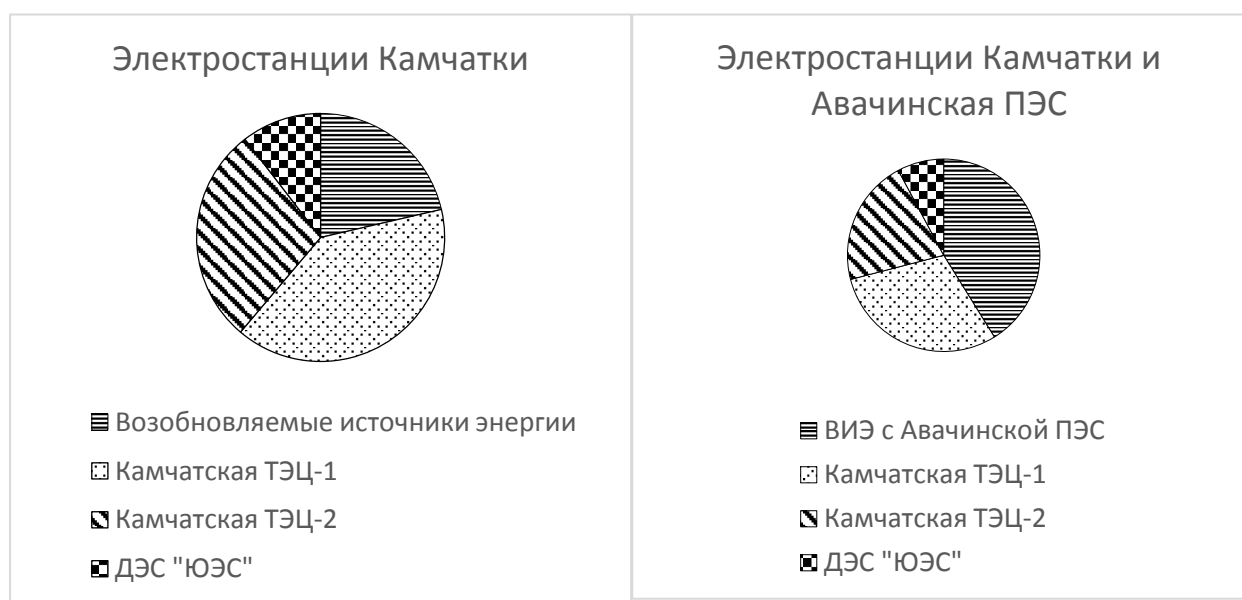


Рис. 2. Доля производства энергии

Рассмотрим случай, который покажет какие традиционные электростанции может

полностью заменить спроектированная Авачинская ПЭС (рис.3).



Рис.3. Сравнение традиционных электростанций и Авачинской ПЭС

Из диаграммы видно, что Авачинская ПЭС сможет полностью заменить такие традиционные электростанции, как: ДЭС «Южные электрические сети» или Камчатскую ТЭЦ-2. Но так как Камчатская ТЭЦ-2 расположена в крупном городе Петропавловск-Камчатский, а экспериментальная приливная электростанция тоже размещена у подножия этого города, то целесообразно сделать вывод, что данная теплоэлектроцентраль может быть полностью ликвидирована или служить в качестве резервной электростанции.

В данной работе был рассмотрен проект экспериментального расположения приливной электростанции на Авачинской губе Камчатского края. Была воссоздана модель ее наилучшего расположения для более выгодной и эффективной работы. Рассчитаны для неё такие технические данные как: среднесуточная мощность (193,5 МВт) и годовой запас электрической энергии (1695 ГВт·ч), которые будут вырабатываться данной приливной электростанцией. Исходя из этих расчетов и известной малой величиной прилива в данном регионе, можно сделать вывод, что для более эффективной работы Авачинской ПЭС, нужно разместить предположительно 20 генераторов по 10 МВт. Но исходя из экономической точки зрения-данное сооружение требует влияния крупных спонсоров, которые смогут выделить финансирование на данный проект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жибра, Р. Энергия приливов и приливные электростанции: пер. с фр. / Р. Жибра : под ред. Л. Б. Бернштейна, Н. А. Картвелишвили. – М.: Мир, 1964. - 303 с.
2. Патент № 2195531. Способ возведения крупноблочного сооружения в прибрежной зоне водоема и плавкомплекс для осуществления способа : гос. рег. 27.12.2002 / И.В. Кузнецов, И.В. Семенов, Ю.В. Кондрашов
3. Сичкарев, В.И. Волновые энергетические станции в океане / В.И. Сичкарев, В.А. Акуличев. - М.: Наука, 1989. - 132 с.
4. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. / Дж. Твайделл, А. Уэйр. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 392 с.

УДК 621.31
ГРНТИ 44.37

Брагин Д.П., магистрант, 3 курс
Научный руководитель – Горбунова Л.Н., канд. с.-х. наук
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ НА ПС 35/10КВ

Аннотация. В статье рассматривается методика выбора типов и характеристик оборудования и обосновывается выбор наиболее подходящего оборудования, согласно требованиям к параметрам данной системы резервного питания.

Ключевые слова: Связь, электроэнергетика, резервное питание оборудования, солнечная батарея.

Для организации резервного питания оборудования связи и телемеханики на распределительной подстанции (ПС) 35/10 кВ, в условиях низкой ветровой нагрузки, наиболее подходящим является использование солнечной электростанции. В данной системе решающее значение имеет место, необходимое для ее размещения на территории ПС, следовательно, самое главное – это спроектировать такую систему, с которой в дальнейшем не возникнет трудности с размещением ее в отведенном для этого месте. Для этого необходимо выбрать тип кристаллов панели (с наиболее высоким КПД), определить, сколько энергии в нашем регионе может выдать одна солнечная панель, чтобы определиться с их количеством, а также подобрать аккумуляторы, контроллер заряда и инвертор.

Сами солнечные батареи вырабатывают солнечную энергию только в светлое время суток и выдают свою паспортную мощность только при наличии чистого неба и падении солнечных лучей под углом близком к 90 градусам. При падении солнца не под прямым углом мощность и выработка электроэнергии заметно падает, и чем острее угол падения солнечных лучей, тем падение мощности больше. В пасмурную погоду мощность солнечных батарей снижается, даже при лёгких облачках и дымке мощность солнечных батарей падает в 2 раза, и это всё надо учитывать.

При расчёте необходимо выбрать рабочее время, при котором солнечные батареи работают почти на всю мощность, равным 7 часов, это с 9 утра до 4 часов вечера. Панели летом будут работать от рассвета до заката, но утром и вечером выработка будет совсем небольшая, по объёму всего 20-30% от общей дневной выработки, а 70%-80% энергии будет вырабатываться в интервале с 9 до 16 часов.

Итак, для начала необходимо определиться с энергопотреблением оборудования, чтобы подобрать оптимальное количество панелей необходимых для его бесперебойного питания. Для точного определения необходимой мощности установки резервного питания было проведено детальное исследование потребления электроэнергии оборудованием связи, главным звеном в схеме цифровой связи служит гибкий мультиплексор М30АЕ компании «Симос». Блок предназначен для уплотнения аналоговых абонентских и соединительных линий, сопряжения аналоговых и цифровых АТС [2]. Согласно замерам, потребляемая мощность равна 14 Вт.

Для организации мониторинга состояния оборудования (телемеханики) применяются контроллеры электронной ячейки (КЭЯ) фирмы «Знак+». Это многофункциональный счётчик-измеритель и цифровой измерительный преобразователь. На подстанции на каждую ячейку устанавливается по одному контроллеру. Всего на данной подстанции их установлено 12 штук. Паспортная потребляемая мощность каждого равна 1 Вт, следовательно суммарная равняется 12 Вт [3]. Также на ПС используется система видеонаблюдения, состоящая из 2 видеокамер, суммарной потребляемой мощностью 20 Вт.

Установив мощности всех источников энергопотребления, необходимо провести расчет требуемого количества панелей. Для этого расчетную мощность P , делят на количество энергии выдаваемой одной панелью $W_{\text{пан}}$ умноженную на количество суток, при которых оборудование находится в работе.

$$N = \frac{P}{W_{\text{пан}} \cdot N_{\text{сут}}}, \quad (1)$$

где P – расход электроэнергии, кВт/ч в месяц;

$W_{\text{пан}}$ – количество энергии выдаваемой одной панелью в сутки;

$N_{\text{сут}}$ – количество суток, при которых оборудование находится в работе.

Согласно полученным результатам, было установлено, что для полноценной работы системы необходимо 4 монокристаллических солнечных панели мощностью 180 Вт каждая [1]. Расчёты проводились для месяца с самым низким уровнем солнечной инсоляции в году – декабря (по экспериментальным и расчетным данным).

В данной системе солнечные панели генерируют электричество с постоянным напряжением 18 В, а для питания оборудования необходимо переменное напряжение 220 В. Именно инвертор делает использование таких батарей пригодным для сети в 220 В. Для системы резервного питания был выбран автономный инвертор. Инверторы автономного типа работают в составе солнечных электростанций, обеспечивающих автономное электроснабжение потребителей электрической энергии. Технические устройства данного типа преобразуют накопленную в аккумуляторах энергию до требуемых параметров и обеспечивают надежность автономного электроснабжения. Суммарная потребляемая оборудованием мощность составляет 46 Вт, дополнительно нужно взять запас минимум в 20%. По расчетам выбирается близкий по характеристикам инвертор, имеющий мощность 100 Вт.

Далее производится выбор типа и мощности контроллера заряда. Существуют два варианта исполнения контроллеров: ШИМ и МРРТ. У МРРТ КПД до 20% больше по сравнению с ШИМ, поэтому в данной системе целесообразнее сделать выбор в пользу МРРТ контроллера. Мощность контроллера заряда выбирается по его паспортным данным. Она должна быть больше мощности массива батареи. Также рекомендуется, чтобы класс напряжения батареи соответствовал напряжению на аккумуляторах. В системе резервного питания будет использоваться четыре панели выдающие в пике по 180 Вт каждая, значит их общая выходная мощность будет 720 Вт. Так же необходимо взять 10% запас по мощности. Для данной системы нам необходим контролер заряда на 1кВт.

В завершение необходимо определиться с типом аккумуляторных батарей (АКБ). Среди всех типов АКБ для систем на солнечных батареях самыми доступными являются свинцово-кислотные. Из них можно выбрать между герметизированными (AGM, GEL) и обслуживаемыми (тяговые, OPzV). Герметизированные есть смысл ставить, когда плани-

руется использование АКБ в буферном режиме (редкие глубокие разряды в моменты отключения питания, неглубокие разряды в процессе работы (добавление мощности)). Еще одним их преимуществом герметизированных АКБ является их герметичность - можно устанавливать в любом помещении, нет особых требований к вентиляции, в то время как обслуживаемые АКБ требуется устанавливать в помещении, где есть вентиляция, поскольку в процессе работы из таких аккумуляторов может выделяться водород. Однако обслуживаемые АКБ имеют и ощутимое преимущество - очень большой ресурс (от 1500 циклов 100% разряда), поэтому их целесообразно ставить в таких системах, где планируется постоянная циклическая работа от АКБ (автономные системы без сети 220В) [4].

В данном случае система будет применяться в качестве резервного питания (буферный режим с глубокой редкой разрядкой), поэтому в вопросе выбора аккумуляторов стоит остановиться на типе AGM аккумуляторов. Так как все подстанции, на которых установлены телекоммуникационные стойки связи и телемеханики оборудованы источниками бесперебойного питания с AGM аккумуляторами, то при условии достаточной емкости, закупка новых АКБ не требуется, что в свою очередь сильно уменьшает стоимость системы резервного питания.

Про емкость можно сказать - чем больше, тем лучше, однако, необходимо рассчитать минимально-допустимую емкость АКБ. Суммарное потребление электроэнергии в час составляет 46 Вт, режим работы круглосуточный, соответственно потребляемая мощность в сутки равна 1104 Вт. Зная мощность и напряжение минимально-допустимая емкость батарей вычисляется по формуле

$$C_{\text{АКБ}} = \frac{P_{\text{сут.}}}{U_{\text{АКБ}}} \quad (2)$$

где $P_{\text{сут.}}$ – потребляемая мощность оборудования в сутки;

$U_{\text{АКБ}}$ – напряжение на клеммах аккумуляторной батареи.

Из формулы (2) установлено, что для питания оборудования, с учетом всех потерь, необходимая емкость АКБ на сутки составляет 92 А · ч, но для увеличения срока жизни АКБ, лучше вдвое увеличить емкость и взять АКБ на 180 А · ч.

Итак, в данной статье была рассмотрена методика выбора типов и характеристик оборудования, таких как инвертор, контроллер, тип и емкость системы АКБ, и количество солнечных панелей необходимое для постарения системы резервного питания оборудования связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Германович, В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. / В. Германович, А. Турилин. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2014. – 320 с. // ЭБС Лань: [сайт]. – URL: <https://ekniga.org/tehnicheskie-nauki/prochee/217446-alternativnye-istochniki-energii-i-energoberezhenie.html> (дата обращения: 01.12.2019).
2. ЗАО Научно-технический центр «СИМОС»: /Первичный мультиплексор М30-АЕ. / ЗАО Научно-технический центр «СИМОС» // НТЦ «СИМОС»: [сайт]. – 2019. – URL: <http://www.simos.ru> (дата обращения: 01.12.2019).
3. ЗАО «ТЕЛЕТАП»: /Многофункциональный счётчик-измеритель и цифровой измерительный КЭЯ «ЗНАК+» класса 0.5S / ЗАО «ТЕЛЕТАП» // ЗАО ТЕЛЕТАП: [сайт]. – 2019. – <http://www.3hak.com/index1.htm> (дата обращения: 01.12.2019).

4. Хрусталеv, Д. А. «Аккумуляторы». Принцип действия, устройство, и использование аккумуляторных батарей / Д. А. Хрусталеv. – Изумруд, 2013. – 224 с. // ЭБС Изумруд: [сайт]. – URL: <https://akkumulyatoravto.ru/knigi/akkumulyatory-hrustalev-d-a.html> (дата обращения: 01.12.2019).

УДК 537.8:631.17

ГРНТИ 44.29.37

Боярков Д.А., аспирант, 3 курс

Научный руководитель – Компанеец Б.С., канд. техн. наук, доцент

ГБОУ ВО Алтайский ГТУ, г. Барнаул

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ РИСКОВ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Аннотация. В статье рассматривается определение риска, дается его математическое описание в виде двухпараметрической модели, а также приводится подробная классификация рисков, действующих на сельские электрические сети.

Ключевые слова: риск, сельская электрическая сеть, качество электрической энергии, поражение электрическим током, перерыв электроснабжения.

Человек в процессе своей жизнедеятельности практически всегда сталкивается с какими-либо неблагоприятными факторами, которые могут быть опасными для его жизни, здоровья и имущественного состояния. Одной из характеристик возникновения опасности служит риск [1].

На сегодняшний день в научной литературе наиболее полно трактуется риск как двухпараметрическая модель в виде сочетания возможности возникновения неблагоприятного события и потерь, связанных с этим событием [2, 3]:

$$R = P \cdot Y. \quad (1)$$

Говоря о рисках в сельских электрических сетях, то здесь чаще всего понимают те риски, которым подвержены распределительные электросетевые компании, обслуживающие данный вид сетей. В этом контексте риски сельских электрических сетей имеют определенную классификацию, которая представлена на рисунке 1 [4].

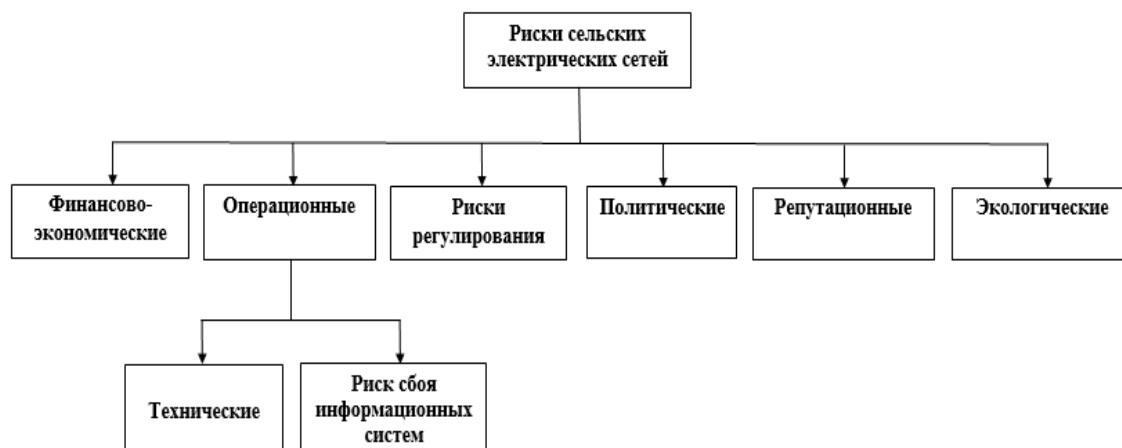


Рис. 1. Классификация рисков сельских электрических сетей

Рассмотрим каждый из представленных видов рисков более подробно:

- финансово-экономические риски. Связаны с возможными потерями при колебаниях на финансовых и валютных рынках, ростом налогов и ключевой ставки Центрального Банка России, увеличением дебиторской и кредиторской задолженности и т.д.;
- риски регулирования. Потери, связанные с наложением административных взысканий органами государственной власти (Ростехнадзор, Федеральная антимонопольная служба) в связи с нарушением законодательства, а также правил и норм по строительству и эксплуатации электрических сетей;
- политические риски. Возможные потери, выражающиеся в штрафных санкциях, за неисполнение крупных инвестиционных проектов с государственным участием;
- репутационные риски. Ущербы, связанные с потерей репутации электросетевой организации в связи с необъективным освещением некоторых социально важных проблем в средствах массовой информации;
- экологические риски. Связаны с административными взысканиями органами экологического надзора в связи с нарушением экологического законодательства и экологической обстановки в целом (например, вырубка охраняемых растительных насаждений в целях прокладки линий электропередачи) [5];
- операционные (производственные) риски. Превалирующий вид риска, заключающийся в образовании потерь от невыполнения электросетевой компанией своих основных производственных функций, т.е. передачи электроэнергии надлежащего качества. Данный вид риска подразделяется еще на два вида риска: риск сбоя информационных систем и технический риск.

Наиболее интересными представляются технические риски, далее речь будет вестись только о них.

Технический риск сельской электрической сети – это риск, обусловленный различными техническими факторами, связанными с проявлением негативных явлений в процессе передачи электроэнергии от источника питания (генератора, трансформатора) до конечного потребителя.

Структура технических рисков в сельских электрических сетях приведена на рисунке 2.

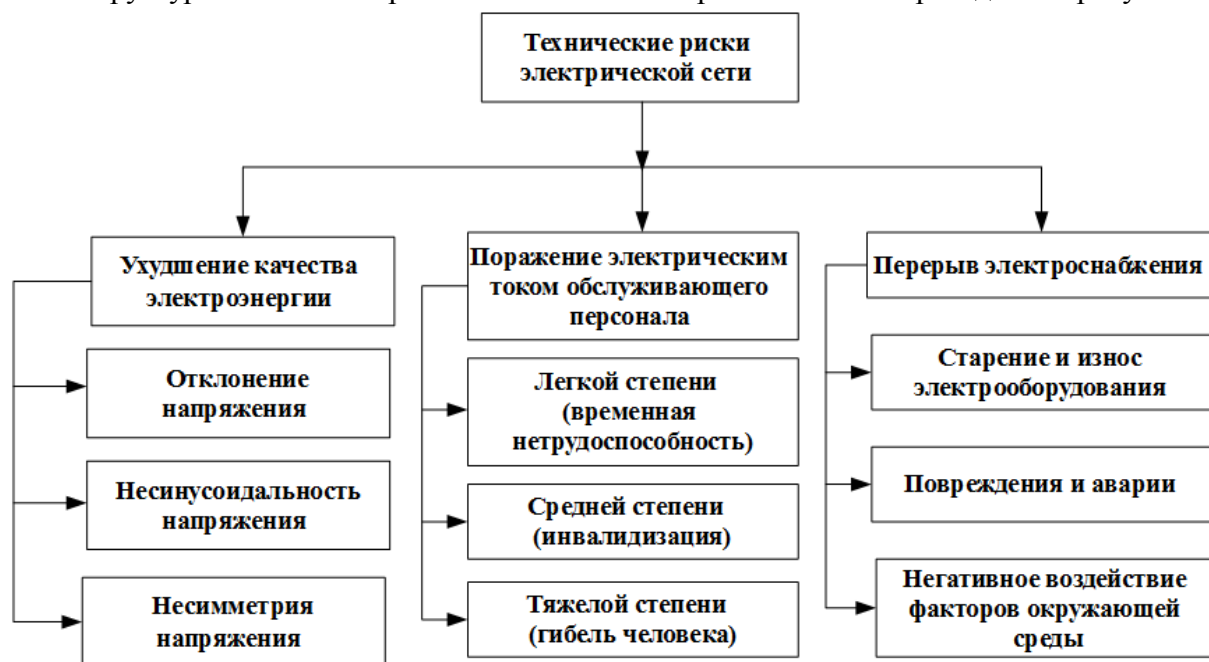


Рис. 2. Структура технических рисков в сельских электрических сетях

Под ухудшением качества электроэнергии понимается отклонение значений некоторых характерных показателей передаваемого электрического тока от значений, предусмотренных стандартом – ГОСТ 32144-13. Зачастую от стандартных значений отличаются показатели, связанные с напряжением в электрической сети, а именно его отклонение, несинусоидальность и несимметрия. Данные показатели качества электроэнергии связаны с режимами работы потребителей и электросетевой организации. По статистике чаще всего в сельских электрических сетях происходят недопустимые отклонения напряжения. Несоответствие фактических отклонений данных величин государственному стандарту очень негативно влияют на работу приемников электроэнергии, вплоть до тех случаев, когда они могут выйти из строя, причем таким образом, что это может стать опасно для жизни и здоровья людей (взрывы, пожары и т.д.).

Поражение электрическим током эксплуатационного персонала вызвано двумя основными причинами:

- несоблюдение регламентных требований по технике безопасности при работе с электросетевыми установками;
- внезапный выход из строя элемента электрической сети с неконтролируемым высвобождением электрической энергии и, как следствие, причинение вреда жизни и здоровью эксплуатационному персоналу.

Данный вид риска проявляется нечасто. Это связано с тем, что без знания основ эксплуатации электрических сетей и техники безопасности при работе с электроустановками сотрудники электросетевой организации не имеют права в них работать, а эксплуатация устаревшего, технически опасного оборудования происходит с соблюдением особых мер безопасности, в том числе применяются особые средства защиты [6].

Перерыв электроснабжения, связанный с выходом из строя элементов электрической сети (или, иными словами, авария в системе электроснабжения) – наиболее часто встречающийся вид технических рисков в сельских электрических сетях. Это связано, прежде всего, с высокой ветхостью электросетевого оборудования, которое достаточно часто выходит из строя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурнович, Т.Г. Оценка и анализ рисков: учебник / Т.Г. Гурнович, Е.А. Остапенко, С.А. Молчаненко ; под общ. ред. Т.Г. Гурнович. – Москва: КНОРУС, 2019. – 252 с.
2. Герауф, Ю.В. Применение методов риск-ориентированного подхода к управлению производственными активами сельскохозяйственных организаций / Ю.В. Герауф, Д.А. Боярков, Б.С. Компанец // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – 2019. – С. 50-52.
3. Компанец, Б.С. О необходимости разработки систем по оценке и управлению рисками выхода из строя электрических сетей / Б.С. Компанец, Д.А. Боярков // Электротехнические комплексы и системы. – 2018. – С. 200-202.
4. Филатов, А.А. Разработка методов управления физическими активами электросетевой компании на основе вероятностной имитации / А.А. Филатов, В.И. Колибаба // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2016. – №. 2.
5. Приходько, Е.А. Область применения оценки риска в производственной и экологической безопасности / Е.А. Приходько // Научный вестник Херсонской гос. морской академии. – Херсон, 2014. – №2 (10). – С. 89-106.
6. Герауф, Ю.В. Анализ и оценка производственных рисков электросетевых организаций / Ю.В. Герауф, Д.А. Боярков // Общество. Экономика. Культура: актуальные проблемы, практика решения – 2019. – С. 17-22.

УДК 620.9:502.17
ГРНТИ 44.01.91

Борисова Ю.И., Чернозубов И.В., студенты, 3 курс
Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент
Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

РАДИОАКТИВНЫЕ ОТХОДЫ – ОПАСНЫЙ ИТОГ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация. Статья посвящена актуальному научному направлению – исследованию хранения, утилизации, переработки радиоактивных отходов. В работе исследуются источники радиоактивных отходов; изучаются опасности нерационального использования таких отходов; приводится эмпирический материал; намечаются перспективные направления работы с радиоактивными отходами в современных технико-технологических, цивилизационных условиях.

Ключевые слова: атомная энергетика, глобальная экологическая проблема, радиоактивные отходы.

Актуальность защиты окружающей среды на сегодняшний день является одной из главных проблем всего человечества. Многочисленные промышленные предприятия выбрасывают огромное количество вредных и опасных веществ, нанося при этом непоправимый вред окружающей среде, уничтожая природу. Отрасль ядерной энергетики, где отработанные вещества не утилизируются, а хранятся – особо опасная сфера.

Проблема хранения, переработки или утилизации отходов ядерной энергетики – одна из актуальных в современной технико-технологической цивилизации. Кроме того, она – немаловажная часть глобальной экологической проблемы, требующей безотлагательного решения, поскольку может стать одной из причин мировой экологической катастрофы.

Так как в современном мире стремительно развивается ядерная энергетика и ядерное оружие, соответственно происходит скопление и преумножение опасных радиоактивных отходов, отсюда следует, что проблема хранения и захоронения ядерного топлива и отходов данной промышленности, актуальна на сегодняшний день. Полным ходом идёт разработка новых методов уничтожения опасных отходов.

Радиоактивные отходы – это все виды радиоактивных или загрязнённых (заражённых радиацией) материалов, которые являются продуктом/результатом использования человеком радиоактивности и не находящие дальнейшего применения или использования.

Атомные электростанции, радиохимические заводы, научные комплексы, военная промышленность, объективно создают один из самых опасных видов отходов – радиоактивные. Некорректное пользование радиоактивными веществами может усугубить мировую экологическую обстановку.

На сегодняшний день существует около четырёхсот действующих атомных электростанций в двадцати шести странах мира, при этом двести одиннадцать расположены в Европе. В результате их работы по производству электроэнергии образуется огром-

ное количество радиоактивных отходов, представляющих опасность для всего окружающей среды. Высокорадиоактивные отходы могут излучать радиацию в течение многих тысяч лет. В мире, к сожалению, нет надёжного и абсолютно безопасного места их для захоронения или утилизации.

Процесс получения энергии в ядерной промышленности порождает опасные радиоактивные отходы. Для постоянного хранения радиационных отходов принято считать срок на одно тысячелетие или более, но при этом нужно учитывать гарантию герметичности и целостности хранилища.

Существует довольно много областей в России, где радиационный фон имеет высокие показатели. В качестве примера мы можем взять посёлок Водный Ухтинского района. Именно здесь многие годы из подземных вод вели добычу радия, нейтроны которого были задействованы в военной промышленности. Но когда заработали АЭС, радий стал никому не нужен, и об этом посёлке забыли. Все работы велись в строгой секретности, но Водный не оказался в списке радиационных территорий России. К сожалению, это касается и нашего региона – Оренбургской области: в 1954 г. на военном полигоне в п. Тоцк проводилось испытание атомного оружия (бомбы «Снежок»). Последствия такого испытания сегодня зримы и очевидны: Оренбуржье – один из «лидеров» в рейтинге экологически неблагополучных регионов страны; в нашем регионе высока заболеваемость онкологическими, сердечно-сосудистыми и иными болезнями, которые во многом обусловлены последствиями указанных событий.

Анализируя проблему радиоактивных отходов, необходимо отметить: они опасны для природы, людей и всего живого: радиоактивная пыль и отходы содержат в себе вредные вещества, не видимые человеческим глазом, которые проникают и впитываются в окружающие объекты (вода, растения, земля, пища), этим дышит человек и все живые существа, что нередко приводит к фатальным последствиям.

К сожалению, заинтересованность разработкой средств и методов защиты окружающей среды на сегодняшний день недостаточна. Многие не думают о последствиях, которые могут возникнуть вследствие несвоевременного решения экологических проблем. Стоит задуматься не только о дешевизне вырабатываемой АЭС энергии, (выработка такой энергии является малозатратной, экономически эффективной) но и о том, какие последствия могут возникнуть вследствие данной деятельности. Не нужно забывать о перспективах следующего поколения, об экологии, благополучии окружающей среды, человеку и человечеству.

На фоне данной проблемы, можно привести в пример катастрофу, случившуюся в 1986 г. на Чернобыльской атомной электростанции. Ее последствия ужаснул и запомнил весь мир: катастрофа повлекла за собой гибель тысячи людей, заражение огромных территорий, мутации и болезни, отравление всего живого в радиусе поражения. Кроме того, вокруг эпицентра катастрофы образовалась тридцатикилометровая зона, проезд на которую возможен только через контрольно-пропускные пункты. Здесь немного иная ситуация, но хранить отработанное и сгоревшее топливо всё же необходимо. Отсюда следует, что нужно использовать наиболее выгодные и распространённые способы хранения: цементирование, битумирование, закачку топлива в земную кору.

Но не стоит забывать о том, что окружающая среда нуждается в защите, поэтому в дальнейшем такие отходы и отработанное топливо можно будет хранить на Солнце. Такой проект уже разработан в России. Отходы будут доставляться с помощью ракет типа «Энергия». Всего лишь одна ракета сможет вывозить приблизительно до 20 тонн радиоактивных отходов, в год таких отходов можно уничтожить около 100 тонн.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что, несмотря на активное исследование, данная проблема должным образом не решена. Пути решения, во многом, сводятся к уровню образования и накопления промышленных отходов такого типа. Все усилия сосредоточены, прежде всего, на минимизировании и предупреждении образования отходов, а также их перезапуск и создание методов их удаления и переработки.

Нам представляется наиболее целесообразным разработка методов предотвращения образования отходов, начиная со стадии добычи полезных ископаемых и их использование, переработку в дальнейшем, заканчивая процессом утилизации/хранения/переработки такого рода отходов с учетом их опасности и нанесения возможного вреда человеку и окружающей среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедзянов, В.Р., Лашёнова Т.Н. Обращение с радиоактивными отходами / В.Р. Ахмедзянов, Т.Н. Лашёнова. – Москва : Энергия, 2008. – 210 с.
2. Глухов Н.В. Промышленная экология: учебное пособие / Н.В. Глухов, Т.В. Лисочкина, Т.П. Некрасова. – Санкт-Петербург : Специальная литература, 2009. – 182 с.
3. Малахова, О.Ю. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для обучающихся по специальностям ПСЖД, ЭЖД, СОДП, СЖД; направлению Менеджмент; очной/заочной форм обучения. – Оренбург, ОрИПС – филиал СамГУПС. – 2019. – 31 с.
4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) . –URL : <http://consultant.ru>.

УДК.620.9

ГРНТИ 44.01

Анисимов А.В., студент, 4 курс

Научный руководитель – Серeda Н.В., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА СНЭ В РОССИИ

Аннотация. Проведен анализ состояния и перспектив развития рынка систем накопления энергии (СНЭ) в России

Ключевые слова: формирование рынка систем накопления энергии, экономическая эффективность, объем финансирования, объекты и технологии высокой энергетической эффективности

Для российской экономики развитие рынка СНЭ имеет очень большое значение – в первую очередь, это возможность получения экономического эффекта к завершению внедрения ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА (ориентировочно период 2025-2030 года) до 10 млрд долл. США с учетом инвестиционных затрат.

К сожалению, на данном этапе Россия существенно отстает от других стран. В нашей стране получили развитие только такие накопители энергии, как ГАЭС, традиционно используемые в энергосистемах для регулирования пиковых нагрузок и поддержания баланса производство-потребление электроэнергии.

Новые технологии производства электроэнергии ставят новые задачи поддержания стабильной работы энергосистем.

В связи с принятым направлением развития энергоустановок на базе ВИЭ и их эксплуатации как в автономном режиме, так и в составе энергосистемы, возникают новые проблемы, связанные с необходимостью разработки новых типов СНЭ. Это легко объясняется тем, что энергоустановки на базе ВИЭ строятся в удаленных районах при отсутствии водных и топливных энергоресурсов, что делает невозможным строительство и эксплуатацию ГАЭС и ТЭС в качестве накопителей электроэнергии.

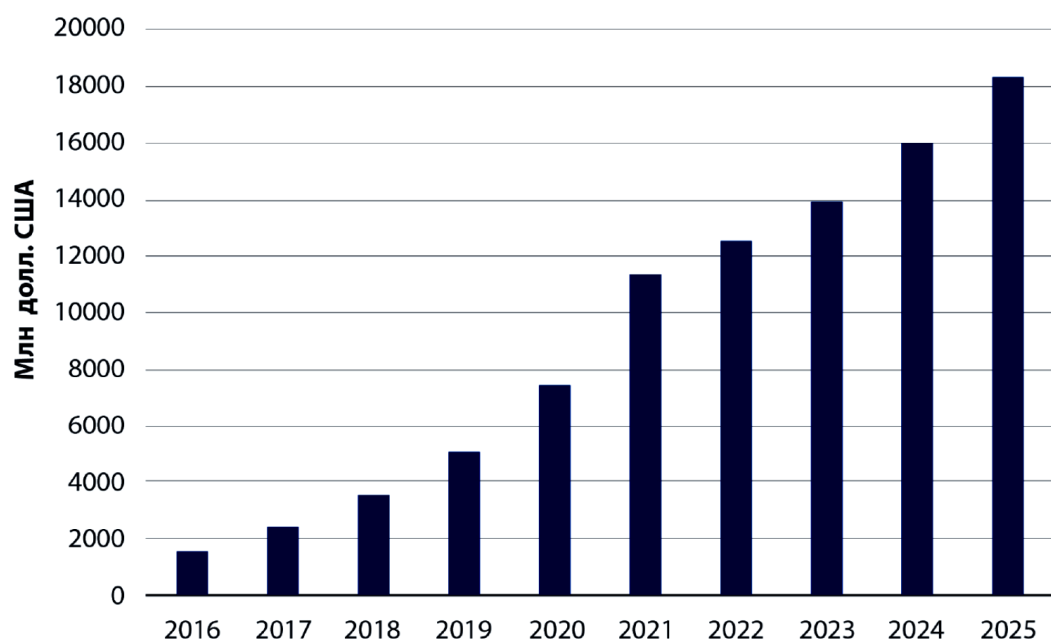


Рис. 1. Прогноз роста мирового рынка СНЭ

В России на протяжении всей истории развития отрасли энергетики не уделялось никакого внимания разработке СНЭ. В стране действует всего 15 предприятий, выпускающих электрохимические накопители энергии, но они ориентированы исключительно на военную отрасль, поэтому имеют специфическую номенклатуру. Но даже на этих немногих предприятиях используются неэффективные устаревшие технологии, к тому там речь идет о производстве не в целом СНЭ, а только их отдельных компонентов.

Между тем, развитие не только энергетики, но и других отраслей, требует срочных новых технических решений в области СНЭ. Например, конкретно в энергетике, нужны

не просто мощные аккумуляторы, но при этом еще и мобильные, для решения проблем электроснабжения в аварийных ситуациях и для энергоснабжения различных передвижных установок по разведке месторождений нефти, газа и других полезных ископаемых. СНЭ жизненно необходимы для многих видов автономных систем электроснабжения, например, воздушный транспорт, малые суда и т.д.

Применение СНЭ в энергосистемах позволит решить большое количество серьезных проблем в российской электроэнергетике, это:

- повышение надежности работы генерирующих мощностей за счет их функционирования в гораздо более стабильных режимах выработки-потребления энергии;
- сокращение капитальных вложений в структуру электрических сетей;
- повышение надежности электроснабжения потребителей, особенно в тех случаях, когда речь идет о малодоступных и автономных объектах.

Решение вышеперечисленных проблем в конечном итоге приведет к снижению стоимости электроэнергии для потребителей и увеличению продолжительности сроков эксплуатации оборудования во всех отраслях, так как некачественное электроснабжение приводит к ускоренному износу.

Работа по формированию в России рынка СНЭ фактически начата лишь несколько лет назад.

Нужно отдать должное - все исследования в области СНЭ финансируются государством в достаточных объемах. Общий объем финансирования только по линии Минобрнауки и ФАНО составил за 2014–2017 годы более 1 млрд рублей. Но пока что интенсивность работ по формированию рынка СНЭ еще низкая и бессистемная, что не может привести к формированию так называемого «прорывного эффекта», как это произошло в ряде других высокоразвитых государств.



Рис. 2. Распределение государственного финансирования НИР и НИОКР в области СНЭ по линии Минобрнауки и ФАНО России

Основным фактором любого рынка является стоимость изделий, представляемых на этом рынке. Несмотря на большую работу по расширению сфер применения и, соответственно, универсализации накопителей энергии, снижению стоимости и улучшению

их характеристик в целом, к сожалению, их стоимость и к.п.д. весьма далеки необходимого уровня. Соответственно, задача формирования рынка СНЭ пока что решается неэффективно с экономической точки зрения. Это обусловлено рядом серьезных причин, одной из основных является уникальность функций СНЭ (оптимизация графиков потребления, повышение надежности и качества потребляемой электроэнергии, и невозможность решения этих вопросов другими способами). Помимо этого, необходимо подготовить отечественных потребителей к использованию СНЭ, доказать эффективность их применения во всех отраслях промышленности. Отсутствие накопленного опыта влечет за собой невозможность аргументированных объяснений по эффективности применения накопителей энергии.

Таблица

Оценка потенциального эффекта от развития рынка СНЭ для экономики России

Сценарии развития рынка СНЭ	Мировой рынок с 2025 г. в годовом выражении (источник: Navigant Research)	Российский рынок с 2025 г. в годовом выражении (источник: Минэнерго России, ЦСР)		Эффект для экономики РФ с 2025 г. в годовом выражении за вычетом инвестиций (источник: Минэнерго России, ЦСР)	
		Консервативный	Оптимистичный	Консервативный	Оптимистичный
1. Интернет энергии, в т.ч.:					
1.1. Применение в электроснабжении изолированных и удаленных районов					
1.2. Применение в системах энергоснабжения жилых районов					
1.3. Использование в системе энергоснабжения промышленных и коммерческих потребителей	56,7 млрд долл. США	0,7 млрд долл. США	1,7 млрд долл. США	1,1 млрд долл. США (в т.ч. 0,5 млрд долл. США – экспорт)	2,2 млрд долл. США (в т.ч. 1 млрд долл. США – экспорт)
1.4. Применение на электрическом транспорте и в зарядной инфраструктуре					
1.5. Другие применения (передвижные аварийные источники питания, коллективные ИБП, повышение качества электроэнергии)					
2. Новая генеральная схема, в т.ч.:					
2.1. Управление суточным графиком потребления и генерации, управление качеством электроэнергии	18,3 млрд долл. США	0,2 млрд долл. США	4 млрд долл. США	0,4 млрд долл. США (в т.ч. 0,18 млрд долл. США – экспорт)	2,6 млрд долл. США (в т.ч. 0,37 млрд долл. США – экспорт)
2.2. Вращающийся резерв энергосистемы и другие системные услуги					
3. Новая генеральная схема, в т.ч.:	30 млрд долл. США (водород)	0,5 млрд долл. США (системы производства водорода)	2,9 млрд долл. США (системы производства водорода)	1,1 млрд долл. США (экспорт водорода)	6,3 млрд долл. США (экспорт водорода)

Поддержка правительства в развитии рынка СНЭ должна иметь не только экономический, но и нормативно-правовой характер. Необходимо на государственном уровне принять соответствующие документы в областях законодательства об электроэнергетике, в областях налогового и таможенного законодательств и т.д.

Также необходимо в законодательном порядке решить столь серьезные вопросы как учет расходов на передачу и запасание энергии в накопителях, порядок продажи электроэнергии для формирования ее запасов, приравнять СНЭ к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности.

В целях развития рынка СНЭ в России сформированы проекты дорожных карт «Развитие рынка систем хранения энергии в Российской Федерации» и «Совершенствование законодательства и устранение административных барьеров» для НТИ «Энерджинет», содержащей инициативы в части регулирования применения СНЭ.

Разработан План мероприятий по совершенствованию законодательства применительно к сферам изготовления и применения СНЭ.

В проекте Стратегии развития цифрового электросетевого комплекса России до 2030 года, представленном на Российском инвестиционном форуме ПАО «Россети» в прошедшем году одним из приоритетных направлений - развитие практики применения СНЭ, ВИЭ и распределенной генерации. Но для максимально успешного развития вышеуказанных направлений необходимо согласованное взаимодействие не только государственных структур, но и частного бизнеса, а также научных и инженерных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рынок систем накопления электрической энергии в России: потенциал развития / под ред. Ю. Удальцова, Д. Холкина // Экспертно-аналитический доклад – Москва :ЦСР, 2018. – 69 с.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года / Министерство энергетики Российской Федерации [сайт]. – URL : <https://minenergo.gov.ru> (дата обращения 01.12.19)

УДК.621.355

ГРНТИ 44.29

Гафуров Р.А., студент, 4 курс

Научный руководитель – Серeda Н. В., преподаватель спец.дисциплин

ПО АНО Энергетический колледж, г.Каспийск, Республика Дагестан

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

Аннотация. Рассмотрены перспективные методы накопления и хранения электроэнергии в промышленных сетях для сглаживания неравномерности потребления электроэнергии и поддержания равномерной выработки электроэнергии.

Ключевые слова: системы хранения электроэнергии, литий-ионные и серно-натриевые аккумуляторы электроэнергии, пиковые нагрузки

Доля возобновляемой энергетики в общем объеме выработки электроэнергии растет неуклонно с каждым годом. По предварительным оценкам к 2050 году доля ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии достигнет 40%.

Разрабатываются новые технологии, повышающие к.п.д. солнечных и ветровых энергоустановок, но основная проблема внедрения возобновляемой энергетики остается пока что нерешенной. Это большая неравномерность выработки электроэнергии в течение суток и высокая зависимость от погодных факторов. Данный фактор служит непреодолимым на сегодняшний день препятствием к внедрению автономных энергосистем на базе возобновляемых источников энергии и подключению энергоустановок на базе ВИЭ к промышленным электрическим сетям.

Поэтому на повестке дня остро стоит вопрос о хранении электроэнергии. Решение этой проблемы однозначно приведет к созданию новой технологии, которая позволит окончательно разделить генерацию и потребление электроэнергии и позволит вывести электроэнергетику на новый уровень развития.

Проблему хранения электроэнергии необходимо решать также в связи с другой серьезной проблемой - неравномерность нагрузок в энергосистеме в течение суток и сглаживание утренних и вечерних пиков потребления электроэнергии. Сегодня объемы выработки и потребления не только сбалансированы, но и жестко подстроены под суточные графики нагрузок. В каждый момент времени мы имеем равновесие выработки и потребления, но для каждого момента времени эти балансовые значения существенно различаются. Уже сейчас успешно применяются промышленные накопители энергии, способные на короткое время перекрыть дефицит электроэнергии (рис.1).

Но промышленные накопители электроэнергии имеют ряд существенных недостатков помимо относительно небольшой мощности. Это низкий к.п.д., чрезвычайно высокая стоимость, экономически не оправдывающая себя технология изготовления.

До последнего времени для накопления электроэнергии в электрических сетях традиционно использовались литий-ионные аккумуляторы (Li-ion), имеющие очень большие габариты и обеспечивающие поддержку сети в аварийных ситуациях не более, чем на два часа.

Основным достоинством литий-ионных аккумуляторов является способность мгновенно отдавать накопленную электроэнергию в сеть. Но данный тип аккумуляторов совершенно непригоден для длительного хранения энергии.

Японская фирма NGK Insulators на протяжении многих лет вела эксперименты с различными типами промышленных аккумуляторов. Результаты этих экспериментов позволили сделать однозначный вывод: использование серно-натриевых аккумуляторов (NAS) позволяет хранить электроэнергию 6 часов. Это позволяет существенно снизить нагрузку на энергосистему в пиковые часы. Кроме того, стоимость 1 часа хранения электроэнергии в аккумуляторах NAS гораздо ниже, чем в аккумуляторах Li-ion . Данной фирмой реализован очень масштабный проект по созданию единой системы аккумуляторных станций суммарной мощностью 108 МВт и емкостью 648 МВт*ч в столице ОАЭ Абу-Даби (рис.2).

Каждая станция расположена в разных районах Абу-Даби, но они при этом функционируют как единое предприятие, при этом реализована возможность автономного функционирования каждой аккумуляторной станцией.

Идеальным вариантом могло бы стать сочетание двух типов аккумуляторов - серно-натриевого и литий-ионного - в одно

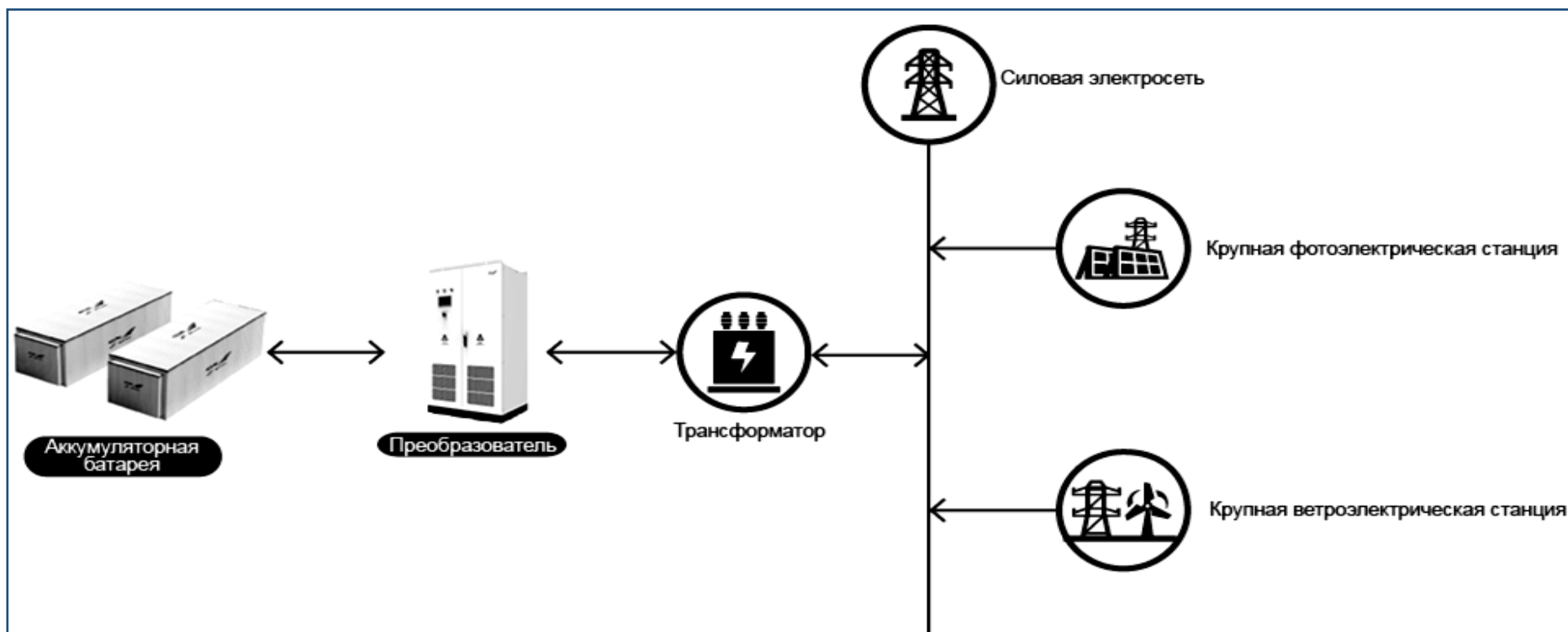


Рис. 1. Схема включения накопителя в энергосистему



Рис. 2. Одна из 15-ти аккумуляторных систем в столице ОАЭ Абу-Даби, входящая в состав комплекса суммарной мощностью 108 МВт и емкостью 648 МВт·ч

Экспериментальные исследования в данной области в настоящее время ведет концерн EWE в Германии, где с помощью инженеров концерна Hitachi при финансовой поддержке японского государственного агентства NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) был изготовлен опытный образец гибридного аккумулятора NAS - Li-ion.

По предварительным оценкам ученых и инженеров внедрение 1 МВт аккумуляторных систем хранения энергии мощностью 1 МВт легко позволит уйти от необходимости инвестирования около 1,1 МВт парогазовых тепловых электростанций, при этом затраты на эксплуатацию и обслуживание аккумуляторных систем существенно ниже, чем аналогичные затраты для тепловых электростанций.

Конечно же, не стоит забывать об экологичной альтернативе аккумуляторам - гидроаккумулирующих электростанциях (ГАЭС), но необходимо понимать, что ВИЭ, в основном, применяются в тех районах, где природные ресурсы весьма ограничены либо совсем отсутствуют (районы Крайнего Севера, страны Северной Африки и т.д.). Поэтому совместить солнечные электростанции и ГАЭС во многих случаях просто нереально, и тогда аккумуляторные станции становятся единственным способом решения проблемы стабильности электроснабжения.

Напоследок нельзя не упомянуть о, пожалуй, самой серьезной проблеме в развитии отрасли электроэнергетики. Это необходимость, с одной стороны крупных финансовых вложений, а с другой стороны - объединения усилий ученых и инженеров из разных стран. Только с помощью реализации международных проектов можно перейти на новый уровень в развитии данной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крупнейшая сеть централизованно управляемых промышленных накопителей энергии создана в ОАЭ . RenEn – Renewable Energy – Возобновляемая Энергетика – информационный ресурс об инновациях и передовых технологиях в энергетике. – URL : <https://www.http://renen.ru/the-largest-network-of-centrally-managed-industrial-energy-storage-systems-built-in-the-uae/> (дата обращения: 27.11.19)
2. Копилки для энергетики / Информационно-аналитический портал об энергетике в России и в мире. – URL : <https://peretok.ru/> (дата обращения: 21.11.19)
3. Технологии хранения энергии: в ожидании прорыва [Электронный ресурс] Группа РОСНАНО. - URL: <https://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20180201-peretok-interviyu-udaltsov> (дата обращения: 25.11.19)

УДК 621.548.4

ГРНТИ 44.39

Федичкина В.А., студентка, 2 курс

Научный руководитель – Журко В.С., ст. преподаватель

Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Республика Беларусь

ВЕТРОУСТАНОВКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. Повышение эффективности работы вертикально-осевых ветроустановок путем использования маховика с нелинейным моментом инерции.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроустановка, маховик, момент инерции.

Мировой опыт использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) указывает на тенденцию их дальнейшего развития. В период с 2007 года по 2017 год мощность мировой возобновляемой энергетики, основанной на использовании ВИЭ, выросла с 989 МВт до 2 тыс. ГВт. Лидерами здесь являются развитые страны Европы, Америки и Китай. Зависимость экономики Республики Беларусь от импорта энергоносителей предопределяет объективную необходимость развития альтернативной энергетики [1].

Использование ВИЭ для АПК нашей республики напрямую соотносится с обеспечением энергетической и продовольственной безопасности страны т.к. для получения энергии используются определенные площади лесных угодий и сельскохозяйственных земель, динамика развития и использования которых во всем мире имеет отрицательную направленность [1].

Ветроустановки занимают только 1% от всей территории ВЭС. На 99% площади ВЭС можно заниматься сельским хозяйством или другой деятельностью, что и происходит в таких густонаселённых странах, как Дания, Нидерланды, Германия [1]. Фундамент ветроустановки обычно в диаметре не более 10 м и находится под землёй, позволяя использовать землю практически до самого основания башни.

Учитывая, что среднегодовая скорость ветра на территории Республики Беларусь невысокая (1,7 – 3,5 м/с), возникает потребность использования для нужд предприятий АПК тихоходных вертикально-осевых ВЭУ, снабженных инерционным аккумулятором, не требующих ориентации на ветер и способных эффективно работать при скорости ветра от 2,0 м/с. Недостатком данного устройства является затрудненный пуск при слабом ветре из-за наличия большого момента инерции маховика [2].

Улучшить пусковые характеристики вертикально-осевой ВЭУ, снабженной инерционным аккумулятором [2,3], обеспечивающим снижение колебаний выходной мощности электрогенератора путем стабилизации скорости вращения ветроколеса и вращающего момента на его валу в условиях, когда ветер имеет порывистый характер, возможно путем изменения конструкции инерционного аккумулятора [3].

Решение этой задачи для ВЭУ малой мощности, у которой аккумулятор (маховик) соединен непосредственно с валом ветроколеса, можно сформулировать следующим образом.

Если кинетическая энергия вращения, накопленная во вращающемся теле (маховике), может быть рассчитана по формуле:

$$E = 0,5 J \omega^2, \quad (1)$$

где J - момент инерции массы относительно оси вращения маховика, $\text{кг} \times \text{м}^2$;

ω - угловая скорость в радианах в секунду.

Очевидно, при частоте $\omega = \text{const}$, требуемый запас энергии E маховика будет полностью определяться моментом инерции J .

В свою очередь значение момента инерции для вращающихся тел существенно зависит от их формы. Так для сплошного цилиндра массой m (рис.1, а)

$$J = 0,5 \cdot m \cdot r_1^2. \quad (2)$$

Для полого цилиндра (рис. 1, б) момент инерции:

$$J = 0,5 \cdot m (r_1^2 + r_2^2); \text{ кг} \times \text{м}^2, \quad (3)$$

где r_1 и r_2 – внешний и внутренний радиусы цилиндра.

Из рассмотрения выражений 1, 2 и 3 следует, что при одной и той же массе m маховик в виде полого цилиндра обладает большим моментом инерции и способен накапливать в $(r_1^2 + r_2^2)/r_1^2$ раз большее количество энергии по сравнению с маховиком, выполненным в виде сплошного цилиндра [3].

Однако применение маховика в виде полого цилиндра в качестве инерционного аккумулятора не решает задачу облегчения пуска ВЭУ по причине возрастания момента инерции также в $(r_1^2 + r_2^2)/r_1^2$ раз [3].

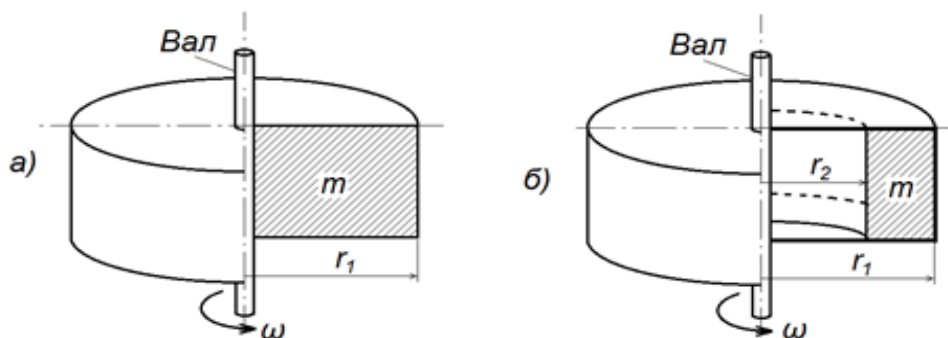


Рис. 1

Для решения этой задачи предлагается использовать в качестве инерционного аккумулятора для вертикально-осевой ВЭУ маховик с нелинейной зависимостью момента инерции J от частоты вращения ω [3]. Реализовать такой маховик возможно в виде полого тонкостенного корпуса цилиндрической формы, частично заполненного жидкостью (антифриз, минеральное масло и др., рис.2). В начале процесса раскручивания (рис.2, а) момент инерции, определяемый массой тонкостенного корпуса маховика, будет иметь минимальное значение ($J_{\text{МИН}}$). При нарастании скорости вращения ω за счет наличия трения о стенки корпуса маховика жидкость массой m будет также вовлекаться во вращательное движение. При достижении всей массой m жидкости рабочей угловой скорости вращения ω_P момент инерции достигнет максимального значения ($J_{\text{МАКС}}$). Жидкость при этом будет распределена у внешней цилиндрической поверхности корпуса маховика в виде полого цилиндра (рис. 2, б) [3,4].

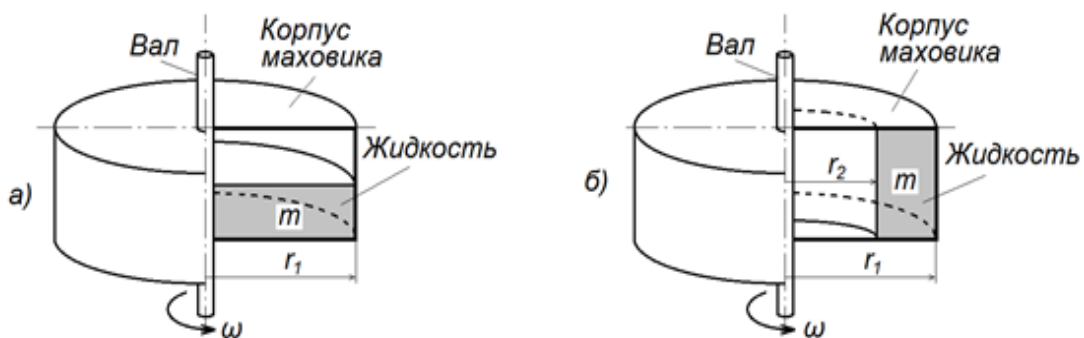


Рис. 2. Тонкостенный ветроагрегат

Начальное значение момента инерции ($J_{\text{МИН}}$) можно определить согласно выражению, справедливому для тонкостенного цилиндра [3]:

$$J_{\text{МИН}} = m_{\text{КМ}} \cdot r_1^2, \quad (4)$$

где $m_{\text{КМ}}$ - масса корпуса маховика.

Если принять $m_{\text{КМ}} \approx 50$ кг и $r_1 = 1$ м, получим минимальное значение момента инерции $J_{\text{МИН}} \approx 50$ кг $\times$ м².

Максимальное значение момента инерции будет определяться соотношением 1.3. При $r_1 = 1$ м и $r_2 = 0,8$ м для условий ВЭУ, описанной в [2,3], масса m жидкости составит 773 кг. Тогда согласно (3):

$$J_{\text{МАКС}} = 633,86 \approx 684 \text{ кг} \times \text{м}^2.$$

Соотношение $J_{\text{МАКС}} / J_{\text{МИН}} = 633,86 / 50 \approx 12,7$. То есть в процессе зарядки инерционного аккумулятора его момент инерции будет изменяться более чем в 12 раз. Это обстоятельство позволяет утверждать, что с помощью использования маховика с переменным моментом инерции задачу облегчения пуска ВЭУ можно успешно решить [3, 4].

Наряду с этим, из-за малого трения между жидкостью и стенками корпуса маховика следует ожидать большого времени зарядки такого аккумулятора. Улучшить этот

показатель можно путем оборудования корпуса маховика перегородками, установленными вертикально с внутренней стороны цилиндрической стенки.

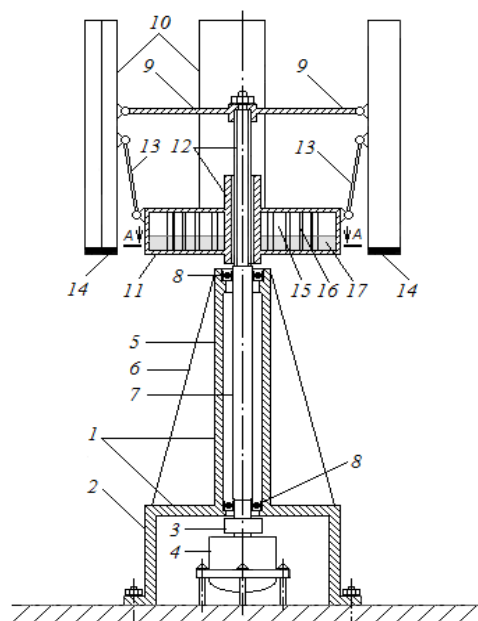


Рис. 3. Конструкция вертикально-осевой ВЭУ

концах лопастей. Электродгенератор 4 через планетарный редуктор 3 кинематически связан с нижним концом вертикального вала 7, а маховик 11 (рис. 4) дополнительно содержит внутреннюю полость 15, снабженную ребрами 16, установленными по ее

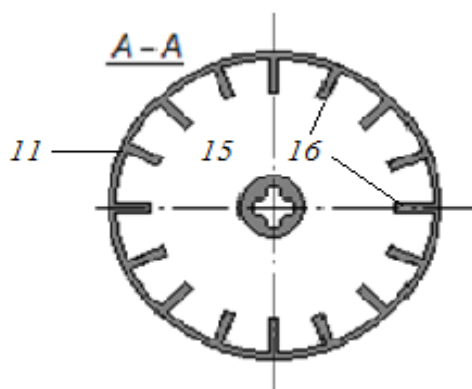


Рис. 4. Маховик

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1. При использовании в качестве инерционного аккумулятора маховика с изменяемым моментом инерции облегчается самозапуск ВЭУ при минимальной рабочей скорости ветра. При этом скорость вращения электродгенератора будет стабильной и при быстропеременной нагрузке.

2. В предлагаемой ВЭУ обеспечивается ветроустойчивость всей конструкции и расширяется диапазон рабочих скоростей ветра. Это обстоятельство расширяет ее возможности использования в качестве источника электрической энергии как в стационарном так и в мобильном вариантах на объектах АПК.

Такое решение использовано в вертикально-осевой ВЭУ, приведенной на рисунке 3. ВЭУ содержит основание 1, выполненное в виде корпуса 2, внутри которого помещены планетарный редуктор 3 с электродгенератором 4, стойку 5, с ребрами жесткости 6, вертикальный вал 7, два радиально-упорные подшипники 8, закрепленные на валу радиальные траверсы 9, шарнирно закрепленные на концах траверс вертикальные лопасти 10, маховик 11, шлицевое соединение 12, обеспечивающее вертикальное перемещение маховика вдоль вала, тяги 13, шарнирно связывающие маховик с лопастями, которые имеют возможностью углового отклонения в вертикальной плоскости относительно вала 7, противовесы 14, закрепленные на нижних концах лопастей. Электродгенератор 4 через планетарный редуктор 3 кинематически связан с нижним концом вертикального вала 7, а маховик 11 (рис. 4) дополнительно содержит внутреннюю полость 15, снабженную ребрами 16, установленными по ее периметру вертикально относительно плоскости вращения маховика и частично заполненную незамерзающей жидкостью 17 [3, 4].

Выполненная в мобильном варианте данная ВЭУ может использоваться в комплексе с передвижным гелиоводонагревателем для автономного обеспечения тепловой и электрической энергией сельскохозяйственных объектов, удаленных от коммуникаций, таких как пастбищная доильная установка, жилое здание и других подобных объектов [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданович, П.Ф. Площадная энергетика / П.Ф. Богданович, В.С. Журко, В.А. Федичкина // Актуальные вопросы энергетики в АПК : мат. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2019. – С. 124-126.
2. Богданович, П.Ф. Усовершенствование вертикально-осевой ветроэнергетической установки (ВЭУ) / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.В. Заневский // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Т.26. – Гродно : ГГАУ, 2014. – С. 8-14.
3. Богданович, П. Ф. Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) для объектов АПК / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.С. Журко // Материалы XIX междунар. научн.-практ. конф. – Гродно : ГГАУ, 2015. – С. 3-10
4. Ветроустановка: патент РБ на полезную модель №10466 U 2014.12.30, МПК F03D 3/00 / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, Пестис В.К., Заневский В.В.

УДК 621.337.41: 629.423.32

ГРНТИ 44

Супрун Д.А., аспирант

Научный руководитель – Скорик В.Г., канд. техн. наук

**ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»,
г. Хабаровск**

О ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ТИРИСТОРНЫХ ПЛЕЧ В СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Аннотация. В статье рассматривается возможность выявления поврежденного плеча выпрямительно-инверторного преобразователя магистрального электровоза переменного тока с коллекторным электроприводом, с применением преобразования Фурье и дальнейшем сравнительном анализе уровня отдельных гармоник напряжений аварийного и исправного состояния в зависимости от зоны и фазы регулирования.

Ключевые слова: электровоз, переменный ток, тиристорный преобразователь, диагностика, гармонический состав.

На сегодняшний день железнодорожный транспорт является одним из ключевых видов транспорта. При этом его развитию уделяется значительное внимание. В частности, в проекте модернизации транспортной инфраструктуры Дальнего Востока предусматривается увеличение к 2024 году пропускной способности Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей не менее, чем в полтора раза, в направлении морских портов и пограничных переходов Дальнего Востока [1]. Решение этой стратегической задачи невозможно без мероприятий по повышению надежности функционирования силового электрооборудования электроподвижного состава.

На современных магистральных электровозах переменного тока с коллекторным приводом, управление скоростью и силой тяги осуществляется при помощи изменения

действующего значения выпрямленного напряжения. Для плавного регулирования этого напряжения применяются тиристорные выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП), подключенные к секционированной вторичной обмотке тягового трансформатора электровоза. С помощью секционирования вторичной обмотки осуществляется регулирование напряжения на тяговых двигателях (ТД) в пределах четырех зон, образуемых отдельными частями обмоток трансформатора. На рис. 1 представлена упрощенная схема тягового электропривода с ВИП, реализованными на тиристорах.

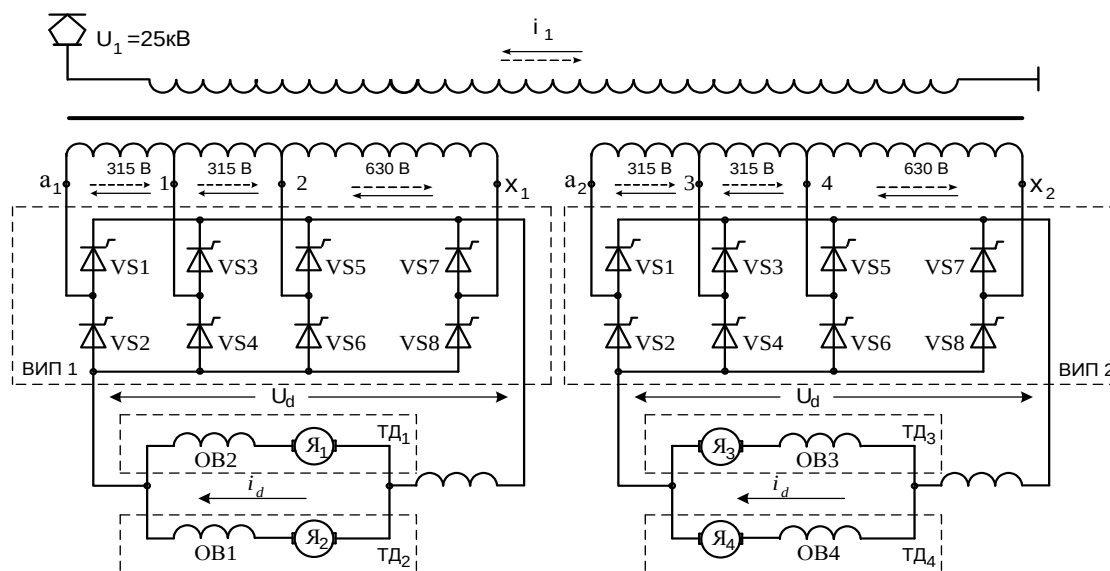


Рис. 1. Упрощенная электрическая схема силовых цепей электровоза

На большинстве вновь производимых и модернизируемых электровозов с коллекторным приводом контроль над движением и управлением технологическим процессом осуществляет микропроцессорная система управления и диагностики (МСУД). В ее состав входит система формирования импульсов управления (СФИ), с помощью которой производится как формирование, так и распределение управляющих импульсов на плечи ВИП в соответствии со штатным алгоритмом [2].

Для повышения надежности работы преобразователя тиристорное плечо представляет собой несколько параллельно включенных тиристоров для обеспечения пропуска наибольшего рабочего тока и последовательно включенные тиристоры, обеспечивающие равномерное распределение напряжения на них. Такая схема позволяет резервировать потерю управляющего сигнала на одном или нескольких присоединениях в тиристорном плече. При этом, в случае, когда один из тиристоров, по какой-либо причине, не открылся (отсутствие контакта, пропуск импульса управления, разрушение тиристора), ощутимые изменения в работе электровоза отсутствуют. Также в случае пробоя тиристора в цепочке, прикладываемое обратное напряжение всего тиристорного плеча перераспределяется между неповрежденными тиристорами.

Существующая система диагностики не позволяет фиксировать повреждение всего тиристорного плеча, в частности, его неотпирание, а это уже существенно влияет на

энергетические характеристики электровоза. Результатом этого является возникновения аварийных ситуаций, увеличение времени на восстановление повреждений и, как следствие, снижение средней участковой скорости на участке железной дороги и общее уменьшение объема грузоперевозок.

Выявление поврежденного плеча может помочь избежать бросков выпрямленного тока из-за нарушения штатного алгоритма управления, восстановления тяговых характеристик электровозов или уменьшить время простоя электровоза в случае срыва управления в целом. В случае идентификации поврежденного плеча возможен плавный перевод системы управления электровозом на другие зоны регулирования напряжения, по возможности, без потери электровозом тяговых свойств.

Разработанные способы диагностирования ВИП, как правило, используют в своем составе принцип послеремонтной диагностики, либо эксплуатационной диагностики ВИП, производимой во время стоянки на узловых станциях [3, 4]. В то же время, неисправность тиристорного плеча чаще всего происходит при работе электровоза на перегоне, и оперативная диагностика появившейся неисправности позволила бы быстро среагировать на изменившиеся условия эксплуатации и своевременно информировать об этом машиниста.

Для исследования процессов выявления неисправностей тиристорных плеч была разработана математическая модель, реализованная в пакете прикладных программ MATLAB. Для динамического имитационного моделирования электромагнитных переходных процессов была использована графическая среда Simulink. Модель системы «тяговая подстанция – тяговая сеть – электровоз» представляет собой комплекс отдельных связанных между собой блоков, моделирующих отдельные элементы системы – тяговые подстанции с учетом сопротивления системы внешнего электроснабжения, тяговую сеть переменного тока, силовую схему электровоза 2ЭК5К и систему управления ВИП.

Моделирование нормальных и аварийных режимов тиристорных плеч проводились на всех зонах регулирования выпрямленного напряжения при прочих равных условиях работы. Результаты моделирования исправного состояния ВИП и различные режимы отказа и пробоя отдельных плеч обрабатывались на основе метода гармонического анализа. В итоге применения быстрого преобразования Фурье (БПФ) к основным электрическим величинам силовой цепи было выявлено, что при разовом или многократном пропуске сигналов управления, подаваемых на тиристоры, наиболее значительно изменяется гармонический состав выпрямленного напряжения. В частности, происходит изменение уровня первой, второй, третьей и четвертой составляющих тригонометрического ряда Фурье.

Для примера, на рисунке 2 представлены зависимости нулевой - четвертой гармоник выпрямленного напряжения при различных углах α_r отпирания плеч, отвечающих за реализацию фазового регулирования, внутри второй зоны при нормальном режиме. Для сравнения на рис. 2.б изображено изменение тех же гармоник выпрямленного напряжения, что и на 2.а, но при условии потери сигнала управления на плечо VS1.

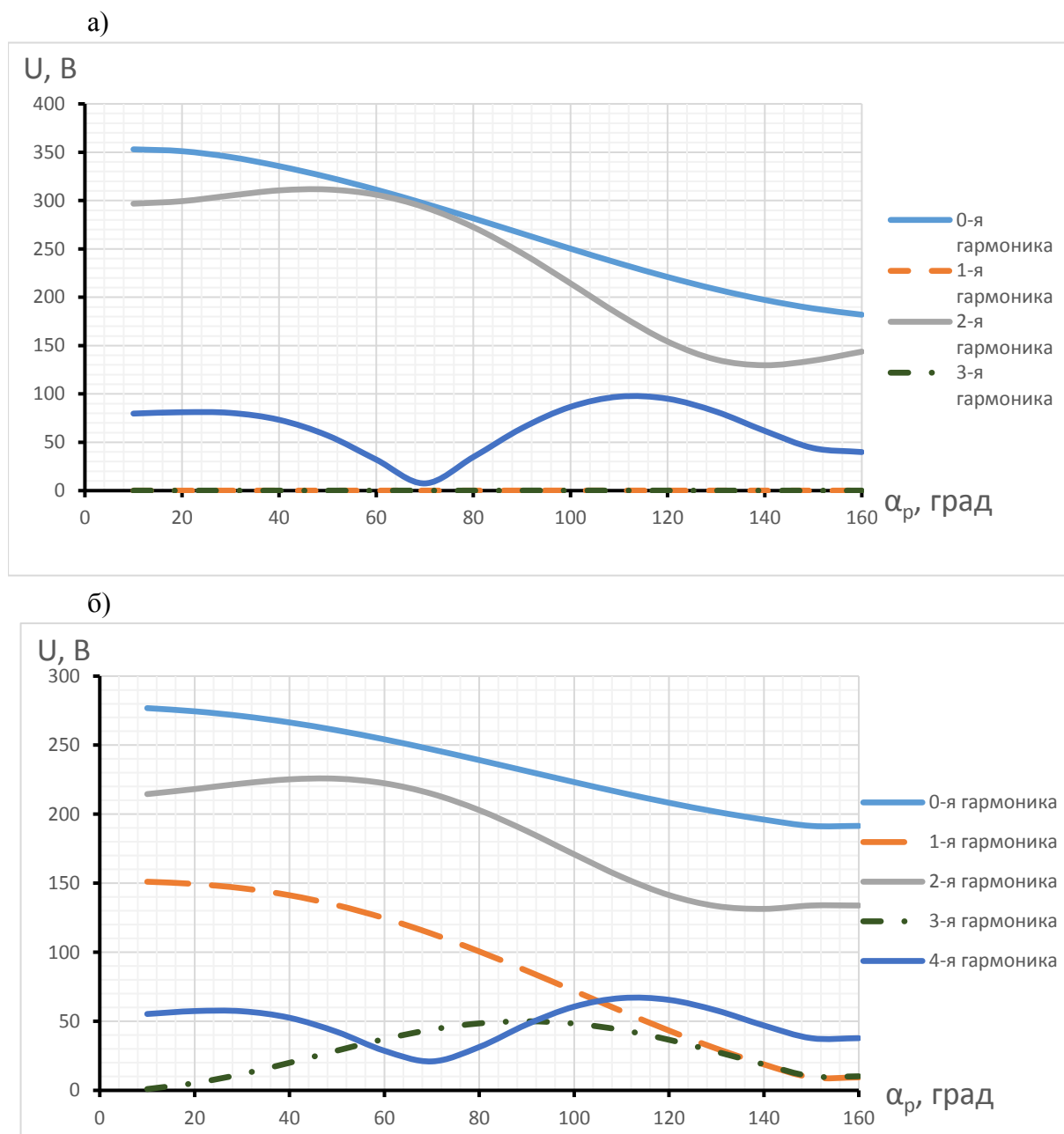


Рис. 2. Зависимости амплитуд гармоник выпрямленного напряжения при различных углах фазового регулирования α_r (а – в исправном состоянии ВИП, б – при пропуске сигнала управления плеча VS1)

Из графиков видно, что различие между нормальным процессом отпирания тиристоров с фазой α_r на данной зоне регулирования и в случае появления не открывшегося тиристора наиболее контрастно при малых углах открытия плеч, регулируемых по фазе. Аналогичным образом выявлены взаимосвязи гармонического состава выпрямленного напряжения и для других зон регулирования. Значительное различие наблюдается и при более высоком порядке гармоник, однако, учитывая низкое качество напряжения в тяговой сети и присутствие высокочастотных составляющих в кривой напряжения, целесообразно ограничиться только гармониками до шестой.

Таким образом, выявленные закономерности позволяют, используя гармонический состав выпрямленного напряжения, однозначно идентифицировать пробой тиристорного плеча или пропуск им импульса управления в тяговом режиме работы электровоза. На ее основе возможна разработка бортовой экспертной системы, позволяющей определить непосредственно в процессе эксплуатации неисправные плечи ВИП электровоза и формировать машинисту рекомендации по режиму ведения поезда для обеспечения максимально возможной эффективности его работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации №204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
2. Электровоз магистральный 2ЭС5К (ЗЭС5К) «Ермак». Руководство по эксплуатации. ИДМБ.661142.009РЭ. Новочеркасск: Изд-во НЭВЗ, 2004 г.
3. Патент на изобретение RUS 2346829 11.12.2007 Бабичук А.К., Мельниченко О.В. Способ диагностики плеч выпрямительно-инверторных преобразователей электровоза переменного тока под нагрузкой. Опубл. 20.02.2009, Бюл. № 5.
4. Бузмакова, Л.В. Методика диагностирования выпрямительно-инверторных преобразователей электровозов переменного тока. / Л.В. Бузмакова, С.В. Власьевский, С.З. Овсейчик // – Электротехника. 2016. – № 2. – С. 24-27.

УДК 621.311+681.5

ГРНТИ 44.29.33

Моисейченко О.В., студент, 3 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ДАЛЬНИЙ ВОСТОК КАК ПЕРЕДОВАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Аннотация. Современные технологии значительно продвинулись в области электроэнергетики. Наблюдается неуклонный рост потребления энергоресурсов на душу населения, тем самым гарантируя увеличение числа энергообъектов в целом, заставляя пересматривать свое отношение к решению задач автоматизации и управления ими. Объектам энергетики стал необходим высокий уровень автоматизации, когда практически все задачи могут осуществляться в цифровом виде, тем самым сокращая труд персонала и гарантируя высокий уровень автоматизированного управления.

Ключевые слова: цифровая подстанция, протокол МЭК 61850, цифровизация.

Реализация цифровых технологий во всем мире началась более 20 лет назад с появлением первых на тот момент устройств релейной защиты и автоматики, чья элементная база представляла собой микропроцессор. В настоящее же время тенденция перехода на микропроцессорное оборудование становится все более актуальной, в том

числе и для отечественной энергетики. Микропроцессорная элементная база подразумевает собой малые габариты, а также малое электропотребление и низкий уровень погрешности. Именно повсеместная замена старого оборудования, повлекшая за собой повышение уровня автоматизации, и побудила создать цифровую подстанцию, которая является наилучшим вариантом для реализации современных информационных технологий.

ЦПС имеет целый ряд преимуществ перед традиционной подстанцией в силу новых конструктивных решений и высокого уровня автоматизированного управления: высокий уровень энергосбережения, более компактные размеры, а также высокая надежность. Но у внедрения ЦПС есть и противники, так как этот процесс является затратным и должен быть экономически обоснованным. Важно отметить, что сам термин используется не только по отношению к вторичному оборудованию на подстанции и способу передачи данных между ними. Коммутационные аппараты, реакторы и прочее основное электрооборудование должно также удовлетворять критериям, свойственным для ЦПС. Но высокая развитость объекта в плане цифровых технологий еще не определяет его как цифровую подстанцию, поэтому процесс проектирования, а также конфигурацию систем автоматизации определяет международный протокол МЭК 61850, включающий в себя несколько глав. На основании данного протокола предъявляются требования к силовому электрооборудованию, а также по отношению к устройствам передачи данных, языку описания конфигурации для обмена данных и связи между подстанциями.

Таким образом, цифровая подстанция – это сложный энергообъект, удовлетворяющий всем требованиям протокола МЭК 61850 и обладающий высокой степенью автоматизации и контроля.

Современные тенденции. В настоящее время в мировой энергетике существуют два противоположных мнения о целесообразности создания цифровых подстанций. Ведь создание такого объекта не только характеризует собой большие материальные вложения, но и ключевую проблему, возникающую в таком случае – проблема кадров. Специалист, работающий на объекте такого уровня, должен обладать не только соответствующим уровнем технической компетенции, но и иметь стремление к саморазвитию и личностному росту. Переход на решение задач посредством цифровых технологий не означает, что человек перестает играть самую важную роль в обслуживании подстанции, но требует от него высокого уровня знаний и легкости в освоении новых технологий. С другой точки зрения, каждый год число инвестиций передовых энергетических компаний в развитие цифровых технологий постоянно растет, что говорит о целесообразности реализации цифровых подстанций.

Опыт реализации. Одной из стран, которая не стала воспринимать реализацию цифровых подстанций в штыки, стала КНР. Еще в 2003 году в ней началась исследовательская работа по созданию ЦПС. Более чем за 10 лет уровень автоматизации пилотных подстанций существенно менялся, значительно продвигаясь вперед. Ведь для реализации такого объекта необходимостью является разработка Отечественного оборудования, соответствующего стандартам МЭК. Как результат, в настоящее время технология ЦПС в Китае стремительно развивается, а количество реализованных объектов данного типа говорит об их целесообразности. Но если в КНР уже давно существует база для создания ЦПС, то отечественная энергетика только подходит к этому, и тот факт, что китайские технологии принципиально отличаются от Российских

стандартов, поставил вопрос о создании собственных устройств для реализации цифровой подстанции.

Таким образом, в 2011 году ведущие научно-производственные предприятия России (такие как ООО НПП «ЭКРА» и другие отечественные лидеры) подписали соглашение, целью которого была разработка собственных аналогов китайских устройств, а также своей системы автоматизированного проектирования ЦПС. Именно этот толчок и дал начало для создания на территории РФ пилотных проектов цифровых подстанций. Лидером в этом вопросе стала компания ПАО «ФСК ЕЭС», которая активно инвестирует в цифровые проекты. В качестве приоритета для Федеральной Сетевой Компании является цифровизация сетей Дальнего Востока, как развивающегося региона страны.

Помимо того, что цифровизация затрагивает крупные транспортные системы ДФО, такие как Байкало-Амурская магистраль, так и территории опережающего развития, как город Хабаровск. Как результат, Дальний Восток является лидером по цифровизации энергосистемы, которая затрагивает не только совершенствование автоматики и алгоритмов. Так, ФСК реализовало проект, который заключался в обследовании ЛЭП с помощью современных технологий - беспилотников. На основании данных, полученных при таком способе облета линий, протяженность которых составляет более 5 тысяч километров, была создана трехмерная модель, которая позволит анализировать состояние линий, что значительно облегчит решение вопросов, связанных с ремонтом и реконструкцией.

Помимо того, что в перспективе планируется строительство новых подстанций, уровень автоматизации которых будет соответствовать стандартам МЭК, будет произведена цифровизация действующих объектов – «Благовещенской» и «Петровск-Забайкальской» ПС. Такое решение позволит минимизировать риск возникновения аварий, а также сократит оперативный персонал, который занимается непосредственным обслуживанием. Сокращение персонала в данном случае несет больше положительный характер, чем негативный, открывая дорогу новым и компетентным специалистам, имеющим в своей жизни дело с информационными технологиями.

Немаловажным является и прокладка современных линий связи, которые позволят осуществить трансформацию электросетевого комплекса. В прошлом году ФСК перевела на телеуправление более 10 подстанций, что позволило сократить время на плановые переключения, повысить качество работы энергообъектов и сократить материальные расходы как результат снижения ошибочных действий в системе.

Реализация цифровых решений не только позволит усовершенствовать инфраструктуру ДФО, но и откроет путь новым специалистам, ежегодно выпускающихся из ВУЗов Дальнего Востока.

Цифровизация подстанции «Благовещенская» даст возможность проходить стажировку не только студентам АмГУ, но и тем работникам, кто не боится перехода на совершенно новые технологии. Развитие цифровых решений позволяет не только сократить отток молодых кадров, но и повысить их квалификацию, тем самым возвращая специалистов, идущих нога в ногу с современными технологиями.

Повышение уровня контроля и безопасности подразумевает собой как итог снижение рисков аварий и большую эффективность энергосистемы в целом. Разумеется, на реализацию многих проектов требуются инвестиции, что не означает убыточность компаний, а наоборот, способствует развитию региона и его технической развитости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007- 29.240.10.248, 2017
2. Цифровые подстанции появятся на Дальнем Востоке. – URL : <https://deita.ru/ru/news/cifrovye-podstancii-poyavyatsya-na-dalнем-vostoke/>
3. Официальный сайт ОАО «ФСК ЕЭС». – URL: <http://www.fsk-ees.ru>, свободный.

УДК 621.472 : 621.314.21
ГРНТИ 44.37

Кустов Д.Ф., студент, 3 курс
Научный руководитель – Проценко П. П., доцент
ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СУШКИ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРА

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения солнечных коллекторов для сушки обмоток трансформатора, приводятся результаты расчета конструкции и разработана технологическая схема.

Ключевые слова: Амурская область, энергетика, солнечный коллектор, силовой трансформатор.

Солнечная энергетика - направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Солнечная энергетика использует возобновляемый источник энергии и является «экологически чистой», то есть не производящей вредных отходов во время активной фазы использования.

На практике солнечная радиация может быть преобразована в электроэнергию непосредственно или косвенно. Основным конструктивным элементом солнечной установки для получения тепла является коллектор, в котором происходит улавливание солнечной энергии, ее преобразование в теплоту и нагрев воды, воздуха или какого-либо другого теплоносителя. Различают два типа солнечных коллекторов – плоские и фокусирующие. В плоских коллекторах солнечная энергия поглощается без концентрации, а в фокусирующих – с концентрацией, т.е. с увеличением плотности поступающего потока радиации.

Амурская область является одной из наиболее подходящих областей для применения солнечных коллекторов. Продолжительность солнечного сияния, выраженная в часах за год, на севере области составляет величину 1900-2000, а на юге - более 2500. В Благовещенске средняя величина солнечного сияния — 2266 часов. Это довольно высокий показатель. Четко выражены времена года. Лето преимущественно жаркое, на севере — теплое, дождливое, но со значительным количеством солнечного сияния. Зима холодная, сухая, с маломощным снежным покровом, с большим количеством солнечного сияния.

Российская Федерация. Карта инсоляции

Продолжительность солнечного сияния

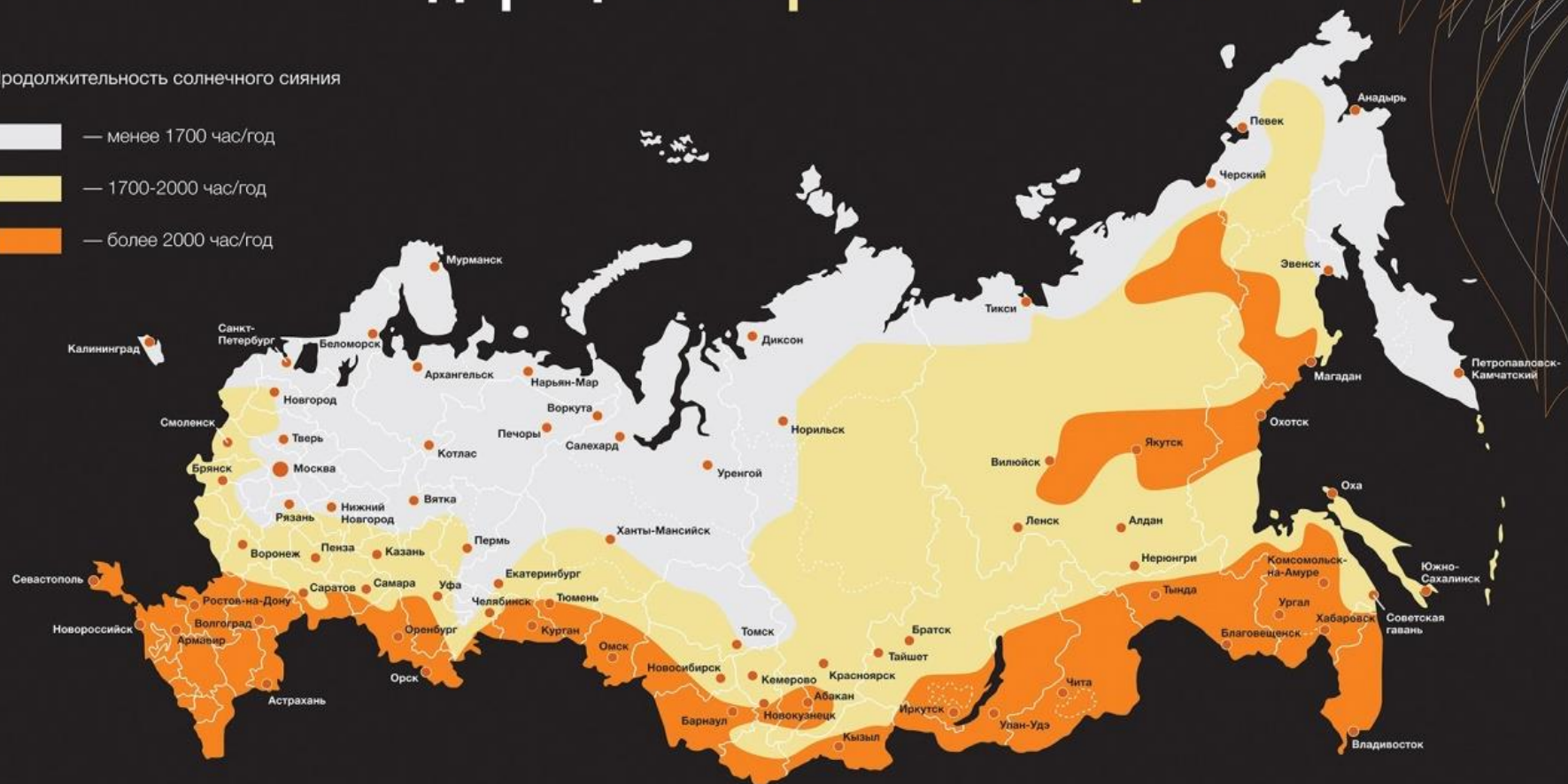
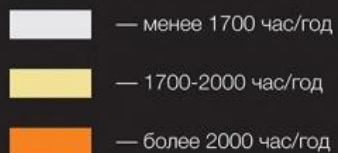


Рис. 1. Карта инсоляции Российской Федерации

В работе рассматривается возможность применения солнечных коллекторов для сушки обмоток трансформатора в трансформаторном цехе, расположенном на территории филиала АО «ДРСК» «Амурские электрические сети», расположенного в городе Благовещенске.

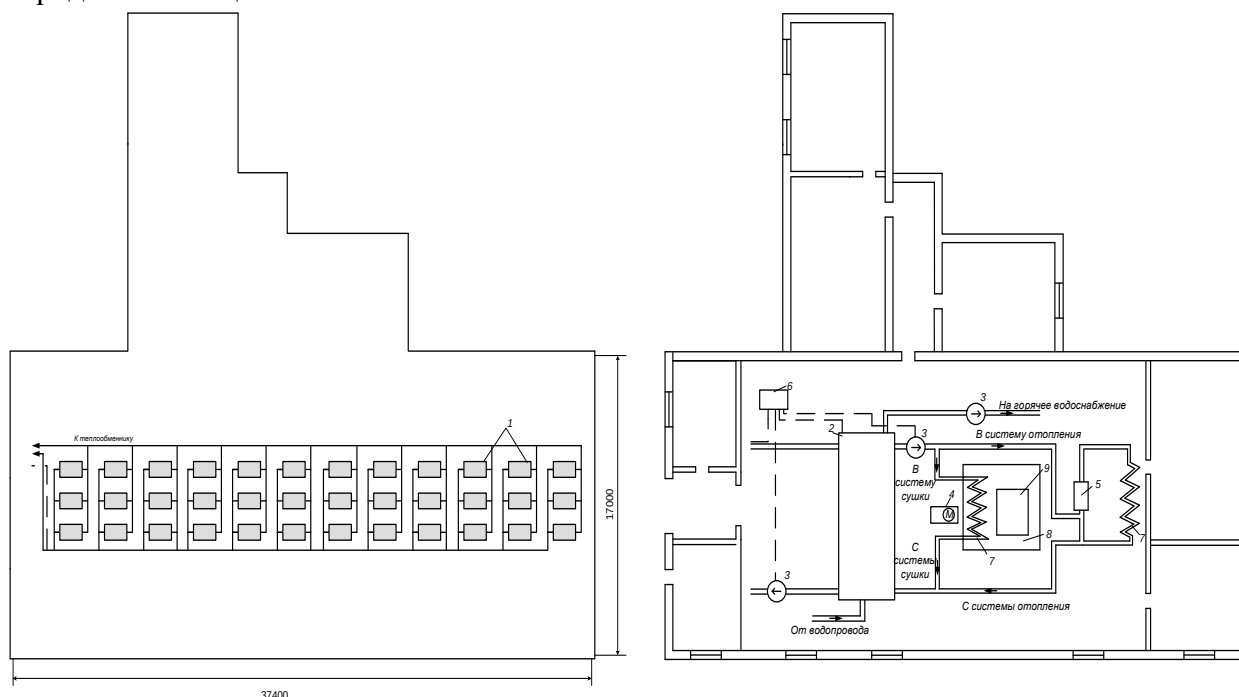


Рис. 2 План размещения технологического оборудования установки:

1 - солнечный нагреватель; 2 - бак-аккумулятор горячей воды; 3 - циркуляционный насос; 4 - двигатель привода вентилятора калорифера; 5 - электрический водонагреватель; 6 - электронный контроллер; 7 - радиатор; 8 - сушильная камера; 9 - силовой трансформатор

Благодаря своему географическому положению г. Благовещенск имеет хорошие перспективы развития солнечной энергетики.

Трансформаторный цех располагает установкой для сушки обмоток трансформаторов. Установка представляет собой коробчатый каркас из стального уголка размерами 2500×1740×2920 мм. Каркас обложен шамотным кирпичом в два слоя. Внешние стены закрыты стальными листами толщиной 1 мм. Нагрев камеры – электрический, нихромовой полосой сечением 15×3 мм, уложенной спирально на стержнях в стене по боковым стенкам. Питание спирали напряжением $U_c = 380$ В, двухфазное, что вызывает неравномерность нагрузки при общей потребляемой мощности $P = 105$ кВт. У камеры отсутствуют технологические отверстия для подачи и отвода воздуха – нет рециркуляции. Пары лака и растворителей в нагретом воздухе создают взрыво- и пожароопасную обстановку, вырываясь через двери, они ухудшают условия труда обслуживающего персонала. Двери камеры – распашные, не механизированные. Вкатывание, выкатывание тележки осуществляется вручную, увеличивается трудоемкость ремонтных работ. Прибор контроля температуры наработал большой срок и часто выходит из строя. Таймер отсутствует, оператор сам ведет учет времени.

Исходя из описания действующей сушильной установки, можно сделать вывод о несоответствии ее технологии, требованиям пожарной безопасности, условиям труда. Необходимо произвести реконструкцию, выбрав способ сушки и конструкцию

сушильной камеры с применением электрического нагрева. Электрический нагрев дает возможность достижения любой температуры. Коэффициент полезного действия нагревательных приборов достигает 95% и выше.

Наиболее распространенным способом сушки обмотанных изделий является конвекционный, когда изделия загружаются в сушильную камеру, а нагрев происходит при передаче тепла нагретым воздухом, подогреваемым в водяном электрокалорифере.

Для трансформаторного цеха, выполняющего ремонтные работы небольшого (непромышленного) объема разнотипных и разногабаритных трансформаторов наиболее приемлема конструкция тупиковой конвекционной сушильной камеры с периодической загрузкой, с искусственной циркуляцией воздуха при атмосферном давлении. Данная камера позволит производить сушку обмоток силовых трансформаторов мощностью до 1000 кВА. В камере можно производить сушку трансформаторов малых и средних габаритов перед эксплуатацией, изоляция которых увлажнилась при транспортировке или хранении на открытом воздухе, в сырых помещениях.

Сушильная камера оборудуется тепловентиляционным центром, состоящим из вентилятора, электродвигателя и водяного электрокалорифера. Вентилятор должен быть центробежным, допускающий более широкий диапазон регулировки. Дверь предусмотреть с автоматизированным вертикальным подъемом (опусканием), тележку также оборудовать электроприводом.

Описание технологической линии. Система солнечного теплоснабжения включает три контура циркуляции:

- первый контур, состоящий из солнечных коллекторов, циркуляционного насоса, отводных кранов для заполнения и слива теплоносителя, змеевика-теплообменника находящегося в баке-аккумуляторе, обратного клапана, который предотвращает обратную передачу тепла от резервуара к коллектору, обеспечивая, таким образом, снижение тепловых потерь из резервуара, и предохранительного клапана, который при повышении давления выше атмосферного 101325 Па, или 760 мм рт. ст. открывается и сбрасывает давление;

- второй контур, состоящий из циркуляционного насоса, бак –аккумулятора, двигателя вентилятора, радиатора электрического котла, применяется для сушки обмоток трансформатора и отопления;

- третий контур, состоящий из циркуляционного насоса, бак –аккумулятора, применяется для горячего водоснабжения.

Системой сушки, отопления и горячего водоснабжения управляет микропроцессорный солнечный контроллер SMT 300, который предназначен для контроля температуры в солнечном коллекторе и в резервуаре-теплообменнике, а также для выбора оптимального режима работы системы в течение суток, в зависимости от величины этих температур.

Функционирует система солнечного теплоснабжения следующим образом. В исходном состоянии вода в теплообменнике холодная, теплоноситель, которым заполнены солнечные коллекторы, также холодный. На контроллере SMT 300 выставлена желаемая температура в резервуаре, (например 98°C). С появлением солнца, в коллекторе происходит быстрый нагрев теплоносителя. Контроллер включает циркуляционный насос в первом контуре и тепло передается через левый теплообменник резервуара в воду бака-аккумулятора для сушки трансформаторов. Вода по трубам поступает в радиаторы сушильной камеры, и начинается сушка трансформаторов. Когда

при интенсивном расходе горячей воды на горячее водоснабжение, температура в резервуаре падает ниже 80°C, контроллер вновь включает циркуляционный насос первого контура для поддержания установленной температуры.

Расчеты показали, что установленная мощность нагревательной установки P составит 15,4 кВт. Общая площадь поверхности солнечных коллекторов F – 17,6 м².

По расчетным значениям для предлагаемой установки выбирается коллектор «ЯSolar», с техническими характеристиками: габаритные размеры корпуса – 2065×1073×105 мм; масса – 37 кг; площадь поглощения – 2 м²; рабочее давление – 0,7 Мпа, исходя из чего количество коллекторов принимается равным 9 шт.

Исходя из проведенного технико-экономического расчета, срок окупаемости предлагаемой конструкции составит три года.

Проведенное исследование показывает, что использование возобновляемых источников энергии для различных производственных целей позволяет существенно снизить нагрузку на систему электроснабжения, а также обеспечить значительную экономию затрат, и, как следствие, снизить себестоимость выпускаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плоский солнечный коллектор. – URL : <https://inventory.ru/product/ploskij-solnechnyj-kollektor-jasolar/>
2. Системы отопления и горячего водоснабжения на основе плоских вакуумных коллекторов. – URL: <http://ovis.khv.ru/content/>
3. Тарифы на электроэнергию в г. Благовещенск на 2019 год. – URL: <https://energybase.ru/tariff/blagovescensk/2019>
4. Солнечный коллектор. – URL : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/199565>
5. Солнечный коллектор. URL : <http://mining-prom.ru/toplivodob/geotermiya/solnechnyy-kollektor/>

УДК 621.311

ГРНТИ 44.29.33

Иойнис М.Г., студент, 4 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГРОЗОЗАЩИТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются технические средства защиты электрических станций и подстанций применяемые в настоящее время, а также их дальнейшее развитие и модернизация, в соответствии с современными требованиями и стандартами.

Ключевые слова: электроэнергетика, электрические станции и подстанции, грозозащита, разрядник, ОПН.

Грозозащита (молниезащита) – это совокупность мер по обеспечению

защищенности сооружений, техники, человеческого общества, животного мира и общественной инфраструктуры от разрушительного действия молний. Выбор конструкции грозозащитных систем является важной составной частью строительного проекта в плане обеспечения безопасной среды обитания человека, сохранности зданий, сооружений и объектов жизнеобеспечения и промышленных коммуникаций от воздействия атмосферного электричества.

Электрический ток, возникающий под действием молнии, характеризуется низкой частотой. В результате разряда молнии могут проявляться следующие эффекты:

- нагрев проводников, по которым протекает ток молнии или его часть. Нагрев определяется так называемой удельной энергией – интегралом квадрата тока по времени, который зависит в основном от импульсных составляющих тока;

- термическое действие на объект в месте удара. Это действие зависит от общего заряда, протекшего по каналу молнии, и определяемого постоянной составляющей тока молнии;

- индуктирование высоких напряжений в контурах, имеющих электромагнитную связь с контуром разрядного тока молнии. Индуктированные напряжения, как и падения напряжения на индуктивностях зависят от крутизны тока молнии;

- электродинамический эффект: во время циркуляции токов молнии они могут вызывать в параллельных проводниках силы отталкивания или притяжения между жилами, из-за чего возникают механические деформации (сплющивание, раздавливание проводов) или разрывы линий;

- эффект взрыва: из-за молнии может возникать расширение воздуха, что влечёт образование зоны избыточного давления, распространяющейся на дистанцию до десятков метров. Ударная волна способна разрушать перегородки, окна либо отбрасывать людей и животных на несколько метров. Помимо этого, взрывная волна преобразуется в звуковую, которая слышна как гром;

- перенапряжения: индуцированные электромагнитным излучением канала молнии перенапряжения способны воздействовать на проводники (телефонные линии, ЛЭП и т.п.) в радиусе до нескольких километров во время прохождения сильного импульсного тока по каналу;

- повышение потенциала земли в результате циркуляции токов молнии в почве. Этот эффект объясняет не прямые разряды молнии по причине возникающего шагового напряжения, а также повреждения оборудования, связанные с этим.

Таким образом, опасными параметрами тока молнии являются его максимальное значение крутизна, удельная энергия и заряд.

При ударах молнии в заземленные молниеотводы потенциал заземлителя, спусков, молниеприемников может достигать многих сотен киловольт, что может вызвать сильные электромагнитные возмущения, искрения, пробой изоляции, обратные перекрытия, выносы высокого потенциала по проводам и кабелям на большие расстояния от контуров с током молнии. К сожалению, до настоящего времени не создано общей методики борьбы с этими электромагнитными возмущениями при ударах молнии, нет конкретных нормативных документов, рекомендаций по снижению помех и перенапряжений, возникающих при ударах молнии.

Здания и сооружения, имеющие металлические конструкции или металлическую кровлю, защищаются от прямых ударов молнии путем надежного заземления

(импульсное сопротивление заземления не более 10 Ом). Все остальные здания и сооружения, а также территории открытого РУ защищаются стержневыми молниеотводами. На открытых РУ 110 кВ и выше молниеотводы могут устанавливаться непосредственно на конструкциях РУ, стойки которых присоединяются к заземляющему контуру подстанции. РУ 35 кВ, как правило, защищаются отдельно стоящими молниеотводами, имеющими обособленные заземлители.

Основным аппаратом защиты оборудования подстанций является вентильный разрядник типа РВС или РВМ. Остаточное напряжение $U_{ост}$ на разряднике является основной величиной, по которой производится координация подстанционной изоляции.

Испытательное напряжение оборудования подстанций (за исключением изоляции силовых трансформаторов) на 10-15% выше $U_{расч}$. Импульсное испытательное напряжение изоляции силовых трансформаторов на 25% выше расчетного.

Максимальное напряжение на изоляции оборудования подстанции тем больше, чем больше крутизна падающей волны и расстояние между РВ и защищаемой изоляцией. Для уменьшения крутизны волны линии электропередачи на подходе к подстанциям 35 кВ и выше защищаются тросовыми молниеотводами на длине 1-2 км. Если линия защищена тросами по всей длине, то на подходе к подстанции применяются уменьшенные сопротивления заземления опор.

Подходы к подстанциям 3-10 кВ молниеотводами не защищаются. При наличии кабельных вводов используются защитные действия кабельной оболочки.

На гидростанциях часто трансформаторы устанавливаются на плотинах, а открытое РУ находится на расстоянии нескольких сотен метров. При соединении трансформатора с РУ воздушной линией она должна надежно защищаться от прямых ударов молнии стержневыми или тросовыми молниеотводами, а вентильные разрядники должны устанавливаться как на шинах подстанции, так и в непосредственной близости от трансформатора. Если на подстанциях 150 кВ и выше возможно разземление нейтралей некоторых трансформаторов, то в нейтралях должны устанавливаться вентильные разрядники с номинальным напряжением на класс ниже, чем номинальное напряжение трансформатора.

В настоящее время в электрических сетях осуществляется массовая замена устаревших вентильных разрядников (РВ) на нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Это требует изменения рекомендаций нормативных документов по выбору параметров ОПН и их установке в электрических сетях распределительных устройств.

Согласно нормативным документам по применению ОПН в электрических сетях 110–750 кВ, на класс напряжения 110 кВ и выше могут использоваться нелинейные ограничители перенапряжений, отличающиеся наибольшими рабочими напряжениями, защитными и энергетическими характеристиками.

Выбор наибольшего рабочего напряжения ОПН ($U_{НРО}$ – напряжение, которое сколь угодно долго может быть приложено к ОПН) связан с квазистационарными перенапряжениями и длительностью их воздействия. Например, в сетях 110 кВ при наличии трансформаторов с разземляемой нейтралью, в которых высока вероятность появления феррорезонансных перенапряжений, устанавливаются ОПН 110 кВ с $U_{НРО} = 88$ кВ и 100 кВ.

Остающиеся напряжения ОПН (U_{RES}) при импульсных токах связаны с наибольшим рабочим напряжением ОПН ($U_{НРО}$) соответствующими коэффициентами. Например, для ОПН 110–220 кВ с удельной энергоемкостью 2,5–4,5 кДж/кВ отношение U_{RES} к $U_{НРО}$ при грозовых импульсах тока 8/20 мкс с амплитудой 10 кА составляет $3,05 \div 3,2$ в зависимости от производителя варисторов. Для ОПН с большей удельной энергоемкостью это отношение составляет 2,9.

Остающиеся напряжения ОПН при грозовой волне при других амплитудах импульсного тока определяют вольт-амперную характеристику (ВАХ) ОПН. Более высокие ВАХ ОПН при грозовой волне относятся к ОПН с большими рабочими напряжениями и меньшей энергоемкостью. Нормативный документ организации СТО для ОПН 110 кВ и выше определяет максимальные значения остающихся напряжений при импульсах тока грозовой волны.



Рис. 1. Общий вид устройства ОПН 110 кВ

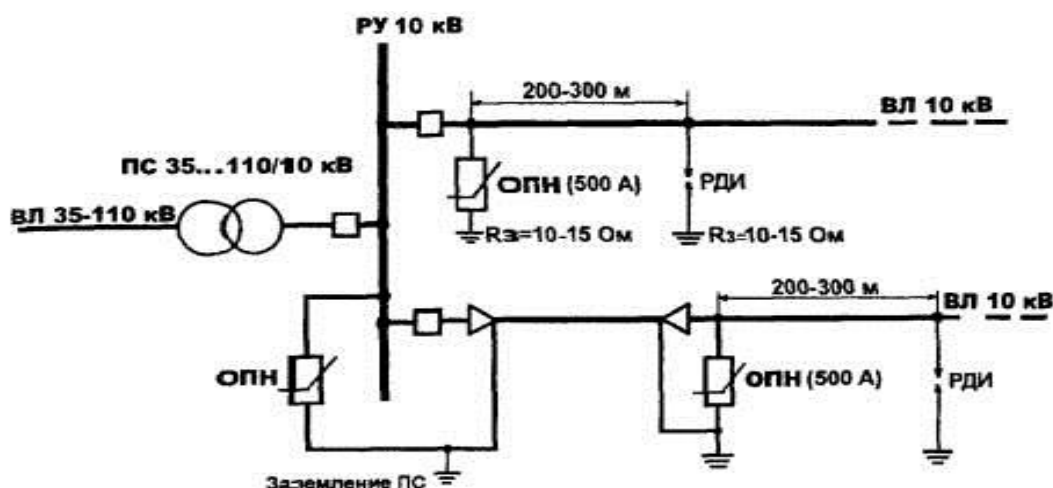


Рис. 2. Пример установки ОПН на распределительном устройстве 110/35/10 кВ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок / 7-е изд. – Санкт-Петербург: Изд-во ДЕАН, 2009. – 704 с.

2. ГОСТ Р 52725-2007. Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2007.

3. СТО 56947007-29.120.50.076-2011. Типовые технические требования к ограничителям перенапряжения классов напряжения 6 –750 кВ. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС», 2011.

4. Руководство по защите электрических сетей 6–1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений / под научн. ред. Н.Н. Тиходеева. Санкт-Петербург: ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999.

5. Рекомендации по защите оборудования подстанций от набегающих волн грозового происхождения с использованием ОПН / Н.И. Гуменова, Б.В. Ефимов, М.В. Малочко, О.Д. Репкина // IV Международная конференция по молниезащите. Санкт-Петербург, 27–29 мая 2014 г.: сборник докладов. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014.

УДК 621.577:620

ГРНТИ 44.09

Вдовин В.В., студент, 4 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Аннотация. В настоящей статье производится оценка работы тепловых насосов использующих нетрадиционных источников энергии в условия ресурсосбережения и высокой экологичности. Цель: расширить знания в области, геотермального отопления и тепловых насосов, а также выявить положительные и отрицательные факторы использования.

Ключевые слова: тепловые насосы, нетрадиционные источники энергии, охрана экологии, теплоснабжение.

Выбор основных источников энергии при проектировании и создании энергоэффективных систем теплоснабжения жилых и общественных зданий является наиболее ответственной задачей. Решение поставленной задачи зависит от целого ряда проблем, причем первостепенное значение имеет географическое положение объекта теплоснабжения, его климатические условия, а также продолжительность отопительного периода. Рассматривая проблему социально-экономических затрат на теплоснабжение, необходимо отметить особенность климатических условий России.

Важным этапом проектирования является решение следующих проблем:

- охрана окружающей среды,
- рациональное использование невозобновляемых природных ресурсов,
- сокращение выделений вредных веществ в атмосферу,

- дефицит выработки тепловой энергии,
- вид доступного топлива,
- износ существующих инженерных систем и теплосетей,
- невозможность прокладки новых теплотрасс.

Традиционные источники теплоснабжения имеют низкую энергетическую (особенно на малых котельных), экологическую и экономическую эффективность, поскольку существующая система теплоснабжения РФ является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Плюс к этому необходимо добавить высокие денежные тарифы на транспортировку энергоресурсов. Кроме того отмечается высокая стоимость создания и обслуживания тепловых сетей, которые являются ненадежным элементом в системах централизованного теплоснабжения.

Все перечисленные негативные факторы традиционного теплоснабжения настоятельно требуют иного подхода к решению проблемы получения и расхода теплоты. Одним из таких подходов является полезное использование низкотемпературной природной теплоты (верхний слой литосферы или гидросферы, нижняя часть атмосферы) с применением тепловых насосов.

Тепловые насосы начали распространяться еще в конце 80-х годов в городах США. Данную технологию применяли в основном состоятельные люди, которые таким образом экономили на отоплении дома, однако скоро система стала дешеветь, и она стала доступна многим американцам. Вскоре использование тепла земли для отопления стало прерогативой большинства граждан, которые владели частными домами. В европейских странах 20 лет назад статистические данные отмечали, что геотермальные системы отопления использовали примерно 12 миллионов граждан. И в течение всего этого времени до сегодняшних дней эта цифра только возросла. Тепловой насос – это устройство, которое использует низкопотенциальное тепло окружающей среды для теплоснабжения потребителя. Необходимо учесть, что технология тепловых насосов является экологически чистой, так как их работа происходит без сжигания топлива и не производит вредных выбросов в атмосферу. Важной характеристикой является взрыво- и пожаробезопасность поскольку ни одна деталь тепловых насосов не нагревается до критических температур, способных вызвать воспламенение или взрыв горючих веществ.

В качестве источника энергии используется грунт, скальная порода, водоем, в который укладывается внешний контур, собирающий тепло окружающей среды.

При использовании в качестве источника тепла скалистой породы, вертикальный коллектор опускается в скважину. При расчетах принимают следующее соотношение – 50-60 Вт тепловой энергии на 1 метр скважины. В общей сложности, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходима скважина глубиной 170 метров или используют несколько скважин меньшей глубины.

При укладке горизонтального контура в землю желательно использовать участок совместно с ближайшими грунтовыми водами. Использование сухого грунта, приводит к увеличению длины контура. Трубопровод должен быть зарыт на глубину примерно 1 м, расстояние между соседними трубопроводами – примерно 0,8-1,0 м.

Удельная тепловая мощность уложенного в землю трубопровода составляет 20-30 Вт/м. То есть для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо 350-

450 м теплового контура. Во время эксплуатации может наблюдаться промерзание почвы, но при правильном расчете на этапе проектирования и монтажа влияние на почву и растения исключаются. При использовании в качестве источника тепла воды озера или реки внешний контур укладывается на дно водоема. Этот вариант имеет наиболее высокий коэффициент преобразования энергии тепловым насосом. На один метр трубопровода приходится около 30 Вт тепловой мощности. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходимо уложить в озеро контур длиной 300 м.

Существует и специальная модель теплового насоса с воздушным теплообменником для получения тепловой энергии из воздуха, но ее эффективность не высока, по сравнению с другими моделями. При сильных морозах требует установки дополнительных источников теплоснабжения. Данная модель актуальна для регионов с теплым климатом.

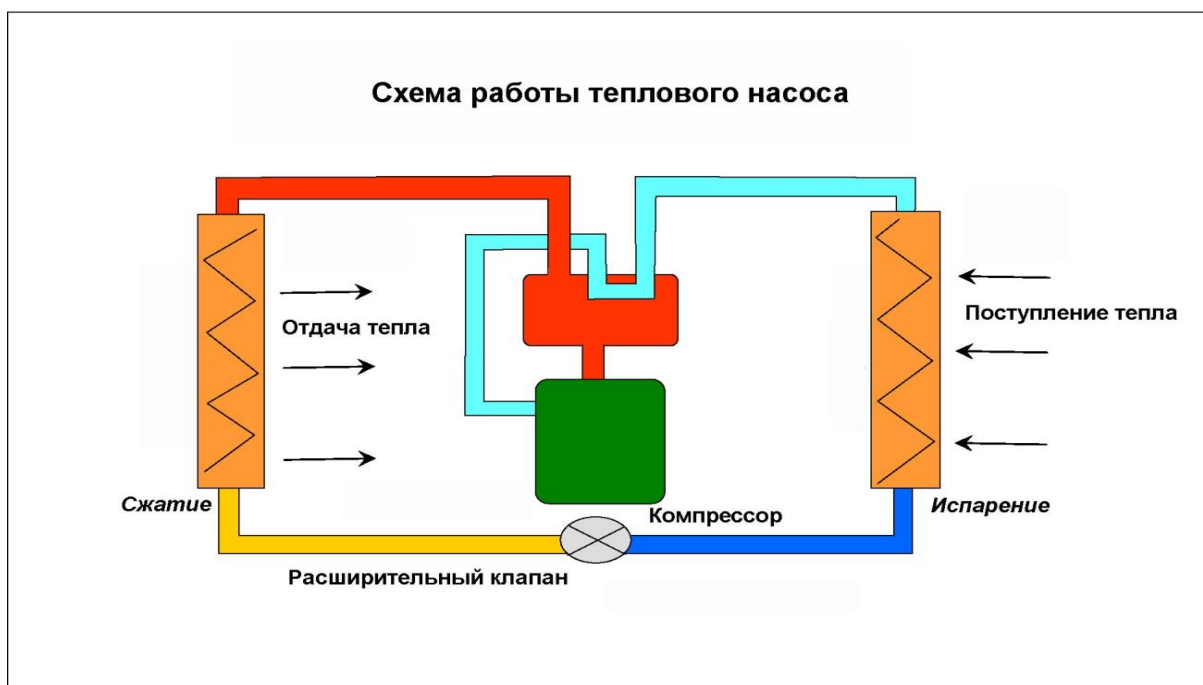


Рис. Принципиальная схема работы теплового насоса

Процесс теплообмена начинается с того момента, когда охлажденный теплоноситель, проходя по трубопроводу, уложенному в водную или земную среду, нагревается на несколько градусов. Далее теплоноситель отдает отобранную теплоту во внутренний контур теплового насоса, заполненный хладагентом, который, проходя через теплообменник, изменяет свое агрегатное состояние, превращаясь из жидкого в газообразный. Это происходит из-за низкого давления и температуры. Из теплообменника газообразный хладагент попадает в компрессор, где он сжимается до высокого давления, и его температура увеличивается. Далее горячий газообразный хладагент поступает во второй теплообменник - конденсатор. В конденсаторе происходит теплообмен между горячим газом и теплоносителем из обратного

трубопровода системы отопления. Хладагент отдает теплоту в систему отопления, затем охлаждается, после чего получает дополнительное охлаждение в охладителе и снова переходит в жидкое состояние, а нагретый теплоноситель поступает в систему отопления. После хладагент под высоким давлением проходит через редукционный клапан внутреннего контура теплового насоса, его давление понижается, хладагент попадает в испаритель, и цикл повторяется.

Наиболее распространенным хладагентом является Хладон R-134a, который является хладагентом третьего поколения - не влияет на озоновый слой. Его характеристика: нетоксичен, не воспламеняется во всем диапазоне температур эксплуатации, характеризуется небольшой температурой нагнетания, давление насыщенного пара R134a 1,16 при 45°C.

Отмечается также и то, что эффективность применения тепловых насосов определяется двумя факторами: увеличением стоимости замещаемого топлива по сравнению с ростом стоимости электроэнергии и достижением термодинамической оптимизации цикла.

Еще одним преимуществом тепловых насосов является возможность переключения с режима отопления зимой на режим кондиционирования летом. Принцип работы системы примерно такой же, только вместо радиаторов используются фанкойлы (внутренние блоки системы кондиционирования). Теплоноситель циркулирует между фанкойлами и скважиной, и холод из скважины напрямую поступает в систему кондиционирования.

К недостаткам тепловых насосов следует отнести большую стоимость установленного оборудования, необходимость сложного и дорогого монтажа подводимых теплообменных контуров. Популярность тепловых насосов в зарубежных странах объясняется их поддержкой государственными программами в виде субсидий и компенсаций гражданам, установившим такие установки. В России это пока рассматривается только в качестве альтернативного отопления газовому, электрическому, твердотопливному и другим видам отопления.

Общим недостатком тепловых насосов является сравнительно низкая температура нагреваемой воды, в большинстве случаев она находится в пределах 50-60°C, причем чем эта температура выше, тем меньше его эффективность и надежность самого теплового насоса.

Исходя из проведенного исследования, можно сделать следующие выводы:

- рост цен на энергоносители принуждает собственников жилья задуматься о способах сокращения затрат на отопление используя нетрадиционные источники теплоснабжения;
- популяризация экологических установок типа тепловые насосы снижает выброс вредных веществ, тем самым благоприятно влияет на экологию;
- имеющийся опыт использования за рубежом тепловых насосов для нужд теплоэнергетики требует соответствующей адаптации в соответствии с реальными климатическими условиями в РФ;
- проблемой широкого внедрения тепловых насосов в РФ для теплоснабжения, являются относительно большие капитальные вложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обухов, А.В. Теплонасосные установки малой мощности / А.В. Обухов // Информационный бюллетень «Теплоэнергоэффективные технологии». – 2006. – № 4. – С. 5661.
2. Тепловой насос / Википедия. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Тепловой_насос
3. Альтернативное теплоснабжение. Везде. Области применения тепловых насосов – URL : <http://izbapremium.ru>
4. Тепловые насосы для России: технология использования геотермального и сбросного тепла предприятиями // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2008. – № 4. – С. 3–9.

УДК 621.31

ГРНТИ 44.29.31

Большаков М.В., студент, 4 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Аннотация. Необходимость электромагнитной совместимости обусловлена тем, что в реальных условиях работы оборудования присутствует немалое число излучений различного рода, а совместная корректная и надежная работа технических средств невозможна без обеспечения ЭМС. Выход технических средств из строя либо же неправильная их работа могут стать причиной аварии, в том числе системной. Кроме того, нарушения могут быть как обратимыми, так и необратимыми.

Ключевые слова: Электромагнитная совместимость, электроэнергия, релейная защита, оборудование, микропроцессорная техника, автоматика, помехи, амплитуда, технические средства.

Электромагнитная совместимость необходима сегодня практически любому оборудованию. Даже в самых обычных условиях современного города присутствует колоссальное число разного рода излучений, и если не обеспечить меры поддержания ЭМС, то надежная и корректная работа многих технических средств окажется попросту невозможной, ибо они станут выходить из строя и порождать причины для системных аварий, создавая обратимые или необратимые нарушения.

При работе высоковольтного оборудования возникают электромагнитные поля (ЭМП) различных частотных диапазонов, вызывающие нарушение ЭМС первичных и вторичных цепей. В связи с широким внедрением во вторичных цепях микропроцессорной техники проблема ЭМС является актуальной.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) технических средств – способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с

требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.

Вопросы ЭМС технических средств наиболее актуальны для предприятий и организаций, где:

- имеется высокая энерговооруженность: для электрических станций и подстанций, металлургических, нефтехимических производств;
- действуют повышенные требования относительно надежности работы информационных систем: для банков, диспетчерских, узлов связи;
- отмечаются частые сбои работы информационных систем, или другими словами, неблагоприятная электромагнитная обстановка.

Условия обеспечения ЭМС должны быть выполнены для следующих систем:

- релейной защиты;
- электроавтоматики: противоаварийной и автоматического регулирования;
- автоматизированной системы управления технологическим процессом;
- автоматизированной системы диспетчерского управления;
- системы сбора и передачи информации;
- автоматизированной системы контроля, учета и управления
- электропотреблением;
- противопожарной системы;
- охранной сигнализации;
- видеонаблюдения;
- оперативного постоянного тока;
- электроснабжения переменным током на напряжении 0,4 кВ;
- системы управления и сигнализации вспомогательного оборудования;
- диагностики силового оборудования;
- связи.

Причины электромагнитных помех. Создание помех происходит множеством способов. Но в то же время основной причиной является внезапное изменение тока либо напряжения. Такие волнения могут распространиться вдоль кабелей или проводов либо излучением в виде электромагнитных волн. В любом случае помехи являются нежелательным явлением. В качестве примеров можно привести интерференцию (изменение результирующей амплитуды) волн, а также вызванные электромагнитным излучением (ЭМИ) взаимные помехи систем контроля и мониторинга. Кроме того, по мере увеличения напряжения и тока увеличиваются и помехи. В настоящее время ведется разработка не только в отношении удовлетворительной работы электрических систем в обычной электромагнитной среде, но и проектирование аппаратуры, способной выдерживать, например, такие непростые условия, как ЭМИ, генерируемые высокоуровневыми ядерными взрывами.

Проверка электромагнитной совместимости (ЭМС) включает в себя следующее:

- определение неблагоприятной электромагнитной обстановки (ЭМО) на объекте, характеризваемой возникающими электромагнитными воздействиями на работу технических средств и оборудования;

– проведение измерений и расчетов для получения данных о значениях электромагнитных воздействий. Измерения проводятся на базе натурных и имитационных испытаний на объектах, при этом, методика экспериментов предусматривает проведение работ по определению ЭМО таким образом, что не нарушать нормальную работу энергообъекта и не повреждать устройства АСТУ.

При превышении значений электромагнитных помех уровней помехоустойчивости устройств должны быть разработаны мероприятия по снижению электромагнитных помех до допустимых значений.

Электромагнитную обстановку на любом объекте характеризуют следующие основные факторы:

- влияние других технических средств;
- влияние системы управления на включенное в нее оборудование;
- влияние передаваемых сигналов (помех, наводок);
- некачественное заземление;
- колебания в сетях питания.

Существуют два основных пути повышения качества функционирования технических средств в условиях крупных промышленных объектов: улучшение электромагнитной обстановки (ЭМО) в помещениях и на объектах, в которых устанавливаются технические средства, и повышение надежности функционирования технических средств в условиях воздействия сильных помех.

Задача по улучшению ЭМО и снижению уровня существующих на объекте помех должна решаться в процессе проектирования и монтажа объекта. Так, например, ЭМО можно улучшить, применив качественное заземление, установив защиты от перенапряжения, сетевые фильтры, применив различного рода экранирования. Однако не для всех объектов возможно учесть все факторы, влияющие на качество ЭМО. Особенно актуален этот вопрос для крупных энергетических и промышленных объектов, которые характеризуются наличием крупного оборудования (генераторов, трансформаторов и пр.), наличием высоковольтных и низковольтных устройств, близостью высоковольтных линий электропередачи и т.п. В связи с этим встает задача по повышению надежности функционирования самих технических средств в условиях воздействия электрических, магнитных и электромагнитных помех, электростатических разрядов и т.д., которая должна решаться производителями этих технических средств при их разработке и производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич, В.И. Технический прогресс в релейной защите. Опасные тенденции развития РЗА / В.И. Гуревич // Новости электротехники. – 2011. – №5. – С. 38 - 40.
2. Гуревич, В.И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы / В.И. Гуревич. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с.
3. Внуков, А.А. Опыт внедрения микропроцессорных терминалов в современных условиях / А.А. Внуков // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2008. – № 8. – С. 40-41.

УДК 004.8
ГРНТИ 28.23

Сармутдинова Д.Н., Ундубаева А.А., студенты, 4 курс
Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед.наук, доцент
Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «КОМФОРТНАЯ ГОРОДСКАЯ СРЕДА»: «УМНАЯ ОСТАНОВКА» В Г. ОРЕНБУРГЕ

Аннотация. Статья посвящена проблеме внедрения современных информационных технологий в пространство города. В работе исследуется проект «умная остановка»; обосновывается его перспективность, изучаются возможности в контексте реализации муниципального проекта «Комфортная городская среда» в г. Оренбурге.

Ключевые слова: информационные технологии, комфортная городская среда, «умная остановка».

С развитием городов и ростом численности городского населения, а, следовательно, и увеличения количества общественного и личного транспорта, возникает вопрос централизованного управления автомобильным трафиком, составлением дорожных карт. Одним из составляющих решения данной проблемы методов является использование «умных остановок» на улицах городов. В контексте реализации проекта «Комфортная городская среда», предполагающем повышение уровня безопасности, удобства, доступности и комфорта среды, в которой проживают оренбуржцы, идет планомерная работа по созданию условий, обеспечивающих вышеперечисленные свойства городской среды. «Умная остановка» – проект, реализуемый во многих городах России. Теперь он и в Оренбурге. Данный проект предполагает внедрение прогрессивных информационных технологий в городскую среду – пространство жизнедеятельности большого количества людей. Людей разных: по возрасту, полу, социальным потребностям, здоровью и т.д. «Умная остановка» позволит одновременно и одном месте решить множество проблем, сберегая время и средства, создавая удобство и комфорт.

«Умные остановки» оснащены интеллектуальной информационной системой, которая позволяет получать данные о расписании следования маршрутных транспортных средств, времени ожидания, стоимости проезда. Также такая система может служить площадкой для размещения рекламы. В будущем возможно оснащение умных остановок терминалами для покупки билетов.

«Умная остановка» – это интерактивная остановка, оборудованная дополнительными функциями для комфортного ожидания наземного общественного транспорта: автобусов, троллейбусов, безопасной высадки и посадки пассажиров. Она представляет собой арку с каркасом из прямоугольного прокатного металлического профиля. В заднюю стенку встроена информационная стойка, которая рассчитана на

размещение электронного табло и навигационной интерактивной панели, USB панелей для подзарядки мобильных устройств, Wi-Fi роутера публичного доступа в сеть Интернет с радиусом действия не менее 10 м и блока звукового информатора для слабовидящих пассажиров, а также тревожной кнопки «системы 112» и источника бесперебойного питания.



Рис. 1. Общий вид «умной остановки»

Первую «умную» остановку в Оренбурге смонтировали в ноябре 2019 г. на улице Чкалова – одной из центральных улиц города. Здесь можно найти карту города со светодиодной подсветкой и расписание движения общественного транспорта, подзарядить мобильный телефон и воспользоваться бесплатным доступом в сеть Интернет. Табло показывает навигационные данные о транспортных средствах; наименование конечного и начального остановочных пунктов маршрута; схему движения по маршруту; место расположения остановки на карте города; актуальную информацию о времени, оставшемся до прибытия ближайших транспортных средств с указанием номера автобусных и троллейбусных маршрутов, а также текущую дату, время, температуру воздуха. Под крышей на противоположных углах скоро будут установлены две антивандальные уличные камеры.

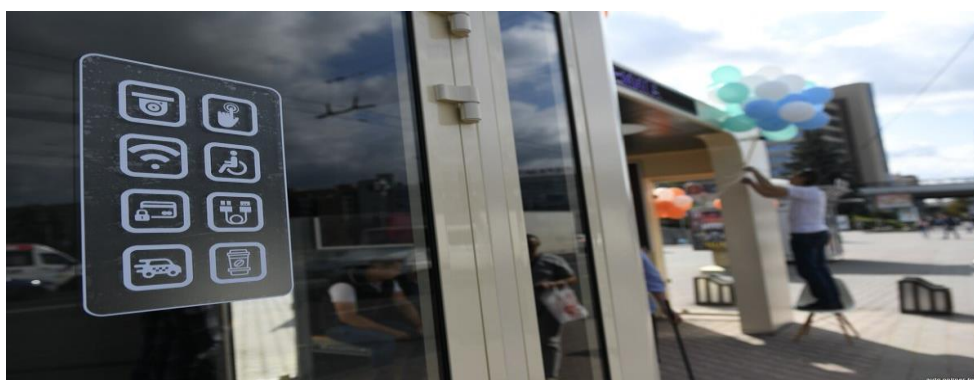


Рис. 2. Детали «умной остановки»

Рассматривая вопросы использования системы «Умные остановки» для повышения эффективности работы общественного транспорта и создания комфортной городской среды, мы поинтересовались мнением и провели опрос среди горожан, которые на ней ожидали общественный транспорт. Молодёжь порадовал тот факт, что дожидаться автобуса они будут с бесплатным Интернетом, а вот представителям старшего поколения это все оказалось не так необходимо. Они, конечно, порадовались красивому остановочному павильону, но отметили, что для них главное, чтобы остановка защищала от ветра и дождя, а остальное уж не слишком необходимая роскошь.

Изучив проект «умная» остановка, мы пришли к выводу, что данная тема призвана кардинально изменить сложившееся отношение к общественному транспорту. Этот проект открывает собой следующий этап в развитии инфраструктуры в нашем городе. С ее появлением у граждан появится больше возможности для комфортного перемещения в пространстве города. Снизится потребность в использовании частного транспорта при поездках на работу. Увеличится пропускная способность городских улиц, сократится количество пробок, снизятся общие расходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексная инновационная система. – URL : http://m2m-t.ru/projects/smart_stop/. (дата обращения: 23.11.19)
2. Умная остановка. – URL : <https://smart.cistyle.ru> (дата обращения: 19.11.2019).

УДК 620.9

ГРНТИ 44.09

Сазонова Н.Е., студент

Научный руководитель – Карпова Т.В., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕАЛИЗАЦИИ ВИЭ

Аннотация. В данной статье представлены три наиболее известных возобновляемых источника энергии, такие как: энергия солнца, энергия ветра и геотермальная энергия. Рассмотрены новые технологии в осуществлении данных источников энергии и возможность применения в энергетике новых способов производства.

Ключевые слова: Возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, ветровая энергетика, геотермальная энергетика.

ВИЭ (возобновляемые источники энергии) – это такие источники энергии, которые являются неисчерпаемыми, к примеру, энергия солнечного света, энергия ветра, геотермальная энергия, биоэнергия, энергия приливов и отливов, гидроэнергия, энергия температурного градиента морской воды и энергия волн.

Значимость состоит в том, что не возобновляемые источники энергии рано или поздно закончатся и поэтому стоит уделить внимание тем источникам энергии, которые будут бесконечными и не дадут сбой в работе электростанций.

Рассматривая солнечную энергетику, я обратила внимание на то как она будет влиять на формирование нового технологического уклада. Согласно модели смены технологических укладов, ключевая технология зарождения задолго до наступления цикла, в котором она играет ведущую роль. Затем она продолжает действовать во всех последующих циклах, поддерживая технологии уклада, сформировавшиеся при ее активном участии. При становлении ключевая технология развивается более высокими темпами.

Путь к новым технологиям генерации электричества лежит через использование возобновляемых источников энергии, прежде всего – через солнечную энергетику. Именно дешевая «чистая» энергия, доступная в любой точке планеты может дать дополнительный экономический ресурс любому производству.

На рисунке 1 приведено изменение ежегодной выработки электроэнергии всеми электростанциями мира (кривая 1), и солнечными электростанциями (кривая 2). Пунктиром показана экстраполяция соответствующих графиков.

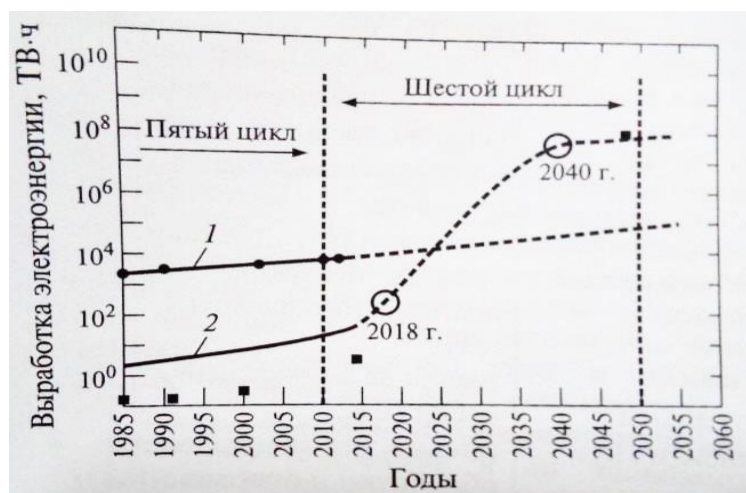


Рис. 1. Изменение по годам ежегодной выработки электроэнергии
1 – традиционная энергетика; 2 – солнечная энергетика

Постепенный рост производства электроэнергии и доли солнечного электричества рано или поздно приведет к тому, что электричество станет основным энергоносителем и соответственно энергетическим товаром. Становление технологического уклада на базе новой энергетики приведет к усовершенствованию технологии хранения и передачи электричества, появлению дешевых технологий переработки ископаемого топлива в электричество и полимерные материалы. В настоящее время в области производства и распространения электроэнергии на первом месте идёт Китай (5361,6 ТВт·ч – 2015 г.), далее следует США (4260,4 ТВт·ч), Индия (1102 ТВт·ч), Россия (1060,7 ТВт·ч), Япония (ТВт·ч), Германия (833,8 ТВт·ч) и др. Следует обратить внимание на то, что эти страны являются лидерами в создании солнечной энергетики.

Одним из актуальных в настоящее время ВИЭ является – ветровая энергетика. В 2016 году Россия приступила к практическому выполнению установленных Правительством РФ планов по вводу мощностей ветряных электростанций (ВЭС) и по организации их отечественного производства. Принятые планы определяют ввод 3,6 ГВт суммарной установленной мощности ВЭС к 2024 г. И выглядят скромно в сравнении с крупномасштабным развитием мировой ветроэнергетики, суммарная установленная мощность ВЭС которая на конец 2016 г. составляла около 490 ГВт.

Оценке ВЭП уделяют большое внимание со времен образования СССР и по настоящее время. В соответствии с классическим пониманием ВЭП, технический ВЭП регионов определяется годовой выработкой электрической энергии при современном уровне развития ветротехники и соблюдении экологических норм. Он зависит от энергетической эффективности ВЭУ, преобразующих энергию ветра электрическую, характеристик ветра (скорости и функции распределения ветра по скоростям) на высоте оси ВЭУ, площади регионов, пригодных для сооружения и эксплуатации ВЭУ. Под экономическим ВЭП региона понимают величину годовой выработки электрической энергии ВЭС (в кВт·ч/год), получение электроэнергии на которых экономически оправдано для данного региона при существующем уровне цен на строительно-монтажные работы, оборудование, производство, транспортирование и распределение энергии и топлива при соблюдении экологических норм.

Геотермальная энергетика является одной из самых перспективных возобновляемых источников энергии. В энергетическом балансе многих стран геотермальные технологии становятся доминирующими, и доля геотермальной энергетики в мире неуклонно растет.

Использование геотермальных ресурсов России может составить до 10% в общем балансе энергоснабжения. Но развитию геотермальной отрасли в России находится на низком уровне. Одно из причин такого состояния является отсутствия широкого спектра передовых технологий, которые можно эффективно использовать при освоении геотермальных ресурсов разного энергетического потенциала. Перспективными для масштабного освоения являются гидрогеотермальные ресурсы Восточно-Предкавказского артезианского бассейна площадью более 200 тыс. км², представляющего собой огромную чашу, заполненную осадочными породами мезозойско-кайнозойского периода. В пределах данного Восточно-Предкавказского артезианского бассейна имеются значительные запасы среднепотенциальных термальных вод (80 - 100°C), которые используются крайне неэффективно. На геотермальных месторождениях скважины, дающие такие воды, эксплуатируются только в холодное время года для отопления различных объектов. Полное освоение среднепотенциальных ресурсов возможно при их комплексном каскадно-последовательном использовании на энергетические и водохозяйственные цели.

В одной из предложенных технологических схем (Рисунок 2) тепловой потенциал воды используется в системе низкотемпературного отопления и для нагрева воды в системе горячего водоснабжения. Охлажденная в теплообменниках вода поступает на блок химводоочистки, где доводится до кондиций питьевой воды, а далее направляется потребителю. В межотопительный период используемая в системе отопления часть термальной воды поступает в вертикальные скважины-теплообменники глубиной 100 -

300 м для восстановления теплового поля вокруг них, а затем, охлажденная, на химоводоочистку.

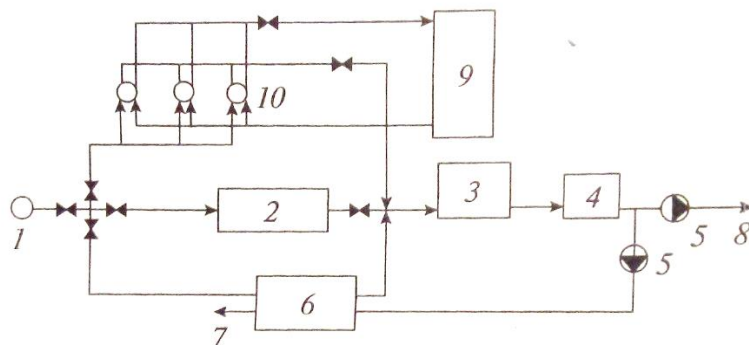


Рис. 2. Схема комплексного освоения низкопотенциальных термальных вод
1 – геотермальная скважина; 2 – потребитель тепла; 3 – блок химоводоочистки; 4 – резервуар чистой воды; 5 – насос; 6 – теплообменник; 7 – на горячее водоснабжение; 8 – на холодное водоснабжение; 9 – система низкотемпературного отопления с тепловым насосом; 10 – теплоаккумулирующие скважины

Таким образом, новых технологий в реализации ВИЭ не мало, чтобы говорить о том, что Россия и мир в целом постепенно переходят на производство и использование таких технологий как для частного пользования, так и для государства в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков, Э.Н., Журавлев В.Г. Сколько может стоить солнечное электричество / Э.Н. Воронков, В.Г. Журавлев / Промышленная энергетика. – 2015. – №7.
2. Справочник по ресурсам ВИЭ России и местным видам топлива // П.П. Безруких, В.В. Дегтярев, В.В. Елистратов [и др.]. – Москва: ИАЦ Энергия, 2007.
3. Курбанов, М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья / М.К. Курбанов. – Москва: Наука, 2001.

УДК 004.8

ГРНТИ 28.23

Худяков Е.А., Мамонов Р.В., студенты, 2 курс

Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования искусственного интеллекта в энергетической промышленности. Обосновывается актуальность теоретических и прикладных исследований в данной сфере.

Ключевые слова: искусственный интеллект, теория сингулярности, машинное обучение, глубокое обучение, безопасность.

Отличительная черта современной цивилизации – интенсивный научно-технический прогресс. Каждый год в той или иной научной сфере возникает новое открытие, которое тем или иным образом расширяет наше понимание Вселенной, ее законов и способов использования открывшихся возможностей на благо человечества. Одним из самых важных, а также самых противоречивых исследований в области информационных технологий являются эксперименты по созданию саморегулируемой и самообучаемой компьютерной системы или искусственного интеллекта (далее – ИИ).

Впервые об ИИ задумался чешский писатель Карел Чапек в своей пьесе «R.U.R.», увидевшей свет в 1920 году. В ней говорится о предприятии, создающем искусственных людей, способных выполнять абсолютно все функции настоящих. Именно в этом произведении появилась идея возможности осознания ИИ самого себя как личности, а затем – рабовладельческих отношений человека к ИИ [1]. Эта мысль вошла в основу теории технологической сингулярности, согласно которой дальнейший технический прогресс будет недоступен для человеческого понимания, то есть ИИ будет познавать себя и окружающий мир, а также улучшать самого себя самостоятельно. Многие сторонники данной теории считают данный сценарий крайне опасным, поскольку ИИ могут осознать несовершенство человечества и уничтожить его.

Стоит отметить, что термин «искусственный интеллект» на сегодняшний день воспринимается не совсем корректно. Правильнее понимать его, как общее определение технологий, дающих компьютерам гораздо более интеллектуальные возможности. Примером тому являются технологии машинного и глубокого обучения, big data – технология, позволяющая эффективно оперировать огромными объемами данных, нейронные сети и пр.[2]. Остановимся на них подробнее.

Машинное обучение – метод программирования, при котором машина самостоятельно составляет алгоритм действий, основываясь на известные ей модели. Данный метод некоторым образом похож на обучение людей: программе показывается множество примеров различных алгоритмов, и учат находить в этих примерах закономерности. Например, если рассказать программе, основанной на машинном обучении, о множестве аварий на различных электростанциях, то она научится не повторять ошибок, которые в итоге привели к катастрофам[3].

Однако не стоит забывать, что ошибок может быть великое множество и некоторые из них могут быть настолько незначительными, что их можно просто не заметить. К тому же, при сборе данных об аварии весьма вероятна утечка некоторых данных. Поэтому был создан метод глубинного обучения. Глубокое обучение позволяет программе самостоятельно рассмотреть каждую аварию через различные уровни нейронных сетей, определить концепцию каждой и составить для самой себя и для окружающих правила безопасной работы на электростанции. Если же позволить программе управлять всей электростанцией самостоятельно, то она сможет быстро определить возникшую проблему, обдумать возможные последствия и создать выход из этой ситуации[4]. Но стоит также учесть, что программа, основанная на технологии глубинного обучения, требует огромных вычислительных мощностей, иначе готовая модель будет

формироваться месяцами. Программа на машинном обучении этого не требует, однако она не будет решением всех бед, ведь чтобы найти выход из особо сложных проблем необходимо мыслить нестандартно, чего машинное обучение не может [5].

Итак, использовать технологии, связанные с ИИ, в энергетической сфере вполне возможно. Это позволит более эффективно следить за безопасностью на предприятии, за счет уменьшения влияния человеческого фактора. Однако, есть и минусы: если необходимо значительно повысить уровень безопасности, необходимо будет обустроить на электростанции обширный серверный зал, который будет обеспечивать быструю и качественную работу программ безопасности, основанных на глубинном обучении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 8 историй, повлиявших на развитие искусственного интеллекта. – URL : <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/424007/> (дата обращения: 23.11.2019)
2. Современное состояние искусственного интеллекта. – URL : <https://dtf.ru/science/41917-sovremennoe-sostoyanie-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения - 1.12.2019)
3. Машинное обучение. – URL : <http://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: - 1.12.2019)
4. Deep learning & Machine learning: в чем разница? – URL : <https://datastart.ru/blog/read/deep-learning-machine-learning-v-chem-raznica> (дата обращения: 1.12.2019)
5. Глубинное обучение: основные понятия. – URL : <https://www.osp.ru/articles/2019/08/13055056/> (дата обращения: 1.12.2019)

УДК 69.007-05001

ГРНТИ 12.09

Разаков М.А., аспирант

Чернова Р.В., магистрант, 2 курс

НИУ МГСУ, г. Москва

ПЕРЕХОД ОТ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ К ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОЙ НАУКЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ»

Аннотация. В данной работе рассмотрено изменение специальности Теплогазоснабжение и вентиляция в период перехода науки от неклассической к постнеклассической.

Ключевые слова: Теплогазоснабжение и вентиляция; модель Т.Куна; дифференциация специальности.

Во времена, когда жили такие величайшие философы как Аристотель, Платон, Сократ, Демокрит, Пифагор, Гераклит и многие другие, наука входила в состав философии. Ее отделение произошло, благодаря влиянию софистов и социально-экономических факторов.

По аналогии с делением клетки и соединением их в единый организм, наука в различные исторические периоды претерпевала такие же видоизменения. Вначале люди описывали мир с помощью личных (субъективных) рассуждений. Не было никакой единой методики познания мира. Потом люди объединялись в некие группы (прообраз научных коллективов) для изучения общей проблемы. В этот период и происходит одновременное соединение и деление рассуждений и мнений. Объединение заключается в том, что люди решают одну проблему, но с разных точек зрения или количества личного опыта. Разделение же присутствует из-за разных субъективных параметров [1, 2].

До XIX века поддерживалась натурфилософская концепция познания мира (Выдвижение гипотез на основании природных явлений). В дальнейшем появилась позитивистская концепция, которая гласит, что знание дает лишь наука с помощью эксперимента или повтора явления. Диалектическая концепция появилась позднее в конце XIX - начале XX веков, но затрагивала малое количество стран. По большей части она объединила в себе натурфилософскую и позитивистскую концепции.

Окончательное отделение науки от философии, можно сказать, произошло в XVII веке. В многих работах приняты следующие этапы развития науки [1, 2, 3]:

- Классическая наука (XVII - конце XIX вв.);
- Неклассическая наука (конец XIX - последняя треть XX вв.);
- Постнеклассическая наука (последняя треть XX вв. - по н.в.).

У первых двух существуют явные отличия, а вот отличия между постнеклассической и неклассической не особо иногда понятны. На наш взгляд, эти отличия скорее надуманные чем реальные. Из-за увеличения влияния социально-культурных факторов на науку, наука потеряла свое первоначальное состояние и сейчас находится под влиянием «Социума – толпы». На данный момент науку все чаще причисляют к экономике, а не как «Третьеискусство судьи» при споре или просто для «Интереса познания мира».

В неклассический период в СССР специальность Теплогазоснабжение и вентиляция (ТГиВ) имела свой некий мир для изучения систем обеспечения микроклимата (МК) зданий и сооружений. Специальность соответствовала всем критериям того неклассического времени, т.е. происходила дифференциация специальности. На её развитие огромное влияние оказала Модель Т. Куна.

Принято считать несколько направлений деятельности специальности ТГиВ:

- Строительная Теплофизика;
- Теплофизика ограждающих конструкций;
- Аэродинамика внутренних инженерных систем (Вентиляция);
- Аэродинамика внешних ограждающих конструкций;
- Кондиционирование воздуха;
- Гидравлика внутренних инженерных систем (Отопление и Горячее водоснабжение);
- Гидравлика наружных инженерных систем (Теплоснабжение);
- Очистка вентиляционных выбросов;
- Теплогенерирующие установки;
- Газоснабжение;
- Источники теплоты;
- Моделирование процессов ТГиВ зданий и сооружений;
- Санитарно-Гигиенические нормы теплового режима зданий и сооружений;

- Климатология;
- Экономическое сопровождение технологий специальности ТГиВ.

Из перечисленного можно увидеть, что специальность затрагивает большое количество естественных, технических, общественных и гуманитарных наук. Она включает в себя такие науки как (по Б.М. Кедрову): Биология, Геология, География, Физика, Химия, Материаловедение, Геофизика, Механика, Метрология, История, Экономика, Математика, Социология и многие другие. Помимо того, что происходит разделение естественных, технических, общественных и гуманитарных наук, специальности тоже разделяются на большое количество направлений деятельности, включающие широкий предел знаний. Сейчас, к сожалению, мало людей, которые в полной мере могут вести все направления в специальности, хотя и в "Золотой" период (начало XX века - до 1991 года) их было тоже незначительно. Это были такие специалисты как В.Н. Богословский, А.А. Ионин, А.Г. Егизаров, А.Н. Сканави, Н.Н. Ларинов, О.Я. Кокорин, И.Г. Староверов, Л.Д. Богуславский, П.Н. Каменев, А.В. Нестеренко, Е.Е. Карпис, А.В. Лыков, Г.А. Максимов, А.А. Гухман, Б.М. Аше, В.М. Чаплин, Н.С. Ермолаев, В.Н. Талиев, И.А. Шепелев, Г.Н. Абрамович и другие [4].

На данный момент в Российской Федерации образовался некий кризис специалистов ТГиВ. Если рассмотреть данные академии РААСН [5], то можно увидеть, что из 120 членов только 3-4 человека можно отнести к специальности ТГиВ. Подавляющее число членов (до 85%) являются специалисты в области механизации - геотехники и строительных материалов. Родственная нам направление Водоснабжение и Водоотведение (ВиВ) имеет такое же малочисленное представительство в строительной академии как и ТГиВ. Если через несколько лет академия не пересмотрит свои взгляды на специальность избираемых членов, то наша страна может столкнуться с тем, что интересы специальности и вовсе не будут учитываться.

На мой взгляд, первым и одним из самых великих специалистов ТГиВ во всем мире являлся М.В. Ломоносов. Человек, который оставил след во многих науках: литературе, физике, химии, философии, астрономии и т.п. Его профессорская диссертация была посвящена вентиляции рудничных шахт и имела название «О вольном движении воздуха в рудниках примеченном» [6, 7].

Сейчас специальность движется по пути, что нужно человеку (если все-таки рассматривать специальность во времена постнеклассической науки), т.е. люди с конца XX века начали задумываться об энергосбережении и рациональном природопользовании. Все усилия наших специалистов на данный момент направлены на энергосбережение в системах ТГиВ. Но это как указывалось ранее лишь социальные факторы. Другие характеристики не изменились. Есть еще один мощный социальный фактор - это создание универсального инженера по инженерным системам. Этот инженер должен будет обладать знаниями в области ТГиВ, ВиВ, АиЭ (Автоматизации и электроснабжении). Но насколько можно будет рассчитывать на углубление знаний в данных специальностях, если люди, которые делают рабочие программы, являются ярыми консерваторами?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степин, В. С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук / В. С. Степин. – М.: Гардарики, 2006. – 384 с.

2. Философия и методология науки / Кохановский В.П. [и др.]. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1999. – 576 с.;
3. Горохов, В.Г. Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения): монография / В.Г. Горохов. – М.: Логос, 2012. – 512 с.
4. Факультет «Теплогазоснабжение и вентиляции»: исторический очерк к 80-летию факультета / Московский государственный строительный университет. – Москва: МГСУ, 2008 – 239 с.
5. Учебное пособие для студентов заочного отделения факультета «Водоснабжение и водоотведение» / Ю.В. Воронов [и др.]. – Москва: Изд-во АСВ, 2005. – 576 с.
6. Татаринов, М.П. Русские ученые-создатели шахтных вентиляторов и насосов / М.П. Татаринов. – Москва: Углетехиздат, 1958.

УДК 620.92

ГРНТИ 44.09.35

Николаева Т.А., студент, 3 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В представленном исследовании была поставлена задача проанализировать структуру источников биоэнергии, а также оценить эффективность применения биогазовых установок.

Ключевые слова: биогаз, биотопливо, биомасса, альтернативная энергетика, биогазовая установка.

Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к нетрадиционным, альтернативным источникам энергии.

Одним из способов производства альтернативного вида топлива является анаэробная переработка биоорганических отходов в биогазовых установках. Образование большого количества отходов оказывает негативное влияние на окружающую среду и требует значительных капитальных и эксплуатационных затрат по их утилизации и захоронению.

За счёт использования биогаза к 2020 году можно получить годовую экономию органического топлива 6 млн. т, а к 2025 году в 3 раза больше. Для этого необходимо создать высокоэффективные штампы анаэробных микроорганизмов, специальные виды энергетической биомассы, технологии, эффективное оборудование. Биогаз экономически выгодно применять для получения электроэнергии на свиноводческих и молочных фермах.

Эффективность биогазовой установки во многом определяется стабильностью

микробиологического процесса, обеспечивающего брожение биомассы.

Конструкция биогазовых установок зависит от технологии получения газа и определённых параметров:

- температура брожения (мезофильный и термофильный процесс) и продолжительности процесса;
- режим заполнения метантенка (непрерывный или переменный);
- система теплоснабжения метантенка;
- система сбора биогаза (газгольдер);
- технологии загрузки навоза, выгрузки шлама, очистки биогаза и т.д.;
- исполнение метантенка (материал, конструкция).

Применение БГУ на животноводческих фермах позволяет одновременно решить несколько задач:

- получить дополнительный источник тепловой энергии;
- соблюдать правила охраны окружающей среды;
- использовать ценное органическое удобрение на полях;
- организовать малоотходное и безотходное производство.

На сегодняшний день максимальное количество биогазовых установок, около 15 млн., действуют в Китае, на втором месте находится Индия, где около 10 млн. установок, активно развивается строительство биогазовых установок в Европе (рис. 1).

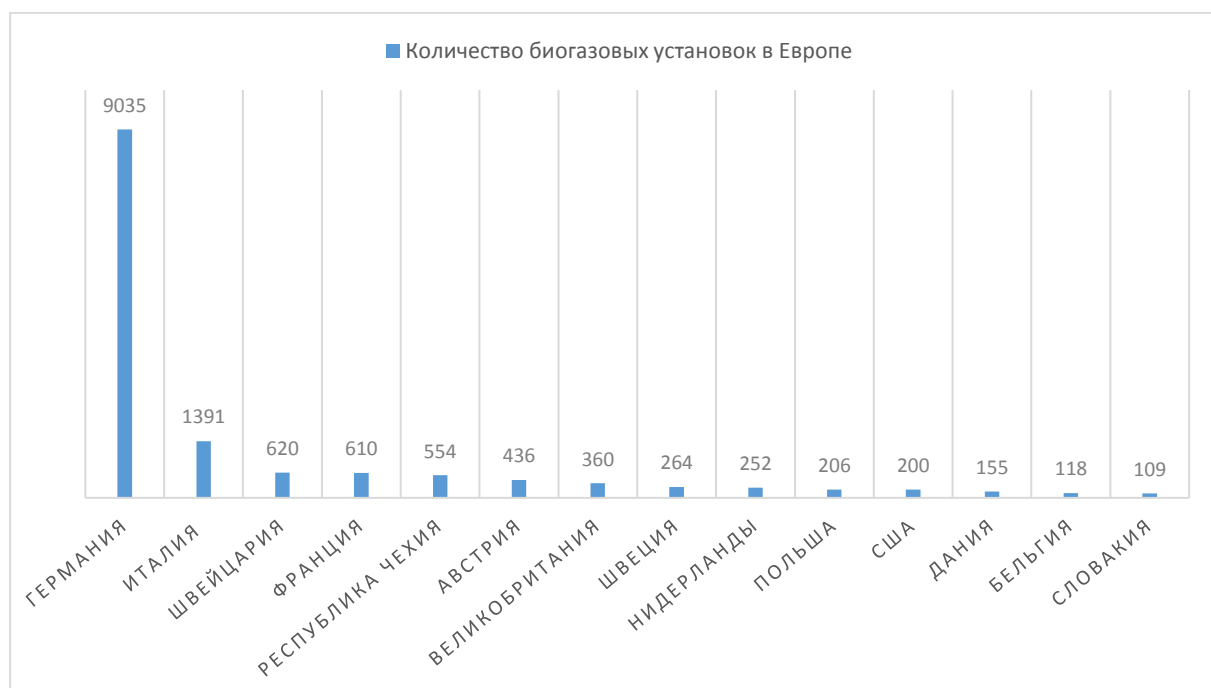


Рис. 1. Биогазовые установки в Европе

В настоящее время европейский рынок биогазовых установок оценивается в 2 млрд долларов, по прогнозам, он должен вырасти до 25 млрд. к 2020 г. Производство биогаза в Европе показано на рисунке 2.

Переход России на собственный биогаз связан с существенными экономическими

выгодами. Вот некоторые экономические аспекты, связанные с переработкой органических отходов на биогазовых станциях:

- общий годовой объём органических отходов в России составляет порядка 624,5 миллионов тонн;
- из этих отходов потенциально можно получить 31 225 млн м³ биогаза;
- этот объём биогаза может дать 68 695 ГВт энергии и 85 869 ГВт тепла;
- из естественных можно получить сухие и гранулированные отходы нулевой себестоимости, 350-500 руб. за тонну. Их можно продать или использовать для нужд предприятия;
- в Европе цена возобновимого биогаза составляет 200 Евро за 1000 м³, для сравнения природный газ (невозобновимый ресурс) стоит от 300 до 500 Евро;
- биогазовые установки очень быстро окупаются и начинают приносить предприятию прибыль.



Рис. 2. Производство биогаза в Европе

В России действующих биогазовых комплексов насчитываются единицы, хотя среди них есть успешно работающие. Лидером по производству российского биогаза, по-видимому, в ближайшие годы останется Белгородская область: уже намечено строительство трех новых станций, а в более дальней перспективе в регионе планируется разместить более 100 биоэнергетических комплексов.

Первую биогазовую установку в ноябре 2009 года ввела в эксплуатацию корпорация «БиоГазЭнергоСтрой» в деревне Дашино Медынского района Калужской области. Весь срок реализации проекта занял чуть более года. В качестве сырья используются органические отходы крупного рогатого скота (КРС), кормовые отходы и силос. Станция ежедневно перерабатывает 120 м³ отходов. Производимая электрическая мощность составляет 320 кВт, тепловая - 400 кВт, что позволяет обеспечить работу комплекса.

В данной работе производится оценка эффективности применения биогазовой установки на объекте с проектной мощностью 2200 голов и реальной мощностью 1200 голов.

В качестве объекта исследования была рассмотрена мегаферма «МилАНКа» (с. Грибское Благовещенского района).

В 2006 году АНК выиграла тендер на строительство мегафермы – самой крупной в

Приамурье. Проектная мощность комплекса – 2200 голов, половина из которых - дойное стадо. Производительность – 6000 тонн молока в год.

Сегодня это преуспевающее объединение, чьи успехи известны не только в Приамурье, но и далеко за его пределами. В настоящее время на ферме насчитывается 1200 голов КРС. На мегаферме «МилАНКа» есть значительные объёмы непрерывно возобновляемой биомассы в виде животноводческих отходов. Стимулом к применению животноводческих отходов для производства биогаза является решение экологических проблем, но и получение эффективных удобрений (гранулированных или жидких).

В животноводческом комплексе «МилАНКа» для использования отходов животноводства имеются экономические, социальные и экологические условия. На данный момент навоз с комплекса вывозится в отвалы и не утилизируется.

Сегодня коровы «МилАНКи» ежесуточно дают в среднем по 16-18 килограммов молока. Вся продукция – исключительно высшего качества, стабильной жирности 3,9-4,2 % – сдаётся на молочный комбинат.

Результаты эффективности биогазовой установки проектной и реальной мощности приводятся в таблице.

Таблица

Результаты эффективности биогазовой установки

Расчётные формулы	1200 голов	2200 голов
1	2	3
Выход биогаза при полном разложении СОВ навоза $V_{ПОЛ}$, м ³		
$V_{ПОЛ} = n_{ЭК} \cdot m_{СОВ}$	1014,4	1926,4
Объём полученного биогаза при выбранной продолжительности метанового брожения $V_б$, м ³		
$V_б = V_{ПОЛ} \frac{n_t \%}{100}$	725,76	1330,56
Объём метантенка V_M , м ³		
$V_M = \frac{m_{СВ}}{n_V}$	1200	2200
Количество теплоты (тепловой расчёт) метантенка		
Количество теплоты, необходимое для подогрева загружаемой массы до температуры брожения в сутки $Q_{ПОД}$, МДж		
$Q_{ПОД} = m_{СУТЭК} \cdot C_C (T_{ПР} - T_{ЗАГ}) \frac{1}{\eta}$	4872,69	8933,26
Коэффициент теплоотдачи, Вт/м ² ·К		
$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$	0,3	0,3
Количество теплоты, теряемое субстратом в процессе теплоотдачи через реактор в окружающую среду за час $Q_{ПОТ}$, Вт		

Продолжение таблицы

1	2	3
$Q_{\text{ПОТ}} = kF(T_{\text{ПЛ}} - T_{\text{сред}}) \frac{1}{\eta}$	2790	2790
Общие затраты энергии на поддержание процесса в сутки $Q_{\text{общ}}$, МДж/сут		
$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{ПОД}} + Q_{\text{ПОТ}} \cdot 24 + (Q_{\text{мех}} \cdot t_{\text{раб}})$	5443,69	9504,26
Потенциальные запасы энергии биогаза, выработанного в сутки $Q_{\text{выр}}$, МДж		
$Q_{\text{выр}} = V_{\text{б}} \cdot C_{\text{б}}$	15966,72	29272,32
Энергетический эффект установки $\mathcal{E}_{\text{б}}$, Гкал/сут		
$\mathcal{E}_{\text{б}} = Q_{\text{выр}} - Q_{\text{общ}}$	2,513	6,765
Коэффициент товарности биогазовой установки $K_{\text{ТОВ}}$		
$K_{\text{ТОВ}} = \frac{Q_{\text{выр}} - Q_{\text{общ}}}{Q_{\text{выр}}} \cdot 100\%$	65,9	96,75

На основе расчетов можно сделать вывод, что коэффициент товарности биогазовой установки, выход биогаза и количество теплоты возрастает с увеличением числа голов. Таким образом, чем больше биогазовая установка, тем выше ее рентабельность и короче сроки окупаемости.

Использование в качестве биотоплива навоза с местных животноводческих ферм является комплексным решением ряда проблем, таких как утилизация навоза, производство органических удобрений, снижение негативного воздействия на окружающую среду, развитие рынка экологически чистой продукции сельского хозяйства и повышение его конкурентоспособности, а также решит проблему занятости населения в сельских районах (создание новых рабочих мест).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебник / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. – Москва: БАСТЕТ, 2013. – 368 с.
2. Лукина, Г.В. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие/ Г.В. Лукина. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. –141 с.
3. Сибикин, Ю.Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и доп. / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва: ИП РадиоСофт, 2012. – 228 с.
4. Развитие рынка биотоплива в мире и в Российской Федерации. – ФГБУ РЭА, 2011. – 56 с.

УДК 620.9(571.64)
ГРНТИ 44.01

Моисеенко К.А., студент, 3 курс
ИШЭ, ТПУ, Томск

ИСТОРИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В статье рассматривается история создания и становления до современных масштабов энергосистемы Сахалинской области. Приведена историческая справка от времен японской оккупации до настоящего времени. Указаны особенности энергосистемы и уникальное ее расположение.

Ключевые слова: энергосистема, Сахалинская область, энергетика, история, изоляция.

Энергосистема Сахалинской области является замкнутой. История ее развития началось в 1945 году и продолжается в настоящее время. Ежегодно создаются планы по ее расширению и улучшению.

Особенностью развития электроэнергетики Сахалинской области является принадлежность в 1905—1945 годах южной части Сахалина Японии, ей же до 1945 года принадлежали Курильские острова. Развитие электроэнергетики на севере Сахалина было начато в 1931 году с началом строительства Охинских нефтяных промыслов, чье энергоснабжение обеспечивала дизельная электростанция мощностью 1,48 МВт. В 1946 году создается трест «Сахалинэлектросеть», которому передаётся в том числе энергетическое хозяйство, созданное на южном Сахалине японцами. На тот момент на Сахалине эксплуатировались 37 небольших электростанций и более 700 км линий электропередачи.

Строительство первой крупной электростанции – Сахалинской ГРЭС началось в 1961 году. 28 декабря 1965 пущен в эксплуатацию первый турбоагрегат. В то же время введена в эксплуатацию первая на Сахалине линия электропередачи напряжением 220 кВ Сахалинская ГРЭС – Южно-Сахалинск. В 1972 году станция достигла проектной мощности в 315 МВт, в эксплуатацию были введены 6 турбоагрегатов, а также шесть котлоагрегатов. К началу 1990-х годов оборудование станции достигло высокой степени износа, начался процесс постепенного вывода из эксплуатации оборудования или его перемаркировки со снижением мощности.

В 1969 году вводится в эксплуатацию Охинская ТЭЦ и начинается строительство Южно-Сахалинской ТЭЦ-1. Ввод котлоагрегатов на Южно-Сахалинской ТЭЦ-1:

Первый – 1976 год; второй – 1978 год; третий – 1980 год; четвертый – 1984 год; пятый – 1986 год.

Установленная мощность Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 достигла 225 МВт.

В 1988 году с вводом в эксплуатацию ВЛ-220 кВ «Тымовское-Ноглики» Ногликский энергоузел присоединяется к Центральному энергорайону. Для повышения надёжности энергоснабжения в 1996-1999 годах вводится в эксплуатацию Ногликская газовая электростанция (Ногликская ГЭС). В 2002 году вводится в эксплуатацию

Менделеевская ГеоТЭС на о. Кунашир, в 2007 – Океанская ГеоТЭС на о. Итуруп. Конструкция этих геотермальных электростанций оказалась неудачной и они были выведены из эксплуатации в 2016 и 2013 годах, соответственно. В 2014 году была введена в эксплуатацию ветроэлектростанция в с. Головинно, в 2015 году – ветроэлектростанция в с. Новиково.

В 2011-2013 годах все пять котлоагрегатов Южно-Сахалинской ТЭЦ-1 были переведены на сжигание природного газа, уголь оставлен в качестве резервного топлива. В 2011 году было начато строительство энергоблока № 5, завершённое летом 2012 года. Мощность станции увеличилась более чем на 200 МВт, что позволило создать необходимый резерв мощности в энергосистеме.

В 2016 году вблизи с. Ильинское Томаринского района было начато строительство Сахалинской ГРЭС-2 мощностью 120 МВт, основной задачей которой является замещение выводимой из эксплуатации Сахалинской ГРЭС. Ввод в эксплуатацию Сахалинской ГРЭС-2 произведён в ноябре 2019 года.

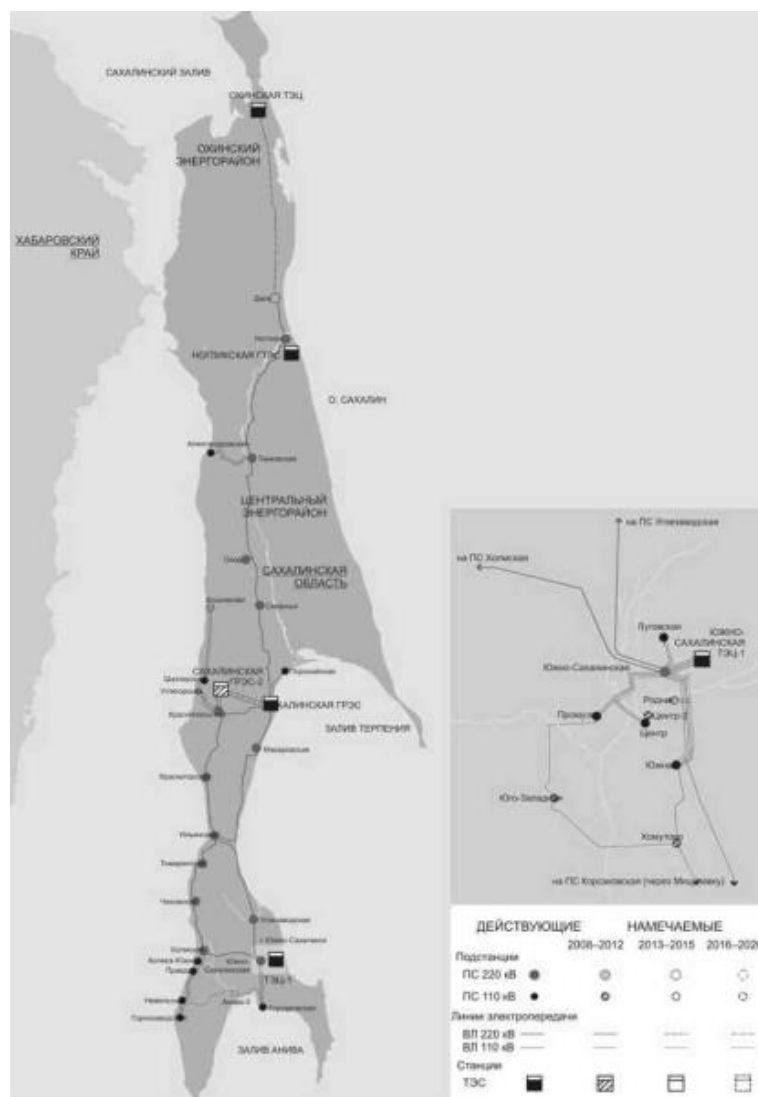


Рис. Энергосистема Сахалина

По причине островного расположения региона и недостаточного развития электросетевого комплекса на Сахалине, Сахалинская область не связана с Единой энергосистемой России и не имеет собственной энергосистемы, охватывающей весь регион. На территории области расположен ряд локальных энергорайонов и энергоузлов, наиболее крупными из которых являются: Центральный; Северный; Новиковский; Северо-Курильский; Курильский; Южно-Курильский.

В ближайшие 2 года планируется создание 2 энергоблока на Сахалинской ГРЭС-2, что увеличит выработку электроэнергии на всей территории области.

По состоянию на 2019 год (рис.), на территории Сахалинской области эксплуатировались 5 относительно крупные тепловые электростанции общей мощностью 806,24 МВт, две малые ГЭС, два ветродизельных комплекса и ряд небольших тепловых электростанций на базе дизельных и газопоршневых установок.

Южно-Сахалинская ТЭЦ-1. Расположена в городе Южно-Сахалинске, крупнейшая электростанция Сахалинской области. Установленная электрическая мощность станции – 455,24 МВт, тепловая мощность – 783,5 Гкал/ч., фактическая выработка электроэнергии в 2018 году – 2069 млн кВт·ч. Фактически представляет собой три электростанции, расположенные на одной площадке: паротурбинную теплоэлектроцентраль мощностью 225 МВт, ГТУ-ТЭЦ (4 энергоблок) мощностью 139,08 МВт и газотурбинную электростанцию (5 энергоблок) 91,16 МВт. В качестве топлива использует природный газ, резервное топливо паротурбинной части – бурый уголь. Турбоагрегаты станции введены в эксплуатацию в 1976—2013 годах. Оборудование станции включает в себя 8 турбоагрегатов (1×60, 1×55, 1×110, 3×46,36, 3×45,58 МВт), 5 котлоагрегатов и 3 котла-утилизатора. Принадлежит ПАО «Сахалинэнерго» (дочернее общество ПАО «РусГидро»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схема и программа развития электроэнергетики Сахалинской области на период 2019-2023 годов. Агентство по развитию электроэнергетики и газификации Сахалинской области. – URL : <https://aepg.sakhalin.gov.ru/elektroenergetika/scheme/> (дата обращения 4 ноября 2019).
2. История развития энергетики Сахалинской области. ПАО ЭС Востока. – URL : <http://www.rushydro.ru/press/news/101105.html> (дата обращения 4 ноября 2019).
3. Сахалинская ГРЭС. ПАО ЭС Востока. – URL : http://www.rao-esv.ru/upload/iblock/f4a/godovoi_otchet-rao-2018.pdf (дата обращения 4 ноября 2019).
4. Южно-Сахалинская ТЭЦ-1. АО «ПАО ЭС Востока». Режим доступа: http://museum.rao-esv.ru/power_facilities/174/ (дата обращения 4 ноября 2019).
5. ГеоТЭС «Океанская» на Итурупе закрыта. Sakhalin.info. Режим доступа: <https://sakhalin.info/news/111220> (дата обращения 4 ноября 2019).
6. Сахалинская ГРЭС-2 введена в эксплуатацию. РусГидро. Режим доступа: <http://www.rushydro.ru/press/news/109930.html> (дата обращения 25 ноября 2019).

УДК 621.384.52
ГРНТИ 68.39.17

Мануйленко А.Н., аспирант, 2 курс
Научный руководитель – Вендин С.В., д-р. техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород

ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности использования электрических озонаторов воздуха для дезинфекции птицеводческих помещений. Предлагается функциональная схема управления электротехнологическим процессом озонирования.

Ключевые слова: птицеводство, обеззараживание, озон, электротехнология, озонирование.

Для соблюдения норм санитарии и гигиены, снижения рисков появления очагов инфекционных заражений и также болезней в птицеводческих помещениях проводят мойку и дезинфекцию, как самого помещения, так и размещенного в нем технологического оборудования. Для дезинфекции птицеводческих помещений на сельскохозяйственных предприятиях, в основном, используются химические вещества, как формалин и прочее. Основным недостатком химической дезинфекции является то, что химические средства дезинфекции полностью не устраняются и остаются на стенках, полу, мелких щелях, после чего, они начинают негативно воздействовать, как на птицу, так и рабочий персонал, нанося вред их здоровью, следовательно, и нанося вред продукции, а через неё и потребителю. В качестве альтернативы химической дезинфекции можно использовать озон (O_3). Озон не только убивает бактерии, вирусы, плесень, но и разлагает токсины и эффективно уничтожает запахи. Эффективность очистки от микробов и микро-грибов, загрязняющих веществ и неприятных запахов (аммиак, сероводород) достигает 90% [1, 2].

Применение озонирования в птицеводстве будет способствовать [3]:

- дезинфекции и стерилизации воздуха – его обеззараживанию и очистке от вирусов, микробов, паразитов и прочих нежелательных, наносящих вред существ и веществ;
- устранению различных запахов и примесей и повышению концентрации кислорода в воздухе (воде) и как следствие, в крови птицы, что влечет за собой улучшение самочувствия, снятие стресса и раздражительности;
- ускорению заживления ран, а также процессов выздоровления при различных заболеваниях и укреплению в целом иммунной и других систем организма.

С практических позиций для достижения максимальной стерилизации и чистоты воздушной среды в птицеводческом помещении, целесообразно включение озонаторной установки (генератора озона) непосредственно в систему кондиционирования помещения или отдельную систему подачи озона.

На основе анализа научных исследований, касающихся проблем озонирования птицеводческих, а также прочих производственных помещений, было выявлено, что электрический озонатор воздуха должен осуществлять свою работу в двух режимах: повышение продуктивности птицы; глубокая обработка помещения [4].

Первый режим – это периодическое озонирование воздуха в производственных помещениях, позволяющее снизить содержание предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных газов (аммиака, сероводорода) на 80-85% и на 80-90% – обсемененности бактериями и плесенью. Основная цель данного режима – это стимулирование жизнедеятельности живых организмов. Для этого применяются концентрации озона на уровне ПДК, например, при санации помещений с птицами для улучшения зоогигиенических параметров микроклимата.

Второй режим – это продолжительное озонирование, при отсутствии внутри помещения птицы и людей. Осуществляется для подавления жизнедеятельности вредных организмов, плесени, грибов, паразитов, и стерилизации помещения после мойки. Концентрации O_3 в этом случае значительно превышают значения ПДК.

Отметим, что для повышения эффективности применения электрических озонаторов необходимо обеспечивать качественное управление процессом в автоматическом режиме, что невозможно без разработки математической модели процесса учитывающей технологические и конструктивные параметры, а также распределение концентрации озона внутри помещения, т.к. объектом управления является концентрация озона в птицеводческом помещении.

На рисунке представлена схема управления электро-технологическим процессом озонирования [5].

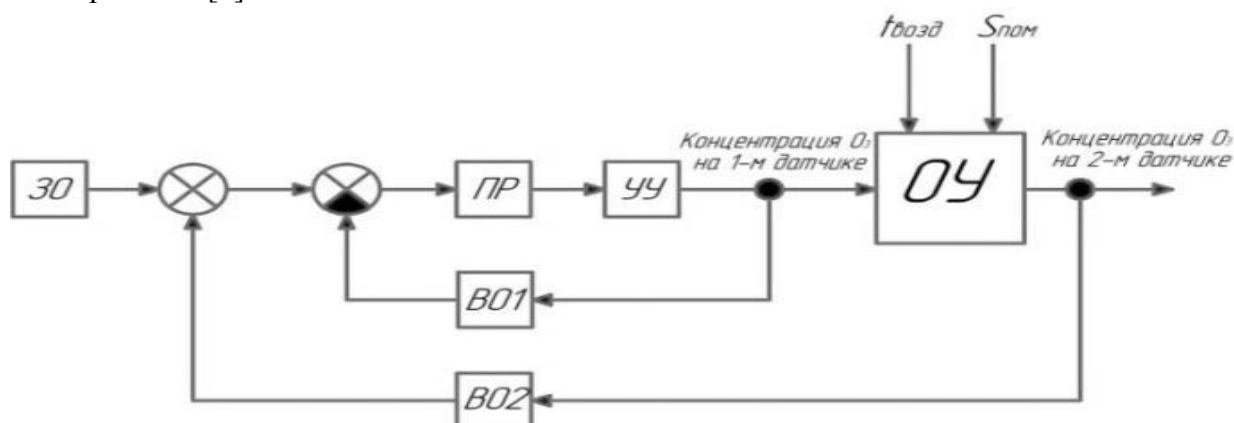


Рис. Функциональная схема электротехнологического процесса озонирования

ЗО-задающий орган (задатчик); ПР-программный регулятор; УУ- управляющее устройство (озонатор); ОУ-объект управления (птицеводческое помещение); ВО-воздействующий орган (датчики измерения); $t_{\text{возд}}$ -температура воздуха; $S_{\text{пом}}$ -площадь производственного помещения.

В рассматриваемой функциональной схеме рекомендуется применение двух датчиков. Первый датчик служит для стабилизации концентрации озона, согласно требованиям технологического процесса (достаточная концентрация для уничтожения вирусов, вредных запахов и микроорганизмов). Второй датчик формирует сигнал о концентрации озона в отдаленной точке птицеводческого помещения. Сравнивая показания двух датчиков, система автоматического управления будет вырабатывать соответствующую команду – увеличивать или уменьшать подачу озона в помещение, для поддержания нормированных параметров.

В таблице представлены проведенные на основе литературного анализа результаты сравнения химического состава воздуха внутри производственного помещения до обработки озоном и после обработки.

Таблица

Химический состав воздуха внутри производственного помещения

Показатели воздушной среды в производственном помещении	До озонирования	После озонирования
Сероводород, мг/л	0,16	0,0003
Аммиак, мг/л	0,13	0,005
Углекислый газ, г/л	14	0,15
Метанол, мг/л	0,15	0
Кислород, %	21,2	21,7
Озон, мг/м ³	–	0,03
Микрофлора, колоний/м ³	27520	240

В заключение отметим, что озонирование является эффективным способом дезинфекции, дезинсекции и дезодорирования практически любых сред, особенно воздуха. Если добиться оптимальной конструкции и параметров работы электрического озонатора, то применение электрического озонирования воздуха будет экономически эффективно. Однако, необходимо проведение дополнительных исследований, включая разработку схемы управления процессом озонирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электротехнология озонирования и ионизации воздушной среды в животноводческих помещениях / В.Ф. Сторчевой, А.В. Федин, Р.Ю. Чернов, А.М. Зиновьев // Природообустройство. – 2008. – №2. – С.112-116.
2. Волошин, А.П. Экспериментальные исследования параметров и режимов электротехнологического процесса озонирования яйцескладов птицефабрик / А.П. Волошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №123. –С. 1-15.
3. Афанасьев, М.А. Технологии очистки озоном / М.А. Афанасьев, О.С. Копылова, А.В. Ивашина, А.И. Антоненко, Е.Е. Константинова // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: сб. тр. 80-й научно-практической конференции. Том 1. – Ставрополь: ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ, 2015. – С. 32–37.
4. Мануйленко, А.Н. Электроозонирование воздуха в животноводческих помещениях / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Современные тенденции технологического развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии, посвященной 85-летию кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка имени профессора М.П. Сергеева – Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного аграрного университета, 2019. – С. 226-230.
5. Мануйленко, А.Н. Электроозонирование животноводческих помещений / А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Сельский механизатор. – 2019. – №12. – С. 22-23.

УДК 620.92
ГРНТИ 44.09

Макаров В.Ю., студент, 4 курс
Научный руководитель – Петров М.Ю., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются альтернативные источники энергии, использование которых возможно в условиях Тверской области с целью достижения полной независимости в использовании электроэнергии для условного объекта.

Ключевые слова: энергетика, альтернативные источники энергии, энергообеспеченность, частичная независимость.

На закате 20 века люди все чаще стали задумываться о том, что может стать основой их существования в новой эпохе. Как правило, одной из основных составляющих жизни всего живого на земле всегда была энергия, она и сейчас играет одну из главных ролей.

На сегодняшний день главным потребителем энергоресурсов в нашей стране является промышленность. Вследствие многократного удорожания энергоресурсов их доля в себестоимости продукции для большей части промышленных предприятий сильно увеличилась, и этот показатель равен 25-35 %. Для более энергоемких производств данный показатель и вовсе приближен к отметке в 40 % и более. Например, в некоторых регионах показатель промышленного потребления электрической энергии равен 70% [1].

В настоящее время в Тверской области возможно эффективное использование «традиционных» типов альтернативной энергии: энергии ветра, солнца и биогаза.

Солнечная энергия могла бы дополнить или даже заменить традиционную энергетику. Стоит только задуматься, что на Землю приходится 1020 Вт солнечной энергии на один квадратный метр, и только 2 % которой эквивалентны энергии, полученной путем сгорания условного топлива.

Для того чтобы определить эффективность использования солнечной энергии в Тверской области, необходимо узнать количество солнечной активности, (так называемой инсоляцией) в регионе. Изучением солнечной активности во всех регионах нашей планеты занимается Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA). Исходя из данных NASA значение солнечной инсоляции Тверской области равно $3,39 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, возьмем оптимальный угол наклона панелей для нашего региона равным 45,7 градусов.

По предварительным расчетам типовой коровник будет потреблять не больше 1400 кВт·ч электроэнергии ежемесячно. Таким образом, мы можем рассчитать количество необходимых солнечных панелей для энергообеспечения среднего коровника.

Определяем выработку энергии одним солнечным модулем в сутки:

$$W_{CB} = P_{ном} \cdot k_{инс}, \quad (1)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность солнечной батареи, кВт;

$K_{инс}$ – коэффициент солнечной инсоляции, кВт·ч/м².

Далее можно рассчитать количество солнечных батарей, которое потребуется для энергообеспечения данного коровника:

$$N = \frac{W_{ср.сут}}{W_{CB}}, \quad (2)$$

где N – количество солнечных батарей, шт.;

$W_{ср.сут}$ – среднесуточное потребление, кВт·ч.

В настоящее время в энергетической отрасли происходят определенные изменения. По мнению специалистов, к середине 2020-х годов не менее 30% от общего объёма энергетических ресурсов возобновляемых источников будет отведено энергии, которая получится с помощью силы ветра.

При выборе ветроустановки, стоит учесть, что в континентальном климате лучше выбрать малые ветроустановки в связи с более продуктивной работой на слабых ветрах [2].

Среднее значение скорости ветра для Тверской области равно 2,98 м/с. Принимая эти данные, мы можем выбрать установку ВЭУ-3. Определяем среднечасовое энергопотребление:

$$E_{час} = \frac{E_{сут}}{24} \text{ Вт} \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где $E_{час}$ – среднечасовое энергопотребление

$E_{сут}$ – среднесуточное энергопотребление

Далее определяем номинальную мощность ВЭУ:

$$P_{спец} = \frac{E_{час}}{1} \text{ Вт}. \quad (4)$$

Исходя из мгновенной мощности $P_{мнгВЭУ}$ и мгновенной мощности, развиваемой ВЭУ на расчётной средней скорости ветра $P_{спец}$ мы можем рассчитать количество ветровых установок для энергообеспечения предприятия

$$N = \frac{P_{спец}}{P_{мнгВЭУ}}. \quad (5)$$

Биогаз так же используется как один из самых рентабельных видов топлива. Один кубометр биогаза эквивалентен по теплоте сгорания 0,8 м³ природного газа, 0,6 кг бензина, 0,7 кг мазута, 1,5 кг дров или 3 кг брикетированного биотоплива. Переработка 1 тонны навоза дает до 50 м³ биогаза, а из 1 м³ биогаза можно получить 2 кВт·часа электроэнергии. В России образуется около 770 млн тонн биоотходов в год, соответственно, это позволяет получить около 66 млрд м³ биогаза, или свыше 100 млрд киловатт-часов электроэнергии.[3]

Переработка этого сырья в биогаз позволяет решить три проблемы:

- получать дешёвую тепловую и электрическую энергию;
- утилизировать отходы, избегая загрязнения ими окружающей среды;
- получать органическое удобрение для нужд сельского хозяйства.

Кроме того, отлажено работающая биогазовая установка, приносит преимущества ее владельцу, обществу и окружающей среды в целом.

Компания РосБиогаз предоставила проект биогазовой установки на основе характеристик условного взятого коровника на 50 голов КРС.

Исходя из данных данной компании мы можем установить, что реактор диаметром 42 м³ и производительностью в 2,5 тонны навоза в сутки при времени брожения в 5-18 дней может вырабатывать 150 м³/сут. что в эквивалентно возможной вырабатываемой эл. энергии в 15 кВт·ч.

Таким образом, по результатам проведённых исследований можно сделать следующий вывод. Внедрение и использование данных источников энергии реально для Тверской области и имеет огромный потенциал и возможности. Этот вид энергии позволит сократить объём выбросов в окружающую среду, а так же позволяет достичь частичной независимости в энергообеспеченности условно взятого предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Н.И. Альтернативные источники энергии и их использование / Н.И. Баранов. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 271 с.
2. Кузьмин, Е.Ю. Технология использования возобновляемых источников энергии / Е.Ю. Кузьмин. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 200 с.
3. Обухов, К.М. Использование энергии ветра и солнца на практике / К.М. Обухов. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. – 144 с.

УДК 004:620.92

ГРНТИ 50.41;44.37

Лисовский В.В., студент, 2 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

ПРОГРАММА ПО РАСЧЁТУ ИНСОЛЯЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ

Аннотация. в статье предлагается программа, с помощью которой можно провести оценку потенциала солнечной энергии в конкретной местности, как для горизонтальной плоскости, так и для наклонной без учёта или с учётом влияния облачности. Также программа определяет оптимальный угол наклона солнечной панели. С помощью данной программы проведено исследование ресурсов солнечной энергии в районе Зейской ГЭС.

Ключевые слова: инсоляция, солнечная электростанция, оценка потенциала солнечной энергии, прямое солнечное излучение, диффузное солнечное излучение

Солнечная энергия имеет огромный потенциал. Количество энергии, которое поступает на поверхность Земли от Солнца, превышает энергию всех мировых запасов таких углеводородных видов топлива как нефть, газ, уголь, а так же урана. При этом солнечная энергетика «чистая» и не оказывает отрицательного влияния на экологию.

По данным Института энергетической стратегии, теоретический потенциал солнечной энергетики в России составляет более 2300 млрд. тонн условного топлива. Количество солнечной энергии, поступающей на территорию РФ в течение трех дней,

превышает энергию всего годового производства электроэнергии в стране.

В связи с тем, что РФ расположена между 41 и 82 градусами северной широты, уровень инсоляции варьируется: от $810 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2}$ в год в отдаленных северных районах до $1400 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2}$ в год в южных районах. Продолжительность солнечного сияния в южных районах достигает более 2000 ч/год (рис. 1).



Рис. 1. Карта инсоляции регионов РФ

Одним из наиболее перспективных регионов для использования солнечной энергетики на Дальнем Востоке является Амурская область. В Амурской области в среднем 240 солнечных дней в году.

В настоящее время в Амурской области на Нижне-Бурейской ГЭС реализуется первый в России крупный проект гибридной генерации. Мощность солнечной электростанции (СЭС), построенной на ГЭС, составит 1,2 МВт, она сможет вырабатывать порядка 1,4 млн кВт·ч в год. Это позволит снизить энергозатраты на собственные нужды ГЭС, увеличить ее полезный отпуск и повысить эффективность работы всей станции. Как оптимальный вариант их размещения рассматриваются откосы грунтовой русловой плотины ГЭС (рис. 2). Ведь это свободная, открытая и незатененная площадка площадью свыше 30 тыс.м². А низовой откос плотины еще и ориентирован на юго-запад, то есть на максимальную солнечную активность.

Гибридизация возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с традиционными источниками энергии очень выгодна, так как позволяет снизить стоимость инвестиционного проекта, а некоторые затраты вообще свести к нулю за счет использования существующей инфраструктуры. Поэтому вполне рационально рассмотреть и другие варианты совмещения СЭС и ГЭС на территории Амурской области: Бурейская ГЭС и Зейская ГЭС.



Рис. 2. Модель проектируемой СЭС на Нижне-Бурейской ГЭС

Первоочередной задачей проектирования СЭС является исследование ресурса солнечной энергии в местах их предполагаемого размещения.

На сегодняшний день существуют базы данных, где можно найти информацию о солнечной радиации, но только для горизонтальных поверхностей. Однако в случае размещения солнечных модулей на низовых откосах плотин данные о приходе солнечной радиации на горизонтальную поверхность необходимо пересчитывать для наклонных плоскостей, что требует достаточно сложных математических расчётов, которые рационально производить с помощью компьютерных программ.

Цель исследования – разработка программы, которая производит расчёт инсоляции на горизонтальную и наклонную поверхности для различных временных промежутков (дневного, месячного, годового) с учётом облачности, строит графики для визуализации результатов расчётов и определяет оптимальный угол наклона солнечной батареи. С помощью разработанной программы произвести исследование ресурсов солнечной энергии в районе Зейской ГЭС и определить оптимальный угол наклона солнечных модулей.

Созданная программа SRCP (Solar radiation calculation program) была разработана в открытой среде разработки программного обеспечения Lazarus на языке программирования Pascal. Интерфейс программы прост и интуитивно понятен (рис. 3).

При запуске необходимо ввести исходные данные, к которым относятся: географические координаты местности, угол наклона площадки к горизонту, азимутальный угол площадки, дата и данные облачности, считываемые из файла формата Excel, который скачивается из архивов данных метеостанций [1]. Далее нажимается кнопка «Произвести расчёты» и программа выполняет расчёт по известной методике [2].

Оптимальный угол наклона солнечных модулей находится путём последовательного перебора годовых значений суммарной солнечной радиации при угле наклона от 0 до 90 градусов и выявления среди них максимального.

Введите исходные данные:

Географические координаты:

Широта: градусы минуты секунды

Долгота: градусы минуты секунды

Угол наклона площадки к горизонту, град. :

Азимутальный угол площадки, град. :

Выберете дату:

Данные облачности:

Вывод результатов:

Рис. 3. Интерфейс программы SRCP

Согласно расчётам программы, для местности в районе Зейской ГЭС оптимальный угол наклона солнечных модулей составляет 49 градусов. Помимо определения оптимального угла, программа производит построения графика зависимости годового значения суммарной солнечной радиации от угла наклона солнечного модуля (рис. 4).



Рис. 4. Результаты расчёта оптимального угла наклона для местности в районе Зейской ГЭС

Для угла наклона 49^0 были выполнены расчёты значений солнечной радиации для разных промежутков времени, как без учёта облачности, так и с учётом облачности. Ниже приведены построенные программой графики часовых значений инсоляции 21 июня 2018 года и годовые значения в этот же год (рис. 5).

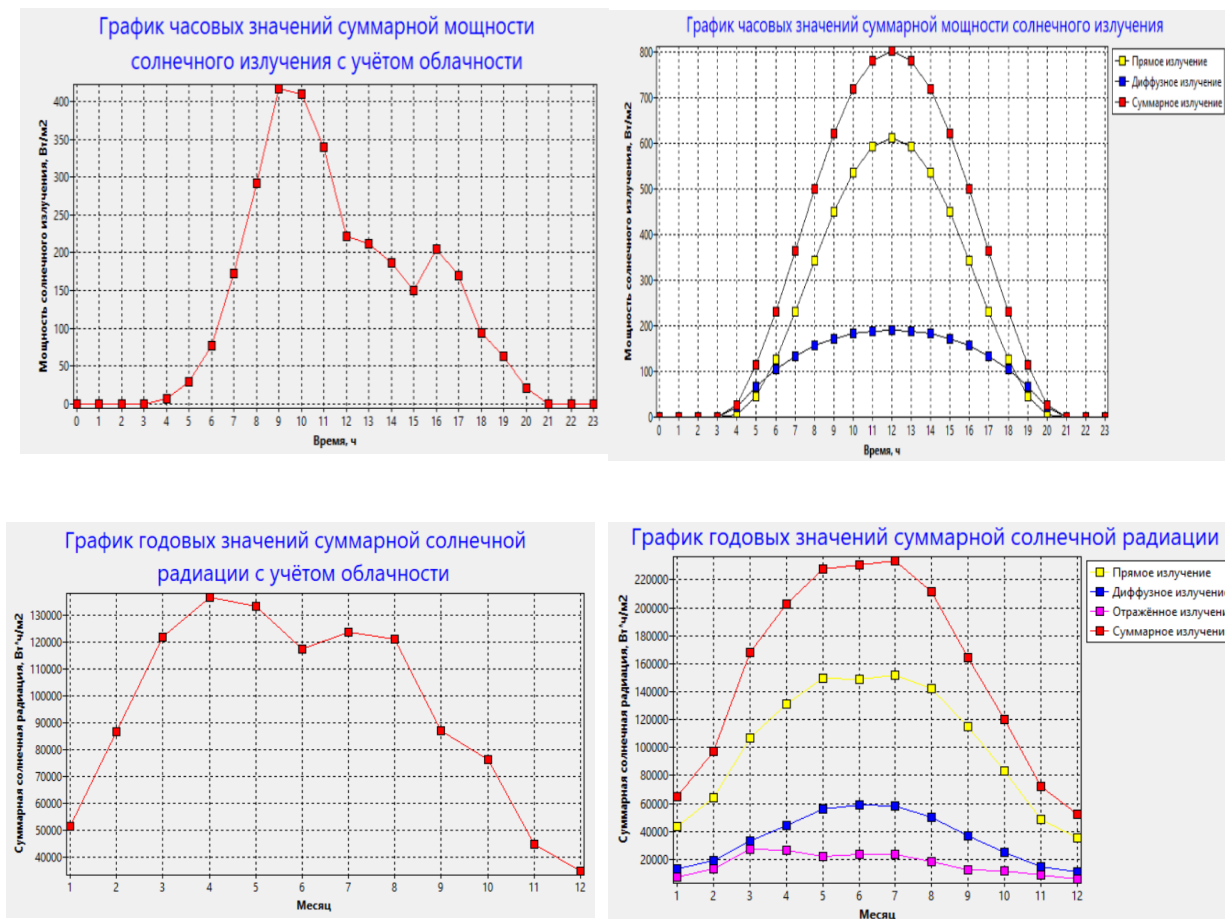


Рис. 5. Графики часовых и годовых значений инсоляции

Таким образом, данная программа позволяет провести оценку потенциала солнечной энергии в определенной местности в условиях отсутствия полного массива необходимых метеорологических измерений для гелиотехнических расчетов.

Также программа может определить оптимальный угол наклона солнечных панелей и просчитать влияние облачности на количество солнечной радиации по данным архивов метеостанций.

Оценка потенциала солнечной энергии в районе Зейской ГЭС выделила её как территорию перспективную для использования установок на основе преобразования солнечной энергии в электрическую. Годовой потенциал солнечной энергии на горизонтальную поверхность составляет 1385,8 кВт·ч/м². В течение года величина месячного количества приходящего солнечного излучения варьируется от 20,86 кВт·ч/м² в декабре до 223,11 кВт·ч/м² в июне. При оптимальном угле наклона солнечных панелей, равном 49^0 , годовой потенциал солнечной энергии возрастает до 1843,5 кВт·ч/м².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meteomanz.com . – URL : <http://www.meteomanz.com/sy1?q=31300&l=1> – (дата обращения: 15.11.2019).
2. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – Москва: Издательство МЭИ, 2008. – 276 с.
3. Сивков, С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации / С.И. Сивков. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. – 185 с.
4. Расчет ресурсов солнечной энергетика: учебное пособие по курсам «Теоретические основы энергетика возобновляемых источников», «Проектирование и эксплуатация СЭС и ВЭС» / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, С.В. Кривенкова, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин. – Москва: Издательство МЭИ, 1998. – 57 с.

УДК 339.9

ГРНТИ 06.51

Катков И.Е., студент, 4 курс

Научный руководитель – Манойло А.В., д-р полит. наук, профессор

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СО СТРАНАМИ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ (НА ПРИМЕРЕ КУБЫ И ВЕНЕСУЭЛЫ)

Аннотация. В статье рассматривается сотрудничество российских нефтегазовых компаний в стратегически важном для России южноамериканском регионе, который является выгодным геополитическим пространством по своему расположению, а также по значительным запасам углеводородного сырья на суше и шельфе.

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, нефть, шельф, Оринокский пояс, Венесуэла; Куба, Российская Федерация, «Роснефть».

Сотрудничество со странами Южной Америки занимает одну из важных позиций в курсе внешней политики России. Во - первых, выстраивание отношений со странами этого континента стратегическая необходимость в контексте нарастающего напряжения между Россией и США, ведь близкие расположенные районы южноамериканского континента к южному побережью США представляют геополитическую ценность для российской стороны. Во - вторых, Южная Америка - это континент, обладающий значительными запасами полезных ископаемых, среди которых большую часть занимают жидкие углеводородные ресурсы, расположенные на территории таких государств, как Венесуэла (Оринокский пояс, в котором сосредоточено около 1180 млрд. баррелей нетрадиционной нефти – битумозные пески и тяжелая нефть), Мексика (гигантское Кантарел и супергигантское месторождение Ноксал, Чиконтепек на шельфе, которые по недавним расчетам содержат около 6,5 млрд. баррелей нефти), Бразилия (в совокупности имеющая

запасы на 15,59 млрд. баррелей нефти), которые являются для Российской Федерации партнерами в нефтегазовой сфере. Поэтому некоторые совместные проекты по добыче и переработке нефтегазовых ресурсов имеют не только экономическую, но и политическую выгоду.

К примеру, российские компании «Роснефть» и «Зарубежнефть» имеют ряд крупных проектов по добыче нефти на шельфе Кубы – в Мексиканском заливе, совместно с нефтяной компанией этого государства – Union Cuba Petroleo (CUPET). Так, в декабре 2016 года «Роснефть» подписала контракт с CUPET, который был направлен на увеличение добычи нефти на крупном месторождении Варадеро, на котором в рамках данного соглашения были проведены совместные масштабные геологоразведочные работы государственных корпораций России и Кубы. Фактически, контракт между «Роснефтью» и CUPET был заключен в продолжение Соглашения о сотрудничестве, подписанного компаниями в рамках визита Президента Российской Федерации В.В. Путина на Кубу в июле 2014 года, что демонстрирует весьма серьезные намерения российского руководства на экономическое и политическое взаимодействие в регионе.

Однако активность России в данном регионе отрицательно воспринялась США, которые согласно новому политическому курсу Д. Трампа инициировали «заморозку» отношений с Гаваной, которые только начали восстанавливаться при президенте Б. Обаме. В ответ на нежелание налаживать сотрудничество, США фактически подтолкнули кубинские власти к сближению с Россией. Российская Федерация в свою очередь, воспользовавшись весьма благоприятным моментом, практически сразу предложила сотрудничество Кубе в ряде ключевых сфер, таких как: транспортная, военно - техническая и энергетическая сферы, важные для обеих сторон. Вероятно, что после выхода США из соглашения ДРСМД, сотрудничество Москвы и Гаваны приобретет еще более важное значение.

Отношения между Россией и Венесуэлой еще со времен управления последней президентом Уго Чавесом характеризовались как партнерские. Приемник У. Чавеса, Николас Мадуро в отношениях с Россией также придерживается курса сотрудничества по наиболее важным стратегическим сферам.

Безусловно, факт обладания Венесуэлой наибольшими запасами нефтяных ресурсов в мире не мог не остаться не замеченным российскими нефтяными компаниями, которые, фактически, использовали лояльность венесуэльского руководства по отношению к России для продвижения интересов, связанные с добычей нефти. Ключевую роль в укреплении отношений между Россией и Венесуэлой в нефтяной промышленности играет компания «Роснефть», которая также является одним из крупнейших инвесторов в южноамериканском государстве, обладающем перспективной энергоресурсной базой. Так, компания «Роснефть» сотрудничает с венесуэльской компанией PDVSA в сфере нефтегазодобычи. Поскольку углеводороды Оринокского бассейна относятся к разряду тяжелой нефти, ее добыча требует внедрения новейших высокотехнологичных методов и оборудования, которым Венесуэла на данный момент не располагает. Однако российские компании, которые очень часто вынуждены модернизировать свое оборудование (что продиктовано особой сложностью в деле добычи нефтяных ресурсов на шельфе, а также труднодоступных углеводородов на старых месторождениях Западной Сибири), располагают новой техникой и методами добычи самых сложных видов нефти даже в

географически неблагоприятных условиях. Так, на сегодняшний день выделяются следующие совместные нефтяные проекты России и Венесуэлы: «Петромонагас» – интегрированный проект, где доля «Роснефти» составляет порядка 16,67 %; «Петропериха» – старое месторождение, доля «Роснефти» – около 40 %; «Бокерон» – также весьма старое месторождение, доля «Роснефти» – 26,67 %; «Петромиранда» – новый проект, доля «Роснефти» – 32 %; «Петровиктория» – новый интегрированный проект, где доля компании «Роснефть» составляет 40 %.

Таким образом, компания «Роснефть», которая сотрудничает с Венесуэлой в деле добычи углеводородных ресурсов, сможет получить около 20,5 млрд тонн нефти.

Однако траекторию сотрудничества России и Венесуэлы весьма сложно представить без сложностей, носящих сугубо политический характер. Руководство США, которое еще со времен У. Чавеса имеет сложные отношения с Венесуэлой, осознали, насколько близко к их границам может подойти Россия в случае усиления сотрудничества последней с Венесуэлой. Более того, США не могла позволить российским нефтегазовым компаниям сотрудничать с государством, владеющим крупнейшими известными запасами нефти в мире.

Так, достаточно негативная реакция США на действия России, нацеленные на выстраивание отношений с Венесуэлой, были восприняты американским руководством как прямая провокация России и угроза национальным интересам США. Администрация Д. Трампа опасается создания блока российских союзников в непосредственной близости к границам США и повторения событий Карибского кризиса 1961 – 1962 годов. В такой весьма опасной для США ситуации, американское руководство решает прибегнуть к схеме революционного переворота в недружественном государстве с последующей поддержкой нового «народного избранника», отличающегося абсолютной лояльностью к Вашингтону. Именно с растущим сотрудничеством России и Венесуэлы в энергетическом, военном и социально – гуманитарном направлении, США начали активную борьбу против действующего президента страны Н. Мадуро. Так, возросшая оппозиционная активность в Венесуэле и поддержка самопровозглашенного президента Х. Гуайдо, который фактически является ставленником США, поставило под угрозу действующее российско – венесуэльское сотрудничество в нефтяных проектах, а также саму концепцию расширения сотрудничества в энергетике и других стратегически важных сферах.

Ситуация, сложившаяся в Венесуэле, требовала помощи российских специалистов, которые смогли помочь действующему главе государства удержаться у власти в кризисный период. В случае успеха и удержания у власти Мадуро сотрудничество России и Венесуэлы может выйти еще на более высокий уровень и укрепиться не только в энергетической сфере, но и ряде других направлений. В перспективе Венесуэла, пользуясь поддержкой России, может стать особым агентом РФ на континенте, что позволит налаживать отношения со всеми государствами региона и наращивать сотрудничество в различных сферах, постепенно закрепляясь в южноамериканском континенте тем самым сдерживая политическую активность США не только в странах Латинской Америки, но и в мире.

Деятельность отечественных нефтегазовых корпораций в зарубежных регионах помимо экономической выгоды включает в себе еще и целый спектр политических ценностей, необходимых для реализации внешнеполитического курса Российской Федерации. Этот факт позволяет утверждать, что изучение и анализ ключевых форм взаимодействия

нефтегазовых ТНК с органами государственной власти Российской Федерации помогает добиваться значительных выгод для государства в реализации его ключевых интересов в стратегически важных регионах мира.

Фактически, наиболее перспективными игроками международного рынка энергоносителей являются Россия, Венесуэла, Саудовская Аравия и Иран, поскольку перечисленные государства обладают наибольшим потенциалом в сфере разведки, разработке и успешном запуске нефтяных месторождений, а также имеют большой опыт в деле внедрения наукоемких видов производства в промышленность, что зачастую обусловлено особенностями расположения наиболее крупных месторождений, находящихся на территориях этих стран. Сегодняшние совместные проекты российско-венесуэльские проекты закладывают прочную базу для расширения сотрудничества в области энергетики на будущие годы. Так, несмотря на весьма напряженную политическую и экономическую ситуацию в мире, предполагается, что российско-южноамериканское сотрудничество, в целом, будет происходить по намеченному вектору взаимодействия в ключевых, стратегически важных отраслях. Из всего спектра российско-южноамериканских отношений отдельно выделяется сотрудничество России с Венесуэлой, которые способны оказать значительное влияние на весь совокупный энергетический рынок, стабилизировав мировой рынок нефти и цены на данный вид энергоресурса.

Подводя итог вышесказанному, Российская Федерация посредством выстраивания весьма четкой линии нефтегазового сотрудничества со странами Южной Америки, получает не только экономические, но и политические выгоды, которые представляют перспективу в будущем. Иными словами, взаимодействие в сфере энергетики значительно помогает России и странам Латинской Америки в выстраивании весьма прочных отношений, которые вполне могут стать основой сдерживания влияния США не только в регионе, но и на глобальной арене.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 года № 537. – URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/99.html>
2. Алексеев, А.В. Россия и транснациональные корпорации / А.В. Алексеев / Экономическая наука современной России. – 2006. – № 4.
3. Брагинский, О.Б. Мировой нефтегазовый комплекс / О.Б. Брагинский. – Москва: Наука, 2004. – 604 с.
4. Россия в мировой энергетике XXI века / Е.П. Велихов [и др.]. – Москва: ИздАТ, 2006. – 135 с.
5. Жизнин, С.З. Технологические аспекты энергетической дипломатии России / С.З. Жизнин, В.М. Тимохов // Вестник МГИМО-Университета. – 2016. – № 3 (48). – С. 43-53.
6. Климовец, О.В. ТНК России / О.В. Климовец. – Москва: ИНФРА – М, 2016. – 380 с.
7. Gallis, P. NATO and Energy Security. / Gallis, P. // CRS Report for US Congress. March 21, 2006
8. Robinson, R.D. International Management / R.D. Robinson. – N.Y., 2012. – P. 153-154.

9. Álvarez Á.E. Venezuela 2007: los motores del socialismo se alimentan con petróleo // Revista de Ciencia Política Pontificia. 2007. Vol. 27. – P. 268–269. Maduro se reunirá con Putin para revisar los acuerdos de los precios del petróleo // Agencia EFE. 2016. 6 Oct. – URL: <http://www.efe.com/efe/america/portada/maduro-se-reunira-con-putin-para-revisar-los-acuerdos-de-precios-del-petroleo/20000064-3060296#>

10. Всемирный банк спрогнозировал спад экономики Венесуэлы в этом году // РИА Новости. 2018. 11 янв. – URL: <https://ria.ru/economy/20180111/1512403610.html> (дата обращения: 16.04.2019).

УДК 622.691.2

ГРНТИ 73.39.39

Иванов Л.В., Анохин А.В., магистранты, 2 курс

Научный руководитель – Зайцев А. В., канд. техн. наук, доцент

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

ПОДБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ РЕГАЗИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. Система регазификации сжиженного природного газа (СПГ) – неотъемлемое технологическое звено любого терминала хранения. Существующие типы установок имеют разные преимущества и недостатки, выбор необходимого типа в основном зависит от климатических условий. В статье рассмотрены основные типы регазификационных установок, которые будет целесообразно использовать в субэкваториальных и более холодных климатических условиях.

Ключевые слова: системы регазификации СПГ, промежуточный теплоноситель, теплообменник, испаритель.

Сжиженный природный газ (СПГ) наиболее часто поставляется в недоступные для трубопроводного транспорта части света к специальным терминалам для хранения. Для дальнейшей транспортировки сжиженный газ необходимо перевести обратно в газообразное состояние. Существует четыре наиболее часто используемых СПГ-терминалами систем регазификации:

1. Испарители с открытой стойкой (75% терминалов);
2. Испаритель с использованием сжигаемого топлива (25% терминалов);
3. Испаритель со смежным теплоносителем (5% терминалов);
4. Испаритель воздушный (небольшие объёмы СПГ).

Испаритель с открытой стойкой (ИОС) – представляет из себя теплообменник, в котором в качестве источника тепла используется морская вода. Блоки испарителя обычно изготавливаются из алюминиевого сплава, т.к. материал обладает высокой теплопроводностью.

Закрытые панели, в которых располагаются трубки для подачи СПГ идут навстречу трубопроводам, подвешенным на стойке (раме), которые переносят теплую морскую

воду. Снаружи панели покрыты цинковым сплавом для обеспечения защиты от коррозии. Предпочтительная температура морской воды для работы данного типа установок – выше 5°C.

В испарителе, использующем сжигание топлива (ИСТ), горячие газы от погруженной горелки барботируют через объем жидкости в емкости с водой, в которую погружен СПГ трубопровод из нержавеющей стали. Барботирование способствует возникновению турбулентности, что приводит к высокой скорости теплопередачи и высокому тепловому КПД (более 98%).

Поскольку водяная баня всегда поддерживается при постоянной температуре и имеет высокую теплоемкость, система очень хорошо справляется с внезапными изменениями нагрузки и может быть быстро запущена и выключена. Вода в ванне является кислой, поскольку в ней конденсируются продукты сгорания газа (CO_2 , NO_x). Для контроля уровня pH в воду добавляется карбонат натрия и бикарбонат натрия. Избыточная вода нейтрализуется перед сбросом в открытую акваторию.

Утечки газа обнаруживаются детекторами углеводородов, после чего установка останавливается. Опасность взрыва исключается температурой в водяной бане, которая всегда остается ниже точки воспламенения природного газа.

Испаритель с промежуточным теплоносителем (ИПФ) использует промежуточный флюид в замкнутом контуре для передачи теплоты. Для испарения СПГ обычно используются три типа теплоносителей:

1. Гликоль-Вода;
2. Углеводороды (пропан, бутан или смешанный хладагент);
3. Горячая вода.

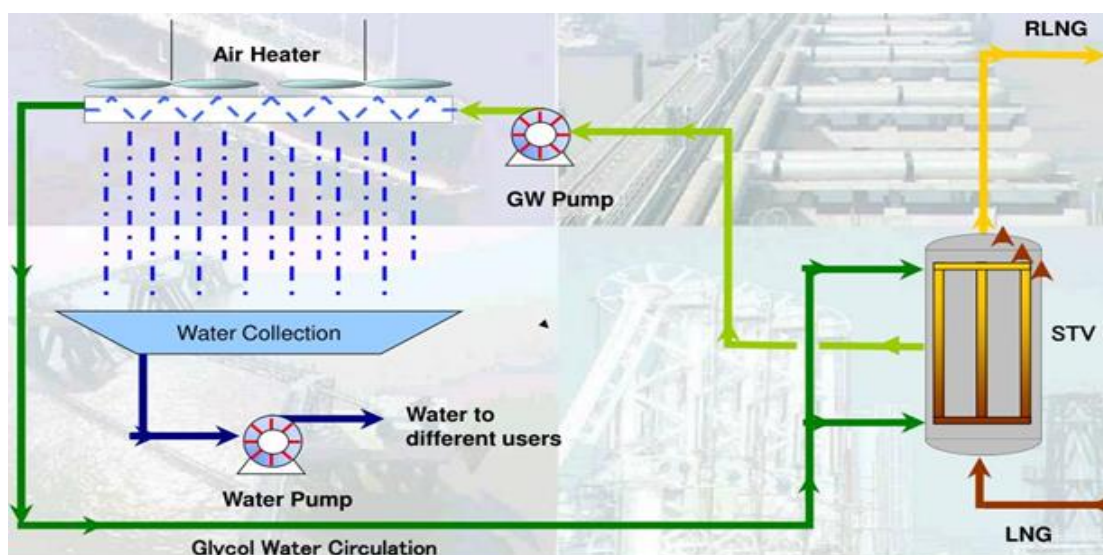


Рис. Схема испарителя с промежуточным теплоносителем гликоль-вода

В первом случае СПГ прокачивается через теплообменник кожухотрубного типа, нагреваемый водно-гликолевой смесью. Конденсируясь, теплая вода с гликолем стекает

вниз и проходит через промежуточные подогреватели, где горячим теплоносителем могут выступать испаритель, морская вода, воздух, отработанные тепловые потоки от других линий регазификационного терминала.

Во втором случае в «каскадной» регазификационной установке вместо непосредственного теплообмена с водой СПГ подогревается пропаном и другими углеводородами. Данная система позволяет избежать риска замерзания теплоносителя при низких температурах морской воды использовавшейся изначально.

Так, на первом этапе СПГ нагревается от $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в компактном теплообменнике с пропаном в качестве теплоносителя. На второй стадии газ продолжает нагреваться от морской воды в кожухотрубном теплообменнике.

Сравнение основных параметров рассматриваемых систем представлено в таблице.

Использование морской воды в качестве основного теплоносителя может производиться при температурах близких к точке замерзания ($-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), однако это приведет к повышению рисков используемой установки, а также значительно понизит производительность, что весьма критично в период повышенного зимнего потребления.

Использование пропана в качестве промежуточного теплоносителя исключает возможность заморозки воды и минимизирует количество сжигаемого газа, ввиду возможности работы при температуре воды $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако, при этом будет наблюдаться почти такое же снижение производительности.

Водно-гликолевая смесь в качестве промежуточного теплоносителя может отогреваться морской водой и воздушными установками в теплый период года, отработанной теплотой других технологических линий терминала и испарителем в зимние месяцы. Также данный способ является более выгодным в экологическом плане (при учете зимнего подогрева).

Таблица

Сравнение основных параметров рассматриваемых систем

Параметр	Тип испарителя			
	ИОС	ИСТ	ИПФ + углеводороды	ИПФ + гликоль-вода
Принцип работы	Прямое испарение СПГ морской водой	Непрямое испарение горячей водой, которая нагревается ИСТ	Непрямое испарение, пропан подогревается водой	Непрямое испарение, гликоль нагревается водой
Эксплуатационные затраты	Насосы для воды + фильтрация	Как в ИОС + погружная горелка	Как и в ИОС + пропановый цикл	Как в ИОС + гликоль цикл, подогреваемой испарителем
Экологические выбросы	Температурное загрязнение воды + хлорирование	Выбросы газов (NO_x , CO_2) + сброс кислотного водяного конденсата	Температурное загрязнение воды + хлорирование	Как в ИОС, но меньше хлорирование
Безопасность	Утечки УВ в атмосферу	Утечки УВ + дополнительные риски (C_3H_8)	Утечки УВ в гликоль, легко локализовать	Утечки УВ в воду, легко локализовать

Постоянный подогрев горячими газами, образующимися в процессе сгорания выкипевших при хранении в резервуаре паров СПГ наиболее сильно влияет экологическую обстановку по сравнению с другими регазификационными установками. Однако в данной системе также возможно использовать отработанную низкопотенциальную теплоту от других технологических линий регазификационного терминала.

В качестве наиболее выгодной системы в условиях эксплуатации с падением температуры воды ниже 5°C можно выделить регазификационные установки с промежуточным теплоносителем. Использование пропана позволяет реже использовать, подогрев воды сжиганием газа. Установка, использующая водно-гликолевую смесь, является более энергоэффективной за счет меньшего потребления энергии, а также более экологичной за счет меньшего хлорирования сбросной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dhirav Patel, John Mak, Daniel Rivera LNG vaporizer selection based on site ambient conditions. 2017. – URL: <https://ru.scribd.com/document/233487364/Lng-Vaporizer-Selection-Based-on-Site-Ambient-Conditions> (дата обращения 16.12.2019).
2. Shinji Egashira LNG Vaporizer for LNG Re-gasification Terminal // KOBELCO Technology Review №32. 2013. – URL: https://www.kobelco.co.jp/english/ktr/pdf/ktr_32/064-069.pdf
3. LNG systems // Wärtsilä. 2014. – URL: <https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/oil-gas-documents/brochure-offshore-lng-systems.pdf>

УДК 502

ГРНТИ 44.01.94

Куанова Д.Х., Нурумова К.К., студенты, 4 курс

Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент

Оренбургский институт путей сообщения - филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

Аннотация. Статья посвящена актуальному научному направлению – энергетической безопасности. В работе исследуются ее сущность, цели, источники. Рассматриваются виды вредных антропогенных воздействий; намечаются перспективные направления обеспечения энергетической безопасности в современных технико-технологических, цивилизационных условиях.

Ключевые слова: энергия, источники энергии, энергетическая безопасность, экологическая обстановка, окружающая среда, вредные антропогенные воздействия.

В настоящее время широкое распространение получил термин «энергетическая безопасность» наряду с военной, экономической, экологической и другими видами безопасности. Это понятие можно раскрыть, как состояние защищенности страны, ее граждан, общества и экономики от угроз надежному энергообеспечению. Для

обеспечения энергетической безопасности нашей страны необходимо вовремя выявить актуальные проблемы энергетики.

По статистике в мире в 15 раз возросло совокупное потребление электрической энергии, и, соответственно, увеличился расход электричества на каждого человека. Темп использования этих ресурсов продолжает расти.

Мы провели анализ теоретических научных исследований по данной теме и выявили, что современная энергетика приносит непоправимый ущерб экологической обстановке во всем мире. Одним из основных факторов нанесения вреда является антропогенные выбросы в воздушное пространство Земли, загрязнение ее недр и гидросферы. Также следует сказать о крупных авариях на техногенных объектах, таких как Чернобыльская АЭС. Рассмотрим антропогенные воздействия на окружающую среду.

Атмосфера – газовая оболочка, окружающая Землю. Воздействие человека на атмосферу включает ее загрязнение различными ядовитыми выбросами, а также изменение физических свойств, что оказывает влияние на условия существования жизни. Среди загрязняющих веществ преобладают отходы промышленности: твердые (пылевые частицы, содержащие токсичные вещества), жидкие (аэрозоли), газообразные выбросы. В связи с высокой динамичностью атмосферы, загрязнители существуют в ее составе сравнительно недолго, но успевают распространиться на огромные расстояния от источника загрязнения. Важно отметить, что наиболее опасны высокие их концентрации непосредственно вблизи мест выбросов, а также продукты выпадения из атмосферы на поверхность других геосферных оболочек (так, оксиды серы и азота при выпадении с осадками в виде кислотных дождей способны вызвать закисление почвы и водоемов). Изменение физических свойств атмосферы включает ее запыление, тепловое загрязнение, парниковый эффект вследствие изменения газового состава, разрушение озонового слоя, нарушение естественной циркуляции воздушных масс и т.д. Все это представляет опасность как для живых организмов непосредственно, так и через изменение естественных абиотических условий функционирования экосистем.

Вода, безусловно, является одним из самых важных природных ресурсов, лидирующих по объему ежегодного использования. Мы имеем огромные запасы пресной воды, но интенсивность ее изъятия и (или) загрязнения в отдельных районах планеты столь высока, что они непрерывно истощаются. На сегодня 25% городского и 80% сельского населения мира испытывают дефицит этого ресурса. Воздействие человеческой деятельности на гидросферу способствует ее загрязнению и изменению свойств природных вод, в том числе нарушение их циркуляции. В отличие от атмосферы, гидросфера способна к накоплению загрязняющих соединений в составе водных масс, донных отложениях, пищевых цепях водных организмов. Промышленное водопотребление зависит от отрасли и от экономического развития района. Наиболее водоемкие отрасли промышленности – металлургическая, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. При этом до 80% всей потребляемой воды идет на нужды сельского хозяйства, а оставшиеся 20% – мировой промышленности. В сельском хозяйстве большая часть воды расходуется на испарение и образование растительной массы. Водоочистные сооружения на предприятиях не могут обеспечить достаточную степень очистки, при которой содержание вредных веществ в воде не превышает установленных значений предельно допустимых концентраций (ПДК). Поэтому сточные воды приходится разбавлять чистыми в 30-40 раз. Во всём мире на обезвреживание сточных вод затрачивается более 5,5 тыс. км³

чистой воды в год, т.е. в 3 раза больше, чем на все нужды человечества. А это 30% стока всех рек Земли.

Литосфера является литогенной основой геосистем,местилищем подземных вод и важным компонентом биосферы. В ней содержится множество разновидностей рудных и нерудных минеральных ресурсов, она используется в качестве основания. Влияние современного хозяйства на литосферу весьма разнообразно. При добыче полезных ископаемых нарушаются значительные территории, район эксплуатации интенсивно осушается за счет отбора подземных вод глубинных горизонтов для обеспечения горных работ. После разработок остаются терриконы, нередко из отвалов с примесью ядовитых веществ. В результате горнодобычи в толщах земной коры формируются обширные пустоты, что служит предпосылкой обрушений, оседания грунтов и техногенных землетрясений.

Таким образом, основной причиной ухудшения состояния нашей планеты является антропогенное загрязнение. Эта проблема носит глобальный характер и как никогда актуальна в современном мире. Меры по сбережению и замещению источников энергии нужно осуществлять параллельно. Но энергосбережение возможно до определенного предела, потому что основные на сегодня источники энергии являются исчерпаемыми и после использования восполнить запасы природных ископаемых невозможно. Поэтому решение данной проблемы возможно за счет использования альтернативных источников энергии, что значительно сократит загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая безопасность России // Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
2. Горбанев В. А., Митрофанова И. Б. Природные ресурсы мировой экономики // Мировое и национальное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 7.

УДК 656.614.3

ГРНТИ 55.45

Иванов Л.В., Анохин А. В., магистранты, 2 курс

Научный руководитель – Зайцев А.В., канд. техн. наук, доцент

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Аннотация. Морской транспорт сжиженного природного газа (СПГ) – это перспективное направление развития техники. Он является самым экономически выгодным транспортом природного газа на большие расстояния. В статье рассмотрена история развития технологий, связанных с морскими перевозками СПГ, а также оцениваются перспективы дальнейшего развития этого направления.

Ключевые слова: морской транспорт СПГ, история развития, Метан Пионер, система хранения груза.

В современном мире все активнее рассматривается вопрос о морском транспорте СПГ. Вся данная энергетическая отрасль прошла гигантский путь от экспериментальных установок до постоянного использования транспортных межконтинентальных линий.

Главным отличием морского транспорта СПГ от традиционного трубопроводного транспорта является его мобильность. Морской транспорт становится единственным возможной опцией в тех случаях, когда доставка природного газа (ПГ) трубопроводным транспортом очевидно нерентабельна (при малых проектных расходах ПГ) или отсутствует техническая возможность прокладки магистральных трубопроводных линий. СПГ – это большая доля от общемировой энергетики. В настоящее время на СПГ приходится примерно 40% от общего мирового ПГ [1]. По прогнозам к 2040 году доля СПГ достигнет 60%.

СПГ перевозится при температуре -163°C , что налагает серьезные условия на системы его хранения. Первым экспериментальным судном по транспортировке СПГ был переоборудованный сухогруз «Марлин Хитч». В корпусе судна были установлены цилиндрические танки суммарным объемом 5 тыс. м³. В качестве изоляции использовалась балласта. После переоборудования танкер получил название «Methane Pioneer» и в 1958 году им было совершено первое трансатлантическое плавание от реки Калаказо в штате Луизиана до британского острова Конвей. Этот переход занял 27 дней. Подтвердив подобным переходом техническую возможность перевоза СПГ морем на дальние маршруты – началось стремительное развитие всей отрасли.

Проблема, с которой столкнулись при эксплуатации «Methane Pioneer» заключалась в потере части перевозимого продукта из-за выкипания. Подобный показатель называется BOR (boil-off rate) – процент испарившегося груза в сутки. У судна «Methane Pioneer» он составлял 0,45.

Следующим экспериментальным судном был французский «Бове» спущенный на воду в 1962 году. В нем были протестированы различные варианты исполнения танков. В корпусе судна были установлены 3 различных независимых (изготавливаемых отдельно и вкладываемых в корпус судна) танка. Первый танк имел форму параллелепипеда с куполообразным сводом. В конструкции подразумевалась установка внутренней стенки из алюмомагниевого сплава толщиной 7 мм. и наружного кожуха. Внутри танка устанавливались перегородки, выполняющие роль ребер жесткости. В качестве изоляции между внутренним и внешним сосудом - использовался пористый поливинилхлорид (ПВХ).

Второй танк имел цилиндрическую форму с полусферической крышкой, в которой размещалось сливноналивное оборудование. Внутренняя стенка резервуара толщиной 4 мм была изготовлена из сплава алюминия с 4 % содержанием магния, внешняя – из стали с добавкой 9% никеля. Изоляция состояла из ПВХ и кремнеземного порошка. В изоляции проходили трубки для продувки азотом. При наличии следов метана в продувочном азоте можно было сделать вывод о наличии протечки в резервуаре.

Третий танк имел более сложную и необычную форму: это полуцилиндр, вписанный в призму с квадратным основанием. Крепление резервуара осуществляется со стороны крыши (купола) и днища, опирающегося на специальные опоры. Внутренний корпус резервуара толщиной 3 мм изготовлен из малоуглеродистой стали с добавкой 9% никеля, наружный корпус - из обычной стали. Изоляцией выступал армированный стекловолокном ПВХ.

Накопленные знания позволили создать первый коммерческий промышленный СПГ-танкер под названием «Methane Princess» в 1964 году. В этом же году на воду был спущен корабль-близнец «Methane Progress». Они использовались для транспорта СПГ из Алжира во Францию. Системой хранения груза выступали танки системы «Conch». Это были танки типа А изготовленные из алюминиевого сплава с изоляцией из бальсы. Вместимость танкеров составлял 27 тыс. м³.

Первыми танкером, доставляющими СПГ в Японию был «Polar Alaska» объемом 71,5 тыс. м³. Он был спущен на воду в 1969 году. В этих танкерах впервые была использована мембранная система танков от компании GT (GazTransport). Мембранные системы являются неотъемлемыми частями корпуса судна, что позволяет максимально эффективно использовать трюмное пространство. Нагрузка в таких системах передается напрямую через стенки танков и теплоизоляцию прямо на борт судна.

В 1971 году на воду был спущен корабль «Norman Lady». Общая вместимость составляла 87,6 тыс. м³. В этом судне использовалась принципиально новая система танков – сферические танки типа В. По имени компании разработчика – Moss Rosenberg, подобные системы до сих пор называют танками системы Moss. Они были выполнены без полного вторичного барьера, но внизу танка был установлен непроницаемый поддон, который должен был удерживать СПГ в течении не меньше 20 суток. Сферическая конструкция позволяла лучше распределять напряжения, что позволяло сделать более тонкими стенки, а также ее форма позволяла максимально снизить теплопритоки из окружающей среды. Однако шарообразная форма не позволяла рационально использовать трюмное пространство.

В 1993 году японским машиностроительным гигантом Ishikawadzima-Harima Heavy Industries были спущены в воду суда «Polar Spirit» и «Arctic Spirit» с новой системой хранения груза, вместимостью 80 тыс. м³. Использовалась система танков IHI SPB – призматические танки типа В. Они были лишены проблем танков Moss по использованию трюмного пространства, однако из-за проблем с лицензированием, не нашли большого применения. В настоящее время системы подобного типа применяются только для плавучих регазификационных терминалов (FSRU – floating storage and regasification unit).

В 1994 году компании-конкуренты GazTransport и Technigaz объединились в одну компанию GTT. Совместно ими были разработаны самые используемые в настоящее время системы GTT Mark III и GTT No96. Мембраны в системе Mark III выполнены из 9% никелевой стали. Поверхность мембраны оребрена для лучшей компенсации температурных напряжений. Для теплоизоляции применяются пенополиуретановые панели. Вторичный барьер – это триплекс. Триплекс - это композитный материал в виде алюминиевой фольги между двумя стеклянными пластинами.

Первичный барьер системы GTT No96 выполнен из инвара (сплав с содержанием никеля 36%). Мембрана выполняется гладкой, поскольку почти не испытывает температурных деформаций. В качестве теплоизоляции применяются фанерные сэндвич-панели, представляющие из себя отдельные ячейки заполненные стекловатой.

В 2006 году было спущено на воду судно «Provalys» вместимостью 154,5 тыс. м³ с комбинированной системой хранения GTT CS1. Эта система была комбинацией систем GTT Mark III и GTT No96. Первичная мембрана выполнена из инвара, вторичный барьер выполнен из триплекса. Однако во время эксплуатации были выявлены проблемы с безопасностью, поэтому было выпущено всего 3 судна с использованием системы GTT CS1.

В 2006-2008 годах вышли первые суда из типоразмерного ряда Q-Flex и Q-Max вместимостью 217 тыс. м³ и 267 тыс. м³ соответственно. Суда Q-Flex используют систему GTT No96, а Q-Max – GTT Mark III. В настоящее время это самые вместительные газовозы СПГ. На рисунке изображено судно стандарта Q-Max.



Рис. 1. Судно Mozah

В 2018 году введено в эксплуатацию судно «SK Serenity» вместимостью 175 тыс. м³. В нем впервые было продемонстрирована новая мембранная система KC-1 от компании KOGAS. В этой системе используется особая мембрана из предварительно напряженной легированной стали 304L, а также напыляемая изоляция, наносимая непосредственно на мембрану, что исключает неравномерность теплопередачи и появление тепловых мостов.

Причиной для разработки своих систем крупными южнокорейскими верфями является необходимость отчислять выплаты компании GTT за использование их мембранных систем хранения груза. Отчисляется до 5% с каждого корабля (10 млн.\$). При этом большая часть всех газовозов производится на южнокорейских верях. Большие денежные потери вынудили верфи разрабатывать свои системы. Уже заявлены системы KC-S от компании SHI (Samsung Heavy Industries), Solidus от компании DSME (Daewoo Ship Marine Engineering), а также система HMMCS от NHI (Hyundai Heavy Industries). По существующим пресс-релизам о данных системах можно сделать вывод о том, что каждая из них будет занимать свой отдельный сегмент судов. Solidus – для танкеров-гигантов систем Q-Flex и Q-Max; HMMCS – для судов среднего и небольшого водоизмещения и т.д.

Резюмируя историю развития газовозов СПГ можно сказать, что отрасль прошла огромное развитие. От экспериментальных судов вместимостью 5 тыс. м³ до танкеров-гигантов вместимостью 267 тыс. м³. От первоначальной неэффективной бальсовой изоляции с BOR = 0,45, до совершенных систем с напыляемой сложной полиуретановой пеной BASF в системе Solidus (BOR = 0,08). От одинаковых танкерных систем, до систем, применяемых в различных навигационных условиях. Благодаря развитию морского транспорта СПГ мировая энергетика получила большой скачок в развитии. Дальнейшие инженерно-технические исследования и разработки в этой отрасли способны вывести всю мировую энергетику на качественно новый уровень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бум сжиженного природного газа (СПГ) на мировом рынке: тренды и лидеры. – URL: <https://www.dw.com/ru/%D0%B1%D1%83%D0%BC-%D1%81%D0%B6%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0-%D1%81%D0%BF%D0%B3-%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BC-%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B5-%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%8B-%D0%B8-%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D1%80%D1%8B/g-47782464> (дата обращения 11.12.2019).
2. Хасанов, И.И. Развитие технических средств и технологий морского транспорта сжиженных газов: дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук / Хасанов, И.И.; Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2015. – 160 с.
3. Федорова, Е.Б. Современное состояние и развития мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование / Е.Б. Федорова. – Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. – 159 с.
4. Иванов, Л.В. Анализ мембранных систем хранения груза для танкеров-газовозов / Л.В. Иванов, А.В. Анохин, А.В. Зайцев // Морской Вестник. – 2019 - №70(2) – С. 18-21.

УДК 637.115

ГРНТИ 55.57.43

Емкужев Х.А., студент, 3 курс

Научный руководитель – Барагунов А.Б., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, Россия

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РОБОТИЗАЦИИ ДОИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ГОРНЫХ УСЛОВИЙ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Аннотация. Современные технические средства молочного животноводства ориентированы на автоматизацию процесса выведения молока. Активно внедряется в отечественный производственный процесс доильные роботы. Модернизация доильных роботов для местных условий хозяйствования актуальный вопрос в совершенствовании молочного животноводства. Предлагается заменить исполнительные органы доильных роботов на доильные стаканы комбинированного действия.

Ключевые слова: доение, корова, доильный робот, горные условия, доильный стакан.

Современное молочное животноводство в мировой практике снабжается высокотехнологичными устройствами для ведения хозяйствования [1, 2]. Машинное доение коров один из трудоемких процессов. Современные новшества в данном направлении направлены на обеспечение полного автоматизированного обслуживания дойного поголовья. Для этого созданы и активно модернизируются так называемые роботизированные доильные устройства, которые включают в себя процессы подготовки животного к доению, доение, индивидуальный контроль и учет удоя по четвертям, дозировка корма

в кормушку при процессе молоковыведения, отслеживание общего состояния здоровья связанное с лактацией.

Лидерами по производству доильных роботизированных установок являются известные высокотехнологичные фирмы DeLaval (Швеция), Westfalia Landtechnik (Германия), SAC (США) [3, 4].

Процесс выведения молока включает следующие операции: заход коровы; идентификация; перемещение нижнего рычага с доильными аппаратами и преддоильная обработка; выведение молока; обработка вымени после завершения доения; уход коровы. Схематически доильный робот представлен на рисунке 1.

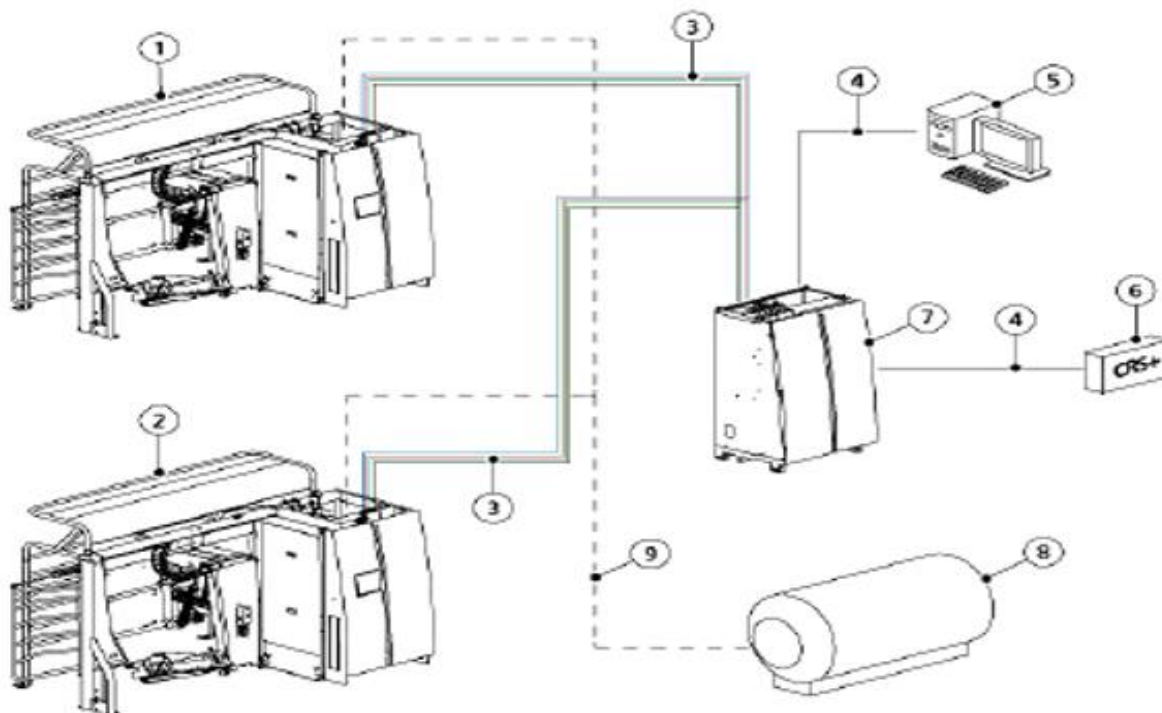


Рис. 1. Типовой робот для доения коров:

1, 2 – роботизированный блок; 2, 3 – сетевой кабель, силовой кабель, трубка для подачи горячего очищающего раствора, трубка для вакуумметрического давления, трубка для подачи сжатого воздуха, трубка для продувки молокопровода до опорожнения; 4 – сетевой кабель; 5 – ПК для управления фермой; 6 – панель управления; 7 – центральный блок; 8 – танк-охладитель молока; 9 – молокопровод.

Роботизированная установка обеспечивает индивидуальный подход к корове – молоковыведение отдельно по четвертям вымени. Осуществляет сбор информации качества выдоенного молока по каждой четверти: количество и цвет молока; количество соматических клеток. Важной функцией является автоматизированный сбор и анализ данных по всему поголовью стада, выдающих результаты дозированного кормления, удоя, состояния здоровья каждой коровы, обработка информации производственно-экономического характера.

Однако необходимо отметить следующие недостатки: 1 – рабочие органы доильного устройства совершают процесс выведения молока классическим методом в двухтактном режиме, где, как и прежде отсутствует имитация механики сосания теленком; 2 – в условия изменения атмосферного давления относительно высоты над уровнем моря,

что также ухудшает процесс выведения молока усиливающимся вакуумметрическим давлением. Эти недостатки по-прежнему негативно влияют на качество машинного доения.

Предлагается использовать в существующих конструкциях доильных роботов доильные стаканы с комбинированным извлечением молока – выжимание + отсос и пульсатор автоматически изменяющий количество пульсов в зависимости от изменения атмосферного давления [6, 7, 8]. Нововведение позволит существенно улучшить весь процесс машинного доения с использованием доильных роботов, в частности, процесс доения машинной будет совершаться в щадящем режиме за счет комбинированного выведения молока; будет присутствовать эффект адаптации к изменениям атмосферного давления за счет автоматического изменения объема управляющей камеры пульсатора. Особо актуально будет это нововведение при использовании передвижных доильных роботизированных установок на горных пастбищах Северного Кавказа.

В Кабардино-Балкарской республике доильные роботизированные установки используются в нескольких хозяйствах и для повышения качества выведения молока целесообразно заменить исполнительные органы (доильные стаканы и пульсаторы) на новые конструкции, присутствующие в доильных аппаратах АДВ-Ф-1А, что позволит сократить энергопотребление в хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барагунов, А.Б. Совершенствование доильных аппаратов для доения коров в высокогорных условиях: дис...канд. техн. наук / Барагунов А.Б. – Нальчик, 2000. – 174 с.
2. Улимбашев, М.Б. Пригодность вымени коров бурой швицкой породы к роботизированной технологии доения / М.Б. Улимбашев // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 2 (12). – С. 58-64.
3. Краснов И.Н., Краснова А.Ю., Мирошникова В.В. В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве Материалы Международной научно-технической конференции. В 3-х томах. Редколлегия: П.П. Казакевич (гл. ред.), О.О. Дударев. 2012.– С. 144-150.
4. Улимбашев, М.Б. Результаты внедрения первой роботизированной молочной фермы на Северном Кавказе / М.Б. Улимбашев, Р.А. Улимбашева, В.В. Кулинцев // Научные основы повышения продуктивности и здоровья сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. ФГБНУ КНЦЗВ. – Краснодар, 2018. – С. 94-100.
5. Темукуев, Т.Б. Экономические и технические механизмы стимулирования энергосбережения // Т.Б. Темукуев, А.Г. Фиапшев. – Нальчик, 2009. – 130 с.
6. Юров, А.И. Ресурсосбережение и экология - стимул экономического роста и основа безопасности жизнедеятельности региона / А.И. Юров, А.Г. Фиапшев, О.Х. Кильчукова // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – №3(15). – С. 81-86.
7. Барагунов, А.Б. Эффективность модифицированного доильного аппарата в условиях высокогорья / А.Б. Барагунов // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – №5. – С. 61-64.
8. Барагунов А.Б. Механизация доения и первичной обработки молока в условиях горных хозяйств / А.Б. Барагунов, А.Ю. Краснова. – Нальчик: КБГАУ, 2017. – 234 с.
9. Барагунов А.Б. Особенности машинного доения в условиях высокогорья / А.Б. Барагунов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 64-66.

10. Методика обоснования тарифных предложений на отпуск тепловой энергии / Б.Б.Темукуев, А.К. Апажев, А.Г. Фиापшев, Т.Б. Темукуев, А.Б. Барагунов. – Нальчик, 2015. – 98 с.

УДК 621.311.1(470.344)

ГРНТИ 44.01

Евсеев А.С., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Петрова С.В., канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им И.Н. Ульянова», г. Чебоксары

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ

Аннотация. В статье рассматривается история становления электроэнергетической отрасли Чувашской Республики, а также ее текущее состояние в современной экономике.

Ключевые слова: электроэнергетическая отрасль, энергетика, Чувашская Республика, история становления, текущее состояние.

Электроэнергетика региона является важнейшей жизнеобеспечивающей отраслью, которая имеет инфраструктурное значение [1]. В единой энергетической системе РФ важную роль играет и энергетика Чувашии – молодая отрасль экономики автономной республики, которая получила широкое развитие после Великой Отечественной войны [2]. Электроэнергетика – одна из базовых отраслей промышленности Чувашии. В республике действует энергосистема «Чувашэнерго», в которую входят Чебоксарские ТЭЦ №1 и №2, Новочебоксарская ТЭЦ №3, Чебоксарская ГЭС, электрические цепи и подстанции в Канаше и Алатыре. Общая мощность энергосистемы составляет около 2300 мегаватт, в том числе мощность ГЭС - 1400 мегаватт. Вся территория республики соединена линиями электропередач высокого напряжения (ЛЭП до 500-800 кВ). На предприятиях электроэнергетики работают свыше 5 тыс. человек [3].

Прослеживая историю возникновения электротехнического кластера в г. Чебоксары, можно выделить несколько основных моментов в ее становлении. В 1941 году в г. Чебоксары был эвакуирован Харьковский электромеханический завод (ХЭМЗ). Было организовано производство аппаратов для авиационной и танковой промышленности морского флота – как на базе ХЭМЗ, так и цехов Ленинградского завода «Электрик». В 1942 г. был создан вечерний филиал Горьковского электромеханического техникума, который в последующем был преобразован в Чебоксарский электромеханический колледж (ЧЭМК). В 1960 г. Постановлением Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему развитию электротехнической промышленности» было принято решение об образовании Чувашского электротехнического научно-исследовательского института (ЧЭТНИИ). В 1961 г. в г. Чебоксары открыт Волжский филиал Московского энергетического института (МЭИ). В 1962–1963 гг. выпускниками университетов Москвы, Ленинграда, Новочеркасска, Свердловска, Иваново было укомплектовано первые четыре отдела ЧЭТНИИ – аппаратный, релейный, электроприводы, технологический. В 1967 г. Волжский

филиал МЭИ преобразован в Чувашский государственный университет. В 1969 г. ЧЭТ-НИИ переименован во Всесоюзный научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт релестроения (ВНИИР). В 1970-1990 гг. ЗАО «Чебоксарский электроаппаратный завод» (ЧЭАЗ) становится основным в СССР производителем регулируемых электроприводов, низковольтных комплектных устройств для станкостроения, устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Анализируя электротехнический кластер Чувашской Республики, можно выделить следующие предпосылки его создания:

- удобное географическое положение Чувашской Республики;
- развитая инфраструктура Чувашской Республики;
- наличие потенциала электротехнической отрасли Чувашской Республики;
- существующие требования международных стандартов;
- сложившаяся база для подготовки высококвалифицированных кадров и осуществления НИОКР.

В настоящее время энергосистема Чувашской Республики входит в объединенную энергосистему Средней Волги. Электроэнергетическим режимом на территории Чувашской Республики управляет Филиал АО «СО ЕЭС» Нижегородское РДУ. Для взаимодействия АО «СО ЕЭС» с субъектами электроэнергетики, органами исполнительной власти Чувашской Республики, территориальными органами Ростехнадзора, Главным управлением МЧС России по Чувашской Республике действует Представительство АО «СО ЕЭС» в Чувашской Республике – Чувашии.

Установленная электрическая мощность объектов генерации на территории Чувашской Республики – Чувашии составляет 2187 МВт. Наиболее крупными из них являются филиал ПАО «РусГидро» – «Чебоксарская ГЭС», Чебоксарская ТЭЦ-2 и Новочебоксарская ТЭЦ-3 филиала «Марий Эл и Чувашии» ПАО «Т Плюс». Также в энергосистеме Чувашской Республики действует одна электростанция промышленного предприятия – ТЭЦ ЗАО «Промтрактор-Вагон». В электроэнергетический комплекс Чувашской Республики входят 2 линии электропередачи класса напряжения 500 кВ, 10 линий 220 кВ и 92 линии электропередачи 110 кВ, 75 трансформаторных подстанций и распределительных устройств класса напряжения 110 кВ и выше.

На территории Чувашской Республики услуги по передаче электроэнергии оказывают три крупные сетевые организации: филиал ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» – Магистральные электрические сети Волги (далее – филиал ПАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Волги); филиал ПАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Волги» – «Чувашэнерго» (далее – филиал ПАО «МРСК Волги» – «Чувашэнерго»); ООО «Коммунальные технологии».

Помимо основных сетевых компаний функционируют 26 сетевых организаций разных форм собственности.

Базу электросетевой инфраструктуры класса напряжения 35-110 кВ формируют объекты филиала ПАО «МРСК Волги» – «Чувашэнерго». Основное электротехническое оборудование составляют: линии электропередачи 0,4-110 кВ общей протяженностью 20768,56 км; подстанции 35-110 кВ в количестве 101 единицы с суммарной мощностью 2216,9 МВ·А.

Гарантирующим поставщиком электроэнергии на территории Чувашской Республики является АО «Чувашская энергосбытовая компания».

В 2017 году потребление электроэнергии по Чувашской Республике увеличилось до 5086,6 млн кВт·ч, или на 1,17 % по сравнению с 2016 годом [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекмарева, Е.А. Совершенствование механизма экономического развития электроэнергетической отрасли региона: На примере Чувашской Республики: дис. ... канд. экон. наук / Чекмарева Е.А.; Чув. гос. Университет. – Чебоксары, 2004.
2. Харитонов, Л.А Развитие энергетической системы Чувашской АССР в 1945–1960 годы / Л.А. Харитонов, Л.А. Ефимов // Вестник Чувашского университета. – 2015. – № 4. – С. 178–183.
3. Электроэнергетика. Чувашская Республика. Официальный портал органов власти. – URL: http://gov.cap.ru/sitemap.aspx?gov_id=49&id=1540493 (дата обращения: 12.12.2019)
4. Инновационный электротехнический кластер Чувашской Республики. – URL: <https://www.electrocluster.ru> (дата обращения: 12.12.2019)

УДК 621.3156620.19

ГРНТИ 44.29.37;81.33.09

Чушкина В.В., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Черных В.К., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА ОТРАСЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС КОНСТРУКЦИЙ ОПОР ЛЭП

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы долговечности опор линий освещения, снижения экономических издержек на их содержание. Приведены некоторые данные экспериментальных исследований. Рассмотрены известные методы измерения глубины коррозии на линиях электропередач и линиях освещения. Определен вклад коррозионных потерь в увеличение вероятности отказа элемента.

Ключевые слова: линии электропередач, коррозионный износ, агрессивная среда, металлические конструкции, коррозионные потери.

В России в настоящее время общая протяженность электрических сетей напряжением 0,4–110 кВ превышает 3 млн. км, а трансформаторная мощность подстанций и трансформаторных пунктов – 520 млн. кВА. Стоимость основных фондов сетей составляет около 200 млрд. руб., а степень их износа – около 40 %.

В настоящее время разрабатывается новая концепция обеспечения надежности энергетических объектов, основанная на нормировании показателей надежности электрических сетей и систем энергоснабжения потребителей. Отсутствие количественных критериев оценки долговечности строительных конструкций, как одного из элементов энергосистемы, сдерживает переход от детерминистической системы построения норм к вероятностной.

Вновь разрабатываемые показатели долговечности должны учитывать случайную природу силовых, и климатических воздействий, а также основываться на опыте эксплуатации. Необходимо создание методики прогнозирования долговечности металлических элементов опор воздушных линий по результатам контроля коррозионных потерь на эксплуатируемых конструкциях; разработка рекомендаций по выбору средств обеспечения коррозионной стойкости элементов опор воздушных линий, как на этапе проектирования конструкций, так и при оценке их технического состояния с целью реконструкции энергетических объектов.

Вопросы прогнозирования долговечности конструкций, подверженных коррозионному износу, изучались ранее [1-11]. В работе [12; 13] рассмотрена задача определения долговечности ретрансляционной башни, представляющей собой 25-элементную статически неопределенную пространственную ферму.

Общей тенденцией в развитии теории проектирования является снижение затрат на всех этапах создания и эксплуатации линий электропередачи, которые служат для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и закрепленным при помощи изоляторов и линейной арматуры на опорах. Для выработки концепций проектирования проводятся работы по изучению состояния металлических строительных конструкций, эксплуатируемых на всей территории страны.

Опоры линий электропередач испытывают как силовые нагрузки, обусловленные ветром, гололедом, собственным весом конструкции, проводов и оборудования, так и воздействия открытой атмосферы, проявляющиеся в загрязнении изоляторов и коррозионном разрушении металлических элементов конструкций (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент металлической многоэлементной опоры ЛЭП

Долговечность опор закладывается при проектировании, зависит от выбранного периода повторяемости климатических нагрузок и конструктивных решений, которые определяют стойкость конструкций в условиях окружающей среды. Как известно, в связи с развитием коррозии, наблюдаются случаи преждевременного выхода из строя опор, нарушение нормальной эксплуатации линий освещения. Поэтому важно установить конкретную причину наблюдаемых нарушений, чтобы, во-первых, принять меры, обеспечивающие надежную эксплуатацию конструкций; во-вторых, использовать эту информацию при прогнозировании поведения конструкции во времени с целью создания коррозионностойких конструкций уже на стадии проектирования. Методы исследования атмосферной коррозии подразделяются на три группы.

Лабораторные исследования проводят, как правило, с образцами небольших размеров; условия испытаний заранее устанавливаются и строго контролируются. Производится искусственное ускорение испытаний путем ужесточения условий (повышение температуры, увеличение концентрации раствора, перемешивание).

Натурные исследования проводят на образцах в естественных условиях на специально оборудованных коррозионных станциях. Установлено, что основным фактором коррозионной агрессивности незагрязненной атмосферы является время нахождения влажной пленки на поверхности металла. Это время складывается из следующих составляющих: продолжительность дождя, тумана, выпадения росы, высыхания поверхности металла после каждого выпадения осадков; оттепели в зимний период. Все эти слагаемые зависят от влажности воздуха, температуры, скорости ветра и других метеорологических факторов. Образующиеся продукты атмосферной коррозии металла оказывают защитное действие, уменьшая скорость коррозии со временем. Данные о коррозионных потерях, полученные на образцах, не позволяют с достаточной точностью прогнозировать поведение конструкций в процессе длительной эксплуатации. Необходимую информацию могут дать обследования конструкций в натурных условиях.

К настоящему времени в стране эксплуатируется несколько миллионов металлических опор линий электропередач, которые возможно использовать для съема информации о коррозионном износе металла с начала сооружения опор. Целесообразность такого подхода объясняется тем, что конструкции эксплуатируются во всех геоклиматических районах страны, срок их экспозиции достигает 70 лет. За длительный срок происходит осреднение воздействий всех факторов, определяющих скорость коррозии элементов.

Известны методы измерения глубины проникновения коррозии, основаны на использовании штангенциркуля и скобы с индикатором. Коррозионные потери по этим методам определяются как разность между проектной толщиной и толщиной на момент обследования. В этом случае в результате измерения включаются допуски на прокат, кроме того, измерение при помощи штангенциркуля производится по огибающей поверхности т.е. без учета шероховатости профиля, вызванной коррозией, а при измерении скобой с индикатором не удается фиксировать ось измерения относительно контролируемого элемента, что приводит к дополнительным погрешностям при определении коррозионных потерь. Также используются портативные коррозиметры (рис. 2), а также целые системы мониторинга коррозии (рис. 3).



Рис. 2. Измеритель коррозии



Рис. 3. Система мониторинга коррозии

Натурное обследование состояния опор, включает в себя: сбор данных о фактических условиях прохождения трассы линий электропередач и работы конструкций, сравнение их с предусмотренными проектом, инструментальное измерение коррозионных потерь, фотографирование и описание дефектов на момент обследования.

Участки для обследования конструкций выбираются на основании изучения технической исполнительной документацией. Наибольшую ценность для получения информации о состоянии конструкций представляют демонтированные опоры и участки линий электропередач с большим сроком эксплуатации.

Прогнозирование основано на аппроксимации результатов контроля коррозионных потерь степенной функцией вида

$$Kn(m) = M \cdot T^n \quad (1)$$

где M и n - эмпирические коэффициенты;

T - срок службы, значение которого принимается равным: для незащищенных конструкций - промежутку времени от начала строительства до планируемого срока

эксплуатации; для конструкций, имеющих защитные покрытия на момент строительства – промежуток времени с момента истечения защитных свойств покрытий до планируемого срока эксплуатации.

Результаты обследования предприятия в Магаданской области показали, что максимальная глубина коррозионных повреждений на конструкциях, эксплуатируемых 10 лет, составляет порядка 35 мкм. Такие малые коррозионные потери объясняются климатическими особенностями района эксплуатации, продолжительность морозного периода которого достигает 8 месяцев. При низких значениях температуры и влажности воздуха коррозия стали практически не происходит.

Для условий района обследования определены значения эмпирических коэффициентов: $M = 4-7$ мкм/год; $n = 0.6$. Максимальная величина прогнозируемых коррозионных потерь за 50 лет составит 50-100 мкм. Техническое состояние конструкций линий электропередач свидетельствует о нецелесообразности проведения мероприятий по восстановлению защитных покрытий на поверхностях металлических элементов опор [7, 14].

Материалы обследования опор линий электропередач в атмосфере Иркутской области позволили получить следующие значения эмпирических коэффициентов: $M = 8-12$ мкм/год; $n = 0.6$. Климат района обследования резкоконтинентальный, продолжительность зимнего периода 6 месяцев. Результаты контроля коррозионных потерь использованы для прогнозирования долговечности металлических конструкций опор линий электропередач [7, 14].

В процессе проведения обследования выявлена специфика строительных конструкций, ограничивающая возможности восстановления защитных покрытий в полевых условиях. Суровые климатические условия не позволяют производить работы по нанесению лакокрасочных покрытий в полевых условиях с выполнением технологических требований, нарушение которых приводит к резкому снижению срока их службы. Восстановление защитных покрытий затруднено и конструктивными решениями, ограничивающими доступ рабочего инструмента к 10 - 60% площади поверхности элементов. Нанесение защитных покрытий в соединениях, площадь нахлестки элементов в которых составляет порядка 4-6%, не может быть произведено без их разборки. Жесткие ограничения безопасного подъема человека на опору. При проведении ремонтных работ под напряжением порядка 10% площади поверхности является недоступной.

Материалы обследований свидетельствуют, что решение вопросов обеспечения долговечности металлических опор линий электропередач должно производиться на этапе проектирования с учетом скорости коррозии металла и специфики эксплуатации конструкций. Прогнозирование долговечности работы таких конструкций поможет в дальнейшем уменьшить финансовые и экономические издержки на их содержание, что сэкономит большие средства для целой отрасли электроэнергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liddart, A.G. Journal of the Institute of Metals / A.G. Liddart, B.A. Whittaker.— 1961. — Vol. 4. — № 2. — P. 73-88.
2. Петров, В.В. Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой / В.В. Петров, И.Г. Овчинников, Ю.М. Шихов. — Саратов: СГУ, 1987. — 288 с.

3. Иноземцев, В.К. Учет воздействия агрессивных сред при исследовании устойчивости тонкостенных конструкции / В.К. Иноземцев, В.В. Петров, Н.Ф. Синева // *Механика конструкций, работающих при воздействии агрессивных сред*. – Саратов: СПИ, 1987. – С. 5-10.
4. Aziz, P.M. Application of the Statistical Theory of Extreme Values to the Analysis of Maximum Pit Depth Data for Aluminum/ P.M. Aziz // *Corrosion*, 1956. – V. 12. – P. 495.
5. Зеленцов, Д.Г. Расчет конструкций с изменяющейся геометрией в агрессивных средах / Д.Г. Зеленцов // *Стержневые системы*. – Днепропетровск : УГХТУ, 2006. – 168 с.
6. Зеленцов, Д.Г. Исследование влияния периметра на оптимальные параметры сечений корродирующих изгибаемых стержневых элементов / Д.Г. Зеленцов, Т.Ю. Ускова // *Вопросы химии и хим. технологии: сб. науч. трудов*. – Днепропетровск. – 2004. – №6. – С. 119 – 122.
7. Financial losses of electric power industry, caused by corrosion wear designs lighting poles / Y.I. Korobov, S.B. Muhambetov, N.N. Laskov, I.E. Shveikin, V.K. Chernykh // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 537 (2019) 062082 P.1-6. doi: 10.1088/1757-899X/537/6/062082
8. Черных, В.К. Моделирование коррозионно-механического поведения многоэлементных металлических конструкций транспортных сооружений в реальных условиях эксплуатации / В.К. Черных // *Транспортные сооружения*. – 2019 – №3. – URL: <https://t-s.today/PDF/22SATS319.pdf> (доступ свободный)
9. Черных, В.К. Моделирование поведения многоэлементных металлических конструкций мостов в реальных условиях эксплуатации / В.К. Черных, И.И. Овчинников // *Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Эффективные строительные конструкции: теория и практика»*. – Пенза: АННОО «Приволжский дом знаний», 2019 – С.144-148.
10. Черных, В.К. Моделирование поведения стержневых многоэлементных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред / В.К. Черных // *Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно-технический прогресс»: в 3 т.* – Старый Оскол: Издательство ООО «Ассистент плюс», 2019 – С.427-431.
11. Черных, В.К. Проблемы энергетики, связанные с коррозионным износом трубопроводов / В.К. Черных, В.В. Чушкина // *Colloquium-journal*. – 2019 – №22 (46). – С. 49-52.
12. Chernykh, V.K. Bearing capacity and life time of multielement structures exposed to corrosive wear / V.K. Chernykh, I.I. Ovchinnikov // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 451 (2018) 012062. – P.1-5. doi: 10.1088/1757-899X/451/1/012062
13. Нейросетевая модель расчета корродирующих пластин с вырезом / Д.Г. Зеленцов, А.А. Радуль, О.А. Ляшенко, И.И. Овчинников, И.Г. Овчинников // *Науковедение*. – 2012. – № 4. – С. 1- 5. – URL: <http://naukovedenie.ru /PDF/7tvn412.pdf>. -М.
14. Kachanovskaia, L.I., Estimation of the technical condition of overhead transmission lines after 30 years of operation / L.I. Kachanovskaia, M L. Feldman., V.V. Mishchenko // *Power Technology and Engineering* 38 (2004).

УДК 681.2(470.344)
ГРНТИ 59.01.09

Глазырин А.В., студент, 4 курс
ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет, г. Чебоксары
Научный руководитель – Воробьев Е.С., инженер 3 категории
ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары

ЧЕБОКСАРЫ – ЦЕНТР РЕЛЕСТРОЕНИЯ СТРАНЫ: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ

Аннотация. В статье описано становление города Чебоксары центром релестроения страны. Рассматриваются основные этапы развития, важные открытия и выполненные работы, отмечены основные деятели отрасли.

Ключевые слова: энергетика, релейная защита, автоматика.

Сегодня продукция, выпускаемая производителями релейной защиты в Чебоксарах, функционирует практически на каждом крупном энергообъекте: Саяно-Шушенской ГЭС, Крымском мосту, Чебоксарской ГЭС и др. Компании – производители конкурируют с иностранными корпорациями: Siemens, General Electric, ABB и др. Инженеров – выпускников кафедры Теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики (ТОЭ и РЗА) Чувашского государственного университета (ЧГУ) знают и уважают. Но так было не всегда, для этого был проделан большой труд.

Развитие релейной защиты началось с основания в 1888 году на базе купеческих мастерских предприятия «Русско-Балтийский электротехнический завод» в Риге. Однако в годы первой мировой войны, в 1915 году, завод был передислоцирован в город Харьков, где в 1917 году был переименован в «Электросила-1». Завод проработал до начала Великой отечественной войны и в 1941 году был эвакуирован в Чебоксары, где впоследствии переименован в «Чебоксарский электроаппаратный завод» (ЧЭАЗ). Также в состав ЧЭАЗ вошел эвакуированный в Чебоксары ленинградский завод «Электрик» [1].

В это же время группа конструкторов под руководством А.М. Бреслера, заместителя главного конструктора по релейной защите и автоматике (РЗА), разработала комплект «КРС-121» – первое многофазное реле для защиты высоковольтных линий электропередач, названное впоследствии «реле Бреслера». В следующие годы расширялась номенклатура устройств РЗА: производство направленной защиты с высокочастотной блокировкой стало точкой отсчета истории комплектных устройств РЗА; разработка электромагнитных реле послужила толчком в развитии дифференциальной защиты силовых трансформаторов серии ДЗТ.

В 1961 году была основана кафедра теоретических основ электротехники (ТОЭ) на базе Волжского филиала МЭИ на факультете электрификации и автоматизации промышленности (ЭАПФ), который в 1967 году был реорганизован в Чувашский государственный университет [2]. В то же время было принято решение об образовании Чувашского электротехнического научно-исследовательского института (ЧЭТНИИ). Инициатором создания ЧЭТНИИ был А.В. Буйволов, который в то время являлся

директором ЧЭАЗ. В 1969 году приказом по МЭТП институт был переименован во «Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения» (ВНИИР) и назначен головным в отрасли. В то время около 70% всего объема электроприводов, произведенных в СССР, было разработано во ВНИИР. Научная школа, созданная во ВНИИР, дала много серьезных научных разработок по теории вентильного электропривода с полупроводниковыми преобразователями, ставших основой ряда методических пособий специализированных кафедр вузов [3].

Наравне с ВНИИР развивается и кафедра ТОЭ. В этот период большое внимание уделяется развитию изобретательской деятельности, кафедра становится одной из ведущих по числу изобретателей и количеству полученных изобретений. В 1980 г. по инициативе декана Е.И. Ефименко кафедра ТОЭ переводится на электротехнический факультет (ЭТФ), а заведующим кафедрой приказом ректора назначается доцент В.М. Шевцов. Кафедра ТОЭ по инициативе и предложению директора ВНИИР д-ра техн. наук А.Д. Поздеева, приступает к исследованиям, направленным на разработку микропроцессорной релейной защиты. Кафедра совместно с ВНИИР разрабатывает первые в стране микропроцессорные системы противоаварийной автоматики и релейной защиты энергосистем. В этот период в научной деятельности кафедры приобретают особый вес внедрение научных разработок в промышленность, их серийное производство на ЧЭАЗ, использование изобретений и патентов в отраслевом ведущем институте страны – ВНИИР. Становятся заслуженными изобретателями Чувашии доценты Ю.Я. Лямец (в 1979 г.) и В.М. Шевцов (в 1981 г.). Направляются в очную аспирантуру Ленинградского политехнического института: В.И. Антонов, В.Н. Козлов, Н.С. Ефимов, В.А. Ильин, где успешно защищают кандидатские диссертации по новейшей микропроцессорной тематике.

В 1988 г. на кафедре открывается собственная аспирантура. Научные достижения коллектива кафедры ТОЭ в области микропроцессорных устройств РЗА обобщаются доц. Ю.Я. Лямецем в его докторской диссертации «Адаптивные реле: теория и приложение к задачам релейной защиты и автоматики электрических систем», которая была успешно защищена в 1994 г. во ВНИИЭ (г. Москва).

Новая история кафедры ТОЭ началась в 1995 г. Произошло важное событие, связанное с ролью Чебоксар как отечественного центра релейной защиты и автоматики (РЗА) - кафедра становится выпускающей. По инициативе Ю.Я. Лямеца и Г.С. Нудельмана открывается новая для ЧГУ специальность «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». В 1998 г. состоялся первый выпуск инженеров-релейщиков. Дипломы были вручены первым 14-ти выпускникам.

В декабре 2006 г. заведующим кафедрой ТОЭ (впоследствии переименованной в кафедру ТОЭ и РЗА) стал один из самых известных и авторитетных релейщиков страны, генеральный директор ОАО «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения с опытным производством», заслуженный изобретатель ЧАССР и РСФСР Г.С. Нудельман. Заместителем заведующего кафедрой назначен А.А. Ильин. Сейчас на кафедре ТОЭ и РЗА обучаются и выпускаются новые бакалавры и магистранты.

В ЧГУ имеется диссертационный совет Д 212.301.02, на котором проводятся защиты диссертаций и по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы. На данный момент 18 выпускников кафедры ТОЭ и

РЗА защитили кандидатские диссертации. Начиная с первого курса обучения студенты проходят практику в отраслевых компаниях города. В конечном счете, к концу обучения, компании получают специалистов, которые имеют не только теоретические, но и практические знания. А выпускники, пройдя стажировку на предприятиях, могут выбрать в какой сфере отрасли они будут продолжать работать.

Практически все выпускники кафедры остаются работать в своем городе, потому что тут находятся центральные «игроки» рынка релейной защиты страны – ООО НПП «ЭКРА», ООО «Релематика», ООО «НПП Бреслер», АО «ЧЭАЗ», ОАО «ВНИИР» и другие. По данным из открытых тендерных площадок около 57% всех поставляемых устройств релейной защиты и смежной продукции разрабатывается производителями города Чебоксары, что подтверждает статус города – центра релестроения страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История развития группы компаний «ЧЭАЗ» - АО «ЧЭАЗ» [Электронный ресурс] АО «ЧЭАЗ» – URL: <https://www.cheaz.ru/company/story.html> (Дата обращения 26.11.2019);
2. Лямец, Ю.Я. Уникальность кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики (ТОЭ и РЗА) / Ю.Я. Лямец, В.М. Шевцов // Чувашский государственный университет, г. Чебоксары
3. Годовой отчет за 2010 год ОАО «ВНИИР» /АБС ВНИИР – URL: <http://www.vniir.ru/about/shareholders/2010.pdf> (дата обращения 26.11.2019).

УДК 621.317.785

ГРНТИ 44.01.81

Волков А.Ю., студент, 4 курс

Научный руководитель – Аванесов В.Л., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматривается автоматизированная система контроля и учета электрической энергии на предприятиях АПК.

Ключевые слова: Автоматизированная система контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ), внедрение, экономический эффект, электроэнергетика, автоматизация.

Сельскохозяйственное производство является одной из ведущей отраслью нашей страны. Оно является очень трудоёмким и энергоёмким. Автоматизированные системы внедряют почти на каждом предприятии АПК.

Как известно, что при переходе на автоматические установки потребность в электроэнергии увеличивается в разы, но облегчает человеческий труд. В связи с этим возрастают требования к надежности электроснабжения сельскохозяйственных объектов, качеству электроэнергии. Рациональному и экономическому расходу электрической энергии. Абсолютное большинство сельскохозяйственных потребителей получают электроэнергию от централизованного источника - энергосистемы. При этих условиях основой системы являются электрические сети. Систему сельского электроснабжения необходимо спроектировать таким образом, чтобы она имела наилучшие технико-экономические показатели, то есть чтобы при минимальных затратах денежных средств, оборудования и материалов она обеспечивала требуемые надежность электроснабжения и качество электроэнергии. Задача обеспечения электроэнергией потребителей при проектировании систем сельского электроснабжения должна решаться комплексно, с учетом развития в рассматриваемой зоне всех отраслей хозяйства, в том числе и не сельскохозяйственных. Проектирование сельских электрических сетей необходимо проводить в соответствии как с общими директивными и нормативными документами (Правила устройства электроустановок, Правила технической эксплуатации и др.), так и со специально разработанными для сельских сетей материалами.

Реконструкция действующих электрических сетей связана в первую очередь с изменением электрических параметров линий и подстанций при частичном или полном сохранении строительной части объектов, а также с установкой дополнительных аппаратов и оборудования. Реконструкция позволяет повысить пропускную способность действующих сетей, надежность электроснабжения и качества электроэнергии у потребителей. Что бы избежать потери и кражи электроэнергии на производство монтируется автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии.

Что такое АСКУЭ? АСКУЭ – это автоматическая система коммерческого учета электроэнергии. АСКУЭ - это автоматизированное управление, в совокупности состоящее из элементов, которые обеспечивают его автономную работу.

Установка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) на предприятиях АПК – важнейший шаг на этом нелегком пути.

Системы энергоучета позволяют производить учёт потребления электроэнергии и тепла на объектах жилого, коммерческого и производственного назначения.

Системы могут учитывать потребление энергоресурсов на уровне дома, районов, города, населенного пункта с единым диспетчерским и финансовым центрами.

Применение в составе современных АСКУЭ высоко-быстродействующей процессорной техники со специализированным программным обеспечением придаёт данным системам дополнительную гибкость. Помимо решения основных функциональных задач, связанных с функционированием АСКУЭ, процессорные блоки системы могут легко обеспечить решение целого ряда прикладных задач по оценке состояния систем энергоресурсов и достоверности измерений, например, выявление потерь энергоресурсов, а также своевременная локализация мест этих потерь. Данная система разделяется на пять элементов (этапов)

Первый элемент АСКУЭ – цифровые устройства учета энергии и мощности, а также устройства сбора и передачи информации. В составе системы используются мик-

ропроцессорные устройства, находящиеся в секторе учета. Их основными плюсами являются способность учитывать согласно тарифам активную и реактивную энергию, а также мощность в обоих направлениях.

Также эти устройства способны фиксировать максимальную мощность и нагрузку в определенном интервале времени и хранить полученные данные в своей памяти. Многие устройства способны измерять и качественные параметры энергии, такие как напряжение, провалы напряжения, частоту и другое. Для передачи собранной информации со счетчиками устанавливается связь. Если она не установлена, то вся информация в киловатт-часах архивируется и может храниться в течение некоторого времени в памяти прибора учета.

Второй элемент коммуникации - это специализированные и выделенные телефонные каналы и специально установленная телекоммуникационная аппаратура (различные модемы, мультиплексоры, радиомодемы и прочее).

Третий элемент АСКУЭ – компьютеры, на которых устанавливается специализированное программное обеспечение, необходимое для сбора и передачи данных как от одного, так и от нескольких приборов.

Четвертый элемент АСКУЭ – программное обеспечение, позволяющее обмениваться данными с другими предприятиями и поставщиками.

На данный момент в г. Тверь активно происходит внедрение этой системы в сельскохозяйственные предприятия такие как ЗАО Калининское, Заволжский мясокомбинат и т.п.

Важнейший экономический эффект от внедрения АСКУЭ – снижение человеческого участия в производственных процессах. Принятие случайного и неправильного решения станет невозможным при автоматизированном управлении нагрузкой.

Если систематизировать все потери, равные разнице в отпущенной и оплаченной электроэнергии, то их можно разбить на четыре группы:

- потери технического характера, обусловленные физикой прохождения тока через проводник - преобразование части электроэнергии в тепло нагрева проводников;
- расход мощностей на собственные нужды подстанций, осуществляющих работу собственного технологического оборудования и жизнедеятельность обслуживающего персонала;
- инструментальные погрешности измерения;
- потери коммерческого характера, включающие в себя хищения, несоответствие ее оплаты показаниям приборов учета электроэнергии, задержкой платежей и т.п.

Для предприятий эффективность АСКУЭ имеет особое значение. И если некоторых потерь избежать нельзя (потери в линиях, потери при погрешности измерений и потери при выставлении счетов), то потери из-за хищения электроэнергии и по востребованию оплаты весьма существенны.

Смысл создания и использования АСКУЭ заключается в постоянной экономии энергоресурсов и финансов предприятия при минимальных начальных денежных затратах. Величина экономического эффекта от использования АСКУЭ достигает по предприятиям в среднем 15–30 % от годового потребления энергоресурсов, а окупаемость затрат на создание АСКУЭ происходит за 2–3 квартала.

Таким образом, с внедрением автоматизированной системы контроля и учёта электрической энергии появляется возможность дистанционного управления и контроля за потребителями тока. Практически исключается кража электрической энергии, а также появляется возможность экономии за счет выгодных тарифов и уменьшения человеческого труда в данной сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щитников, А.Я. Проектирование автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии / А.Я. Щитников – Москва, 2010.
2. Волков, А.Ю. Применение автоматизированной системы коммерческого учёта электрической энергии в колхозе «Победа» Лесного района / А.Ю. Волков, В.Л. Аванесов // Проблемы и направления развития предприятий АПК: взгляд молодых учёных. – Тверь, 2018 г. – С. 95-96.
3. Волков, А.Ю. Преимущества автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии на предприятиях АПК тверской области / Волков А.Ю., Аванесов В.Л. // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: взгляд молодых ученых. – Тверь, 2019. – 123 с.

УДК 622.276.55

ГРНТИ 55.33.37

Савин Н.В., магистрант, 3 курс

ФГБОУ ВО СамГТУ, г. Самара

Чушкина В.В., магистрант, 2 курс

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

Научный руководитель – Черных В.К., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов.

ПРОБЛЕМА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ СВОЙСТВ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Аннотация. В статье приводится краткий обзор исследований продольных колебаний бурильной колонны, осевой динамической силы, действующей на забой скважины. Рассмотрены резонансные свойства и амплитудно-частотная характеристика бурильной колонны.

Ключевые слова: бурильная колонна, скважина, забой, продольные колебания, спектр частот.

Рассеяние энергии вызывается силами демпфирования (силами неупругого сопротивления) возникающими вследствие трения колонны о поверхность скважины и промывочную жидкость внутреннего трения, трения в резьбовых соединениях и в различных узлах бурильной колонны.

Исследование колебаний значительно упрощается в случае сил вязкого трения (демпфирования) всегда пропорциональных скорости колебаний и сильно усложняется

при рассмотрении сил внутреннего трения непропорциональных скорости. В связи с этим для упрощения исследований все силы сопротивления, действующие на бурильную колонну, заменяются общей эквивалентной им силой вязкого сопротивления, вызывающей такое же рассеяние за один цикл колебаний как и все вышеперечисленные силы сопротивления в том числе и внутренние сил.

Понятие эквивалентного коэффициента демпфирования (затухания) – ψ . Величина ψ не зависит от продольных частоты при продольных колебаниях бурильной колонны в воде и зависит при колебаниях в глинистом растворе.

При колебаниях в воде $\psi = 1,5 \cdot \frac{1}{c} \approx \text{const}$, а при исследованиях в глинистом растворе среднее значение $\psi \approx 2,5 \cdot \frac{1}{c}$.

Аналитическое исследование продольных колебаний бурильной колонны.

1. Собственные продольные колебания бурильной колонны.

а) Собственные колебания без учета рассеяния энергии

Приведем без вывода волновое уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1)$$

В этом уравнении и в дальнейшем изложении: u – продольное перемещение при колебаниях поперечного сечения колонны с координатой z ; t – время; c – скорость распространения упругих волн (скорость звука в металле); z – координата данного поперечного сечения колонны.

Решение волнового уравнения при рассмотрении бурильной колонны как однородного стержня дается без начальных условий с различными граничными условиями:

– с верхним упругозаделанным и нижним свободным или заделанным концами. При этих граничных условиях угловая частота собственных колебаний определяется соответственно из следующих частотных уравнений

$$\frac{K_k}{EF} = \frac{\omega}{c} tg \frac{\omega}{c} L \quad (2)$$

$$tg \frac{\omega L}{c} : \frac{\omega L}{c} = - \frac{EF}{K_k L} \quad (3)$$

– с одним заделанным и другим свободным концами.

$$\omega = \frac{(2k-1)\pi}{2L} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}, \text{ рад/с} \quad (4)$$

– с обоими заделанными или свободными концами.

$$\omega = \frac{k\pi}{L} \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}, \text{ рад/с} \quad (5)$$

В приведенных формулах: K_k – жесткость каната; E , F – соответственно модуль упругости материала и площадь поперечного сечения бурильных труб; L – длина колонны; g – ускорение силы тяжести; γ – удельный вес материала; $K - 1, 2, 3 \dots$

Значения ω_k при $K - 2, 3 \dots$ соответствуют высшими частотам собственных колебаний колонны, число которых бесконечно.

б) Собственные колебания с учетом рассеяния энергии

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2\psi - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0 \quad (6)$$

где $\psi = \frac{\nu}{2m}$ – коэффициент демпфирования (затухания);

ν – константа трения, приходящаяся на единицу длины колонны;

m – масса единицы длины колонны.

2. Вынужденные продольные колебания бурильной колонны в случае недеформируемого забоя.

а) Вынужденные колебания без учета рассеяния энергии

Рассмотрим решение волнового уравнения

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (7)$$

С граничными условиями :

на забое

$$U(L, t) = \sum_{-\infty}^{\infty} A_n e^{inf t} \quad (8)$$

у бурового крюка

$$m_0 \frac{\partial^2 u(0, t)}{\partial t^2} = EF \frac{\partial u(0, t)}{\partial z} - K_{\Pi} u(0, t) \quad (9)$$

Здесь и в дальнейшем: A_n – амплитуды продольных колебаний соответствующих собственным гармоникам ($n = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$); m_0 – масса поступательно движущихся узлов (крюкоблока и вертлюга); F – площадь поперечного сечения обычных бурильных труб; K_{Π} – жесткость всех несущих ветвей (крюкоблока и вертлюга).

Решение выполнено для установившегося режима стационарного процесса, т.е. без учета начальных условий.

В работе [1] дается решение уравнения продольных колебаний, учитывающее собственный вес бурильной колонны

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - g \quad (10)$$

где g – ускорение силы тяжести с учетом архимедовой выталкивающей силы.

Граничные условия:

на забое – периодические колебания корпуса долота

$$U(0, t) = A_1 \cos \omega_1 t \quad (11)$$

на границе перехода УБТ в обычные бурильные трубы

$$EF_y \frac{\partial u_y}{\partial z} = - \frac{EF}{c} \frac{\partial u}{\partial t} \quad (12)$$

С начальными условиями

$$U(z, 0) = 0; \quad \frac{\partial u(z, 0)}{\partial t} = 0 \quad (13)$$

где A_1 и ω_1 соответственно амплитуда и угловая частота низкочастотных колебаний корпуса долота;

F_y и F – площадь поперечного сечения соответственно УБТ и обычных бурильных труб.

Уравнение решается по методу Даламбера (по методу распространяющихся волн), т.е. решение ищется в виде

$$U(z, t) = f(ct - z) + f_1(ct + z) \quad (14)$$

Спектр частот продольных колебаний. По сложившимся представлениям при бурении скважин забойными двигателями спектр частот продольных колебаний бурильной колонны образован:

- инфранизкими частотами 0 – 5 Гц (вызываемых колебаниями давления промышленной жидкости, собственными колебаниями буровой колонны, колебаниями буровой вышки, бурового оборудования и другими факторами);
- частотами 5 – 100 Гц низкочастотных колебаний;
- частотами 100 – 500 Гц высокочастотных колебаний и частотами более 500 Гц, вызываемых малоизученными факторами.

Спектр частот может содержать разностные и суммарные комбинационные частоты. Спектр является дискретным, т.е. характерным для периодических функций. Часто спектральные максимумы зубцовых колебаний образованы двумя или тремя близкими частотами. В спектре зубцовых колебаний наибольшую среднестатистическую амплитуду имеет основная гармоника.

При постоянной частоте вращения долота смещение спектра по оси частот может служить показателем изменения твердости проходимых пород. Спектр частот сужается с увеличением твердости разбуриваемых пород и с увеличением глубины скважины. Так же отмечается зависимость спектра частот от величины осевой статической нагрузки на забой скважины. При увеличении статической нагрузки, а, следовательно, при уменьшении n об/мин турбобура гармоники спектра пропорционально сдвигаются в сторону более низких частот.

Частота колебаний почти не зависит от внешнего трения буровой колонны.

Исследования осевой динамической силы, действующей на забой скважины. Динамическое взаимодействие буровой колонны с забоем определяется главным образом осевой динамической силой P_g , создаваемой забойным или наземным двигателем при возбуждении продольных колебаний буровой колонны.

По закону Гука в любом поперечном сечении буровой колонны осевая динамическая сила

$$P_g(z, t) = -EF \frac{\partial u}{\partial z} \quad (15)$$

где u – динамическое смещение поперечного сечения с координатой z в момент времени t .

Исследования осевой динамической силы, действующей на забой скважины излагаются в ряде работ российских и иностранных ученых.

Аналитическое исследование силы P_g изложено в работах [2-3]. В работе [1] сила P_g рассматривается при различных видах трения.

Для определения осевой динамической силы, возникающей при перекачивании шарошек долота с зубца на зубец по недеформируемому плоскому забою скважины и без учета рассеяния энергии продольных волн и их отражения, предложен ряд формул. Эти формулы позволяют определение силы P_g с различной степенью точности, они почти все могут быть сведены к общеизвестной формуле

$$P_g(z, t) = \frac{EF}{c} \vartheta \quad (16)$$

В приведенной формуле: ϑ – скорость продольных колебаний поперечного сечения буровой колонны с координатой z в момент времени t и в частности корпуса долота ($z=0$).

В работе [1] доказывается, что эта формула с допустимой погрешностью может применяться только для бурильных колонн большой длины, совершающих продольные колебания с большой частотой при мелких силах сопротивления.

При турбинном бурении вертикальных скважин ($\psi \approx 2,5 \cdot \frac{1}{c}$) погрешность определения силы P_g по этой формуле не велика [2].

Было доказано что при зубцовых колебаниях формула

$$P_g(z, t) = \frac{EF}{c} \vartheta \quad (17)$$

и ей подобные верны только в ограниченном диапазоне изменения частоты вращения $n < n_{кр}$, а следовательно и скорости $\vartheta < \vartheta_{кр}$.

Установлено что сила P_g увеличивается с ростом n только при $n < n_{кр}$.

В работе [2] определение осевой динамической силы, действующей на деформируемый забой при $\frac{EF}{c} = const$, по существу, сводится к определению скорости ϑ продольных колебаний корпуса долота.

Промысловые исследования продольных колебаний долота показали, что возможны два режима работы долота на забое:

- непрерывный контакт долота с забоем;
- импульсный контакт долота с забоем (чередование ударов долота о забой и его отрывов от забоя).

Эти режимы показаны на следующих рисунках 1, 2:

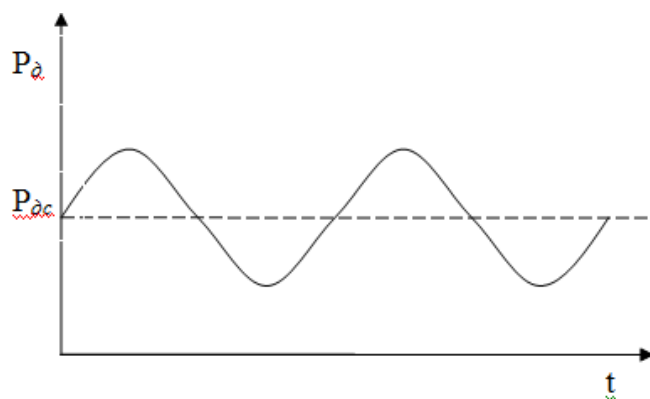


Рис. 1. Режим непрерывного контакта долота с забоем

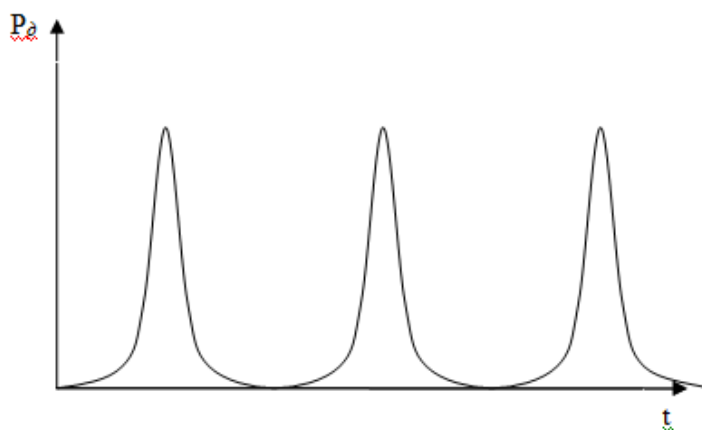


Рис. 2. Режим импульсного контакта долота с забоем

В режиме непрерывного контакта долота с недеформируемым неплоским забоем суммарная осевая динамическая сила $P_g = P_{g1} + P_{g2}$, зависящая только от волнового сопротивления $\frac{EF}{c}$ и результирующей скорости корпуса долота ϑ , а следовательно, и от формы и высоты выступов на поверхности забоя, не зависит от осевой статической нагрузки на забой P_c , но косвенно через скорость ϑ зависит от P_c в случае деформируемого забоя.

В режиме импульсного контакта долота с недеформируемым и деформируемым неплоскими забоями в момент отскока суммарная динамическая сила $P_g = P_c$.

Очевидно, что динамические силы определяют не только динамическое разрушение горной породы, но и динамическое напряжение в деталях и узлах бурильной колонны, а следовательно их надёжность, прочность и долговечность. Как показывает практика, зависимость механической скорости проходки от времени существенно зависит от наличия вибраций.

Бурильная колонна является сложной колебательной системой. В простейшем случае при теоретическом исследовании собственных продольных колебаний бурильной колонны она рассматривается как однородная, одномерная колебательная система с распределёнными параметрами и бесконечным числом степеней свободы.

Частоты собственных колебаний бурильной колонны зависят от ее длины, материала, граничных условий, в частности от жесткости каната талевого системы. Реальные граничные условия бурильной колонны весьма специфичны и полностью не определяются известными граничными условиями рассмотренными выше.

При рассмотрении собственных колебаний бурильной колонны граничные условия принимаются на устье скважины в виде упругой или жесткой заделки, а на забое в виде свободного или заделанного конца. При длинны бурильной колонны $L \leq 1000$ м, жесткость каната талевого системы существенно влияет на частоты собственных колебаний бурильной колонны и практически не влияет при ее большей длине.

Резонанс и динамическое усиление. В общем случае собственные и вынужденные колебания бурильной колонны могут иметь различные амплитуды, частоты и фазы.

Резонанс в бурильной колонне возникает, когда частота вынужденных колебаний становится равной одной из собственных частот колонны или собственной частоте одного из ее узлов. В этом случае возмущающая сила совершает работу на одной из гармоник собственных колебаний, вызывая тем самым ее появление. При неполном совпадении частот собственных и вынужденных колебаний происходит динамическое усиление в колебательной системе.

Значительное динамическое усиление происходит, когда отношение частоты вынужденных колебаний f_v к частоте собственных f_c находится в диапазоне $1 \pm \delta$. В общем случае величина этого диапазона зависит от эквивалентного коэффициента демпфирования, частоты колебаний, характера и интенсивности отражения продольных волн в неоднородной бурильной колонне.

В процессе бурения при динамическом усилении и особенно при резонансе, вследствие резкого возрастания амплитуд продольных колебаний бурильной колонны, сильно увеличиваются динамические нагрузки на забой и на саму колонну, а как следствие увеличиваются напряжение в ее деталях и узлах. Динамические

знакопеременные напряжения являются основной причиной аварий с бурильными трубами (слом части УБТ, усталостный износ и т.д.). Сильные вибрации уменьшают надежность и долговечность долот PDC и турбобуров, а так же ту долю мощности, которая затрачивается турбобуром непосредственно на разрушение забоя. Средствами исключаяющими или сильно ослабляющими резонанс, являются:

– Изменение соотношения частот возмущения и собственных частот колебаний, достигаемое:

а) изменением частоты кинематического возмущения в результате изменения осевой статической нагрузки на забой;

б) изменение частоты собственных колебаний бурильной колонны вследствие изменения геометрических размеров основных узлов колонны, в частности, УБТ.

– Увеличение эквивалентного коэффициента демпфирования, с его увеличением резонансная кривая становится более пологая, резонанс становится менее заметным, а при большом затухании практически исчезает.

Анализируя российскую и иностранную литературу по данной тематике, можно сделать выводы:

1. Исследование продольных колебаний бурильной колонны и осевых динамических сил представляют значительную практическую и научную ценность. Несмотря на это теоретически и экспериментально продольные колебания бурильной колонны и вызываемые ими осевые динамические силы при турбинном бурении скважин недостаточно изучены.

2. В процессе бурения кинематические, динамические и энергетические параметры бурильной колонны зависят от многих взаимосвязанных не всегда поддающихся учету факторов. В связи с этим их аналитические исследования весьма сложны, приближены и нуждаются в экспериментальной проверке. Экспериментальные исследования указанных параметров приобретают большое практическое и теоретическое значение.

3. В литературе изложены результаты несистематизированных разрозненных опытов промысловых исследований продольных колебаний бурильной колонны и колебаний осевых динамических сил не позволяющие получить закономерности изменения частоты, размаха и форм в зависимости от осевой статической нагрузки на забой, типа долота и турбобура, степени изношенности долота, материала бурильных труб и некоторых других факторов.

4. При турбинном бурении наиболее информативным параметром является частота вращения вала турбобура, которую необходимо поддерживать в диапазоне оптимальных значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симонов, В.В. Влияние колебательных процессов на работу бурильного инструмента / В.В. Симонов, Е.К. Юнин. – Москва: Недра, 1977. – 217 с.

2. Балицкий, П.В. Взаимодействие бурильной колонны с забоем скважины / П.В. Балицкий. – Москва: Недра, 1975. – 294 с.

3. Ветюков, Ю.М. Крутильно-продольные колебания бурильной колонны с долотом режущего типа : дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : 01.02.06 / Ветюков Ю.М; С.-Петерб. политехн. ун-т. – Санкт-Петербург, 2004. – 132с.

УДК 621.313
ГРНТИ 44.29

Защитников Е.Д., Калашников И.К., студенты, 3 курс

Научный руководитель – Проценко П.П., доцент

ФГБОУ ВО «АмГУ», г. Благовещенск

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация. В работе проведен анализ состояния генерирующего оборудования ГЭС, проведен сравнительный анализ методов диагностики оборудования.

Ключевые слова: турбогенераторы, методы диагностики, вибродиагностика, тепловизионное обследование.

В настоящее время производство электрической энергии играет важную роль в развитии общества, поэтому точная и своевременная диагностика дефектов в энергетическом оборудовании поможет избежать дополнительных затрат или предотвратить аварию.

Характерной чертой современной энергетики является наличие в эксплуатации значительного числа турбогенераторов, выработавших назначенный срок службы. Однако, как показывает практика, фактический срок эксплуатации турбогенераторов может существенно превышать срок, заявленный заводом производителем. Средний срок эксплуатации турбогенератора составляет 30 лет. За такой длительный период машина может выйти из строя полностью или частично, и по этой причине владельцы подобных агрегатов проводят тестирование и диагностику через определенные промежутки времени.

Распределение гидротурбин по возрасту представлено на рисунке 1.

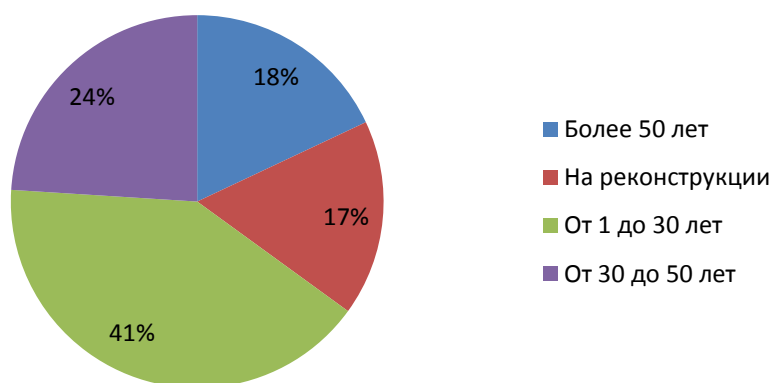


Рис. 1. Распределение гидротурбин ГЭС ПАО «РусГидро» по возрасту, в процентах от общей мощности

С одной стороны, если смотреть по мощности, доля откровенно старых гидротурбин относительно невелика - порядка 18%; суммарная доля гидротурбин с возрастом до 30 лет и находящихся на реконструкции составляет около половины. С другой стороны, количество турбин, подлежащих в короткие сроки замене, составляет 75 штук общей мощностью 4,6 ГВт. Поэтому главной задачей является своевременная и правильная диагностика оборудования с целью избегания поломок.

Наиболее практичными методами диагностирования энергогенерирующего оборудования являются: метод вибродиагностики и тепловизионный контроль. Эти два метода выгодны с экономической точки зрения, потому что в процессе диагностики оборудование не нужно выводить из эксплуатации, эти методы также удобны для установки, поскольку не требуется никакого непосредственного вмешательства в оборудование.

Общий перечень дефектов генераторов насчитывает несколько десятков наименований, приведем наиболее распространённые из них:

- дефекты изоляции обмотки статора;
- дефекты обмотки ротора;
- износ масляных уплотнений;
- ослабление креплений лобовых частей обмотки статора;
- ослабление прессовки и распушение крайних пакетов статора;
- повреждения внутренних составляющих системы охлаждения обмотки статора;
- повреждения и износ газоохладителей;
- попадание ферромагнитного предмета на обмотку статора;
- повреждение контактных колец;
- ослабление креплений обмотки статора в пазах;
- дисбалансировка ротора;
- повреждения и износ токоподвода ротора;
- технологические дефекты изоляции обмотки статора.

Ранжировка дефектов гидрогенерирующего оборудования по убыванию риска представлена на рисунке 2.

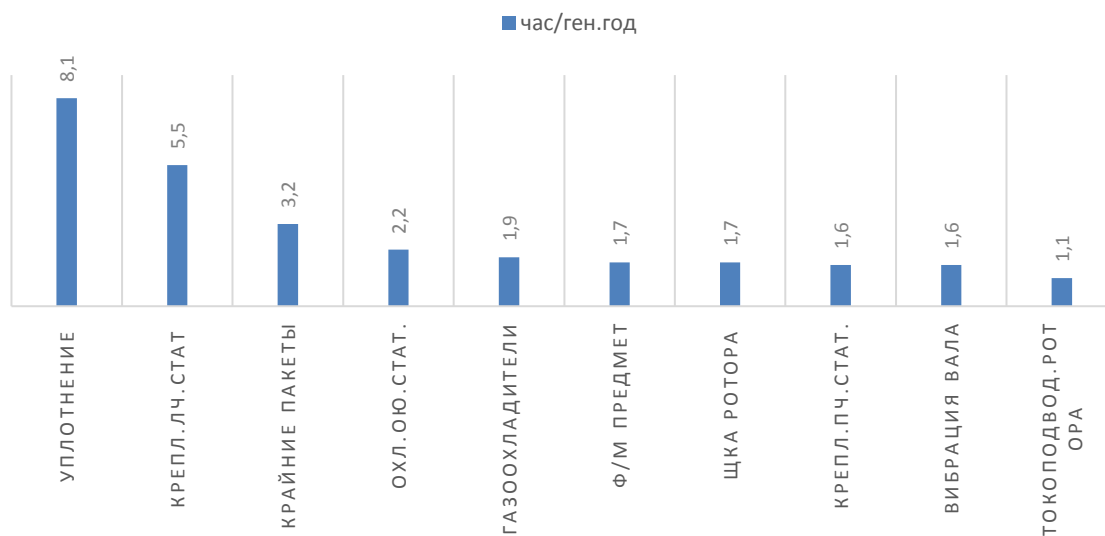


Рис. 2. Ранжировка дефектов турбогенераторов по удельному простоям

Вибродиагностический метод является одним из самых современных методов неразрушающего контроля. Данный метод контроля заключается в мониторинге и анализе вибрации, которая возникает в процессе работы энергетического оборудования. Вибрация представляет собой совокупность колебаний различной частоты, которые можно изучить, представив их в графическом виде, по полученным данным узнать амплитуды этих колебаний и оценить состояние, в котором находится оборудование.

Главными преимуществами этого метода являются:

- возможность обнаруживать скрытые дефекты;
- возможность диагностирования оборудования, находящегося в труднодоступных местах;
- возможность мониторинга состояния оборудования и получение информации о дефектах на ранней стадии их появления;
- диагностика данным методом проводится в короткие сроки.

Вибрация является одной из основных причин разрушения опорных узлов роторов, а также роторных машин и кинематически связанных с ней узлов и агрегатов. Вибрация негативно сказывается не только на оборудовании, но и на общем комфорте рабочей обстановки, так как она оказывает разрушительное влияние на организм человека, поэтому в условиях повышенной вибрации рабочий персонал быстрее утомляется, что негативно сказывается на эффективном контроле производства.

К основным причинам вибрации относят:

- дисбаланс;
- эксцентриситет;
- износ деталей машин;
- внутренние напряжения конструкций;
- немеханические факторы (например, электромагнитные влияния);
- воздействие других внешних факторов.

Вибродиагностика делится на два вида: непрерывная и периодическая.

Непрерывная диагностика или вибромониторинг используется для наиболее ответственных узлов или дорогостоящего оборудования. Мониторинг обеспечивает непрерывный контроль над состоянием оборудования и сигнализирует в случае превышения предельно допустимого уровня вибрации. Это позволяет, вовремя произвести ремонт и избежать аварийной ситуации.

Периодическая вибродиагностика позволяет: выявить причины повышенной вибрации (в случае, когда она стала ощутимой), сравнить уровень вибрации оборудования с уровнем установленным нормами; дать оценку возможности дальнейшей эксплуатации оборудования.

Вибродиагностика проводится при помощи следующего оборудования:

- портативные приборы для измерения и анализа вибрации, балансировки роторов в собственных опорах, диагностики состояния подшипников;
- экспертные системы оценки состояния оборудования;
- стационарные системы мониторинга вибрации;
- стендовые комплексы диагностики подшипников;
- анализаторы вибрации;
- виброанализаторы;
- переносные виброметры;
- сканирующие виброметры;

- модульные виброметры.

Основные параметры вибродиагностического метода:

- вибросмещение - смещение точки или системы под действием вибрации (измеряется в низкочастотном диапазоне);

- виброскорость - скорость движения точки или системы под действием вибрации (измеряется в среднечастотном диапазоне);

- виброускорение - ускорение движения точки или системы под действием вибрации (измеряется в высокочастотном диапазоне).

Сущность метода. Любую вибрацию можно представить как совокупность гармоник различной частоты. Анализируя амплитуду этих гармоник, можно получить информацию о состоянии оборудования. Данные о вибрации собираются с помощью датчиков, закрепленных на оборудовании.

Современные приборы для проведения вибродиагностики используют цифровой метод обработки информации, это позволяет очень быстро получать результаты измерений, представленные в простой и понятной форме.

Тепловизионное обследование энергетического оборудования – это разновидность диагностики, проводимая с помощью тепловизора. Основой данного метода является дистанционная регистрация, оценка и комплексный анализ температурных полей.

Основной нагрев оборудования происходит за счет протекания электрического тока. Именно это свойство позволяет применять тепловой контроль для диагностики энергооборудования. Принцип диагностики заключается в том, что повреждение отдельных элементов изменяет интенсивность инфракрасного излучения. Это изменение, невидимо невооруженным глазом, и оно фиксируется специальными тепловизионными устройствами. На основании полученной информации, неисправную технику можно поставить на плановый ремонт.

Основным инструментом для тепловизионной диагностики является тепловизор - устройство, позволяющее проводить температурный анализ и визуализацию точек нагрева. Чувствительность устройства достаточно высокая и позволяет регистрировать колебания температуры в диапазоне нескольких десятых градусов Цельсия. В основе его работы лежит инфракрасная термография, т.е. получение термограммы. Термограмма - это изображение распределения температурных полей в инфракрасных лучах с длиной спектра в диапазоне 900 –14000 нм, помогает определить переохлажденные или перегретые участки. Исходя из того, что инфракрасное излучение испускается всеми телами, имеющими температуру отличную от абсолютного нуля, то термография позволяет нам увидеть окружающую среду с или без видимого света.

При работе генераторов из-за трения составных деталей и протекания электрического тока происходит повышение температуры. Производитель рассчитывает для каждого механизма допустимый диапазон температур. В большинстве случаев необходимо применять охлаждение (водяное или воздушное). При несоблюдении температурных норм перегреваются следующие элементы оборудования:

- опоры подшипников;

- обмотки статора;

- электрические соединения, контакты и кабели.

Повышенная температура опасна так как, происходит разрушение изоляционного слоя, что в свою очередь может привести к замыканию электрической цепи, выходу из строя всего агрегата и даже пожару. К моменту, когда удастся обнаружить дефект,

агрегат может быть уже полностью разрушен. Поэтому необходим мониторинг температуры генератора.

Возможные причины перегрева:

- плохой контакт в соединении;
- превышение нагрузки;
- неправильное подключение;
- применение электропроводки, не соответствующей нагрузке;
- неисправности системы охлаждения (воздушной или жидкостной).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловизор. – URL: <https://teplovizo.ru/ispolzovanie-teplovizionnogo-kontrolya-pri-ispytaniyah-zheleza-statorov-generatorov.htm>.
2. Концепция и реализация систем технической диагностики энергетического оборудования / Е.В. Урьев, Ю.Н. Агапитова, А.К. Сбитнев, С.Ю. Евдокимов // Проблемы вибрации и диагностики оборудования электростанций. – Сборник докладов. – Москва: ВТИ, 2001.
3. Русов, В. А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам / В. А. Русов. – Пермь, 2012. – 252 с.

УДК 620.97

ГРНТИ 44.01.91

Ван А., студент, 3 курс

Научный руководитель – Дубкова Е.С., канд. с.-х. наук

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЛЕСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК НЕТРАДИЦИОННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной работе изложено исследование в области альтернативной энергетики. Были проанализированы применение отходов лесоперерабатывающей промышленности как альтернативный источник энергии. Особое внимание обращается на применение технологии газификации отходов лесоперерабатывающей промышленности в условиях Амурской области. Актуальность данного вопроса обуславливается нарастающей проблемой традиционной энергетики. Был сделан вывод об рентабельности применения данной технологии. Были рассмотрены преимущества Газификации. Сделан вывод о том, что данная технология может быть успешно применена.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, лесные ресурсы, газификация, теплота сгорания, себестоимость 1 кВт, экономическая доступность

В последние годы энергетическое использование древесных отходов рассматривается как альтернатива традиционным видам топлива. Ведь при разработке лесосечного фонда в объеме приблизительно 400 млн. м³ отходы лесной промышленности составили примерно 120 млн. м³ древесины, а отходы деревообрабатывающей промышленности

— примерно 57 млн.м³. В условиях Амурской области данный подход весьма актуален, так как Амурская область относится к многолесным территориям, ее лесистость составляет 64%. Общая площадь земель лесного фонда по Амурской области на 01.01.2004 года составила 30537,3 тыс. га, в том числе покрытых лесом – 22634,2 тыс. га, или 74,1%. Общий запас древесины составил 1999,84 млн.м³, в том числе спелой и перестойной – 1009,37 млн.м³, из нее хвойной – 880,17 млн. м³. На сегодняшний день на территории Амурской области насчитывается 241 лесозаготовочных компаний. Использование отходов лесоперерабатывающей промышленности позволит наиболее эффективно использовать лесные ресурсы. Это как нельзя кстати особенно в наше время.

Есть несколько способов использования отходов лесоперерабатывающей промышленности, одним из которых является газификация.

Технология термохимической газификации древесины для получения топливного газа и использования его в двигателях внутреннего сгорания не является новой.

Газификация представляет собой процесс высокотемпературного превращения древесины (и других видов биомассы, а также угля и торфа) при нормальном или повышенном давлении в газ, называемый древесным или генераторным газом, а также небольшое количество золы, в специальных реакторах (газогенераторах) с ограниченным доступом воздуха или кислорода. Генераторный газ имеет температуру 300 - 600°C и состоит из горючих газов (CO, H₂, CH₄), инертных газов (CO₂ и N₂), паров воды, твердых примесей и пиролизных смол. Из 1 кг древесной щепы получают около 2,5 Нм³ газа с теплотой сгорания 900 - 1200 ккал/Нм³. Эффективность газификации достигает 85-90%. Благодаря этому, а также удобству применения газа, газификация является более эффективным и чистым процессом, чем сжигание.

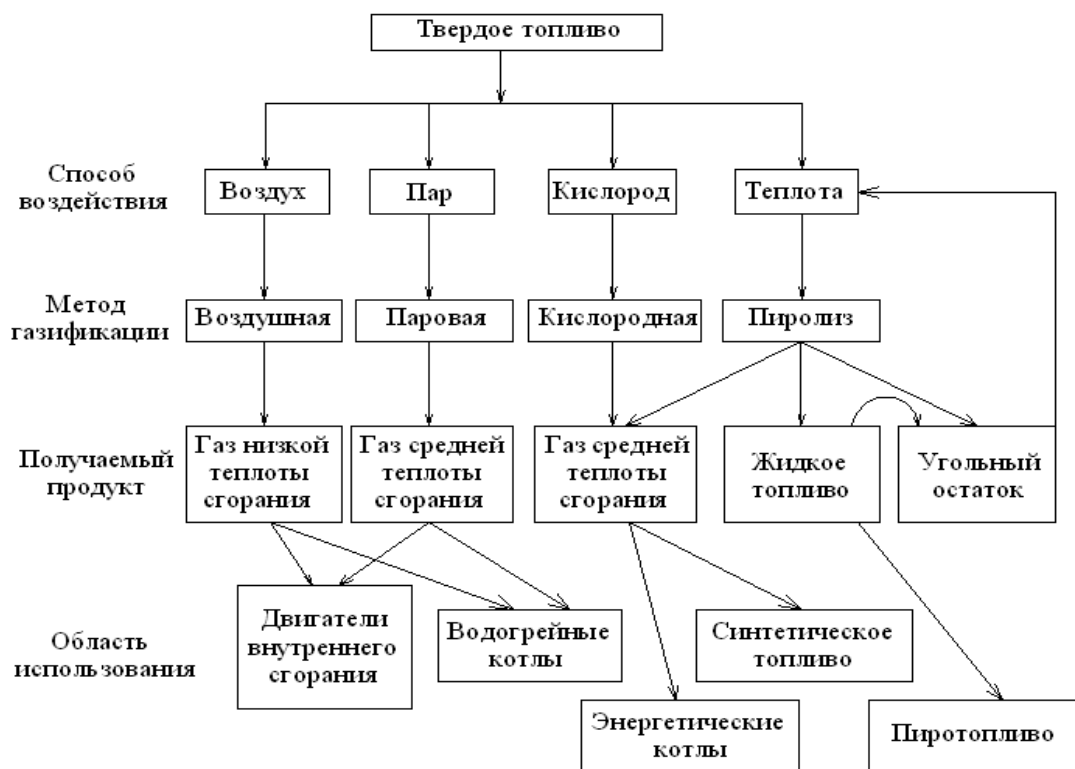


Рис. 1. Классификация методов газификации, в зависимости способа воздействия на сырье

Рассмотрим применение газогенераторных установок в лесоперерабатывающей промышленности.

Для оценки ресурсов древесного топлива в ООО «ДОК Каховский» принят метод, который можно назвать нормативно-расчетным. За базу для расчета ресурсов приняты реально возможные объемы выпуска продукции, при производстве которых образуется существенное количество отходов — лесозаготовительное производство, производство пиломатериалов, тары (табл. 1).

Таблица 1

Предлагаемые объемы производств

Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
Уходные работы	га/м ³	-
Заготовка древесины согласно проекту освоение лесов	пл. м ³	25600
Производство пиломатериалов согласно проекту по сырью	м ³	13000
Производство тары согласно проекту по сырью	м ³	6000

Нормативы образования отходов приняты в соответствии с практическим опытом промпредприятий и результатами исследований, опубликованных в справочной и технической литературе. Наиболее доступной для предприятий является дровяная древесина, остающаяся не реализованной, мелкотоварная от рубок ухода (прочистка, прореживание), сучья кроны деревьев, отходы деревообработки.

Ресурсы топливной щепы из сучьев кроны деревьев и других лесосечных отходов рассчитаны исходя из многолетнего опыта использовавших этот вид древесной биомассы для различных производств и составивших 7,5% от объема заготовки леса. При расчете ресурсов отходов лесопильного производства принят баланс раскря пиловочного сырья: пиломатериалы – 57%, кусковые отходы – 23,9, опилки – 13,3, потери на усушку и распил – 5,8%, т.е. реальные для использования ресурсы $43 - 5,8 = 37,2\%$ от объема пиловочного сырья. При расчете ресурсов древесного топлива из отходов производства комплектной деревянной ящичной тары выход готовой продукции из тарного кряжа равен 30%. Остаток в виде кусковых отходов в объеме 70% от исходного сырья включен в ресурс древесного топлива. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблице 2

Годовые ресурсы древесного сырья по производству топливной щепы

Наименование	изм. Ед.	Значение показателей
Мелкотоварная древесная от рубок ухода на производство топливной щепы	пл.м ³	-
Лесосечные отходы	пл.м ³	$(25600 \cdot 0,75)/100 = 1920$
Отходы лесопильного производства	пл.м ³	$(13000 \cdot 37,2)/100 = 4836$
Отходы тарного производства	пл.м ³	$(6000 \cdot 70)/100 = 4200$
Итого доступных отходов	пл.м ³	≈ 11000

Исходя из количества производства топливной щепы выбираем газогенератор ГГС-100.

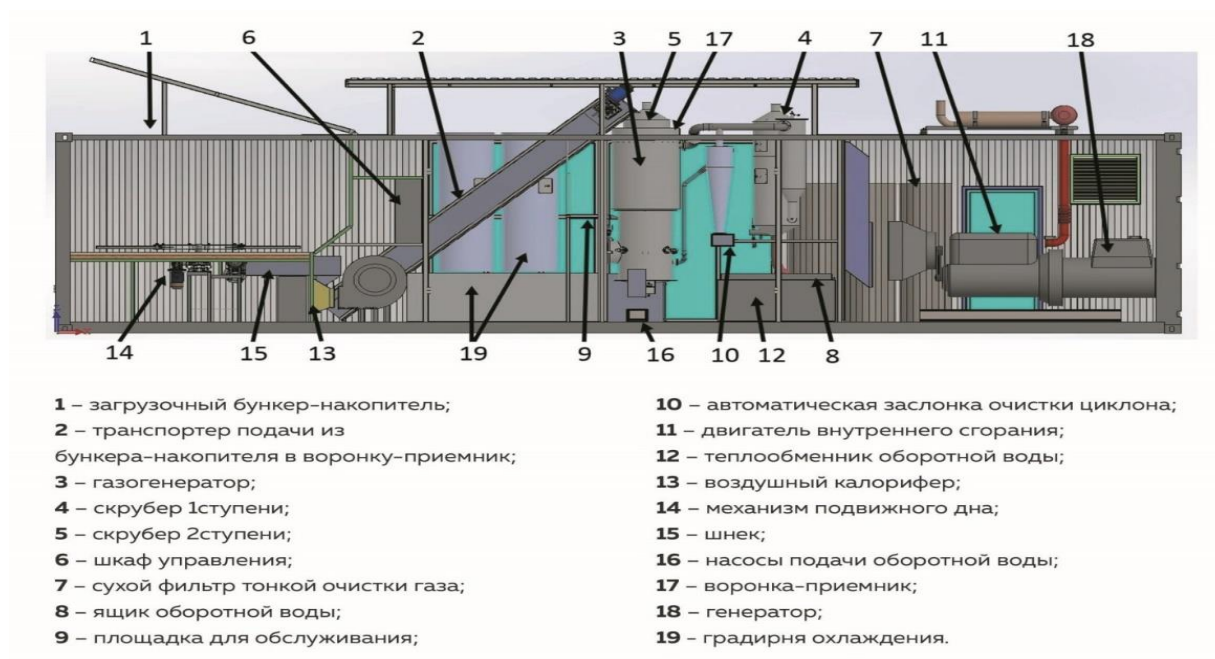


Рис. 2. Газогенератор ГГС-100

Таблица 3

Основные технические характеристики газогенератор ГГС-100

Мощность электрическая/тепловая	100/130 кВт
Напряжение генератора/ частота тока	0,4 кВ/ 50 Гц
Рабочий объём газопоршневого двигателя	19 л
Тип генератора	ГС-100
Режим генерации	На выделенную нагрузку, параллельно с промышленной сетью
Тип газификатора	Обращенный с открытой камерой газификации
Режим работы	Непрерывный
Производительность по газу (максимальная)	250 Нм ³ /ч
Средняя калорийность газа	1560 Ккал/Нм ³
Температура газификации	1050 – 1100°C
Тип и размер топлива	Древесная щепа, промышленные отходы
Допустимая влажность топлива	Менее 20%
Подача топлива	Автоматическая дозаправка без остановки газогенератора
Потребление топлива на максимальной мощности	не более 100 - 120 кг/час
Удаление золы	Автоматическое
Потребляемая электрическая мощность в режиме запуска	не более 3 кВт
Масса в контейнерном исполнении	не более 12 т

Теплота сгорания 1 м³ древесного топлива при влажности свежесрубленной древесины (55%) достигает 5600 МДж. Соответственно, возможная выработка электрической энергии при наших ресурсах и энергетическом потенциале 61600000 МДж составляет $305 \cdot 11000 = 3355000$ кВт·ч. Себестоимость 1 кВт выработанной электроэнергии вместе с обслуживанием составляет не более 2 рублей.

Средний тариф на электроэнергию за ожидаемый срок окупаемости составит 4,3 руб/кВт·ч, таким образом, энергетическое использование отходов из низкотоварной древесины дает экономию 2,3 руб. на 1 кВт/ч. При стоимости установки в 2 млн. рублей и экономии на электроэнергию в 2,3 руб. на 1 кВт/ч, установка окупится в течении одного года.

Древесные и другие органические отходы в качестве сырья для газификации обладают следующими преимуществами перед другими видами энергетических ресурсов:

- являются СО₂-нейтральными;
- относятся к возобновляемым источникам;
- практически не содержат серы;
- экономическая доступность и низкая цена.

Таким образом, отходы деревообрабатывающих, мебельных, лесозаготовительных, зерноочистительных и сельскохозяйственных предприятий почти повсеместно являются предпочтительным сырьем для

Газификационные установки могут успешно применяться как при организации новых лесных и деревообрабатывающих предприятий, так и для модернизации действующих, в том числе в районах, удаленных от электрических и газовых сетей. Они могут быть интересны и для муниципальных образований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теплоэлектростанция на основе газогенераторов – URL: <https://modum-techno.by/teploelektrostantsiya-na-osnove-gazogeneratora.html>
2. Алёшина, А.С., Сергеев, В.В. Газификация твёрдого топлива : учебное пособие / А.С. Алёшина, В.В. Сергеев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т, Нац. исслед. ун-т. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2010. – 199 с
3. Энергия. Виды энергии и их особенности – URL: <http://www.combienergy.ru/stat/1003-Energiya-iz-drevesnyh-othodov>

УДК 622.276.55
ГРНТИ 55.33.37

Савин Н.В., магистрант, 3 курс,
ФГБОУ ВО СамГТУ, г. Самара;
Чушкина В.В., магистрант, 2 курс,
ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов;
Научный руководитель – Черных В.К., ст. преподаватель,
ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

ПРОБЛЕМА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

Аннотация. В статье рассмотрены нагрузки, действующие на бурильную колонну при роторном бурении, турбинном бурении и бурении шарошечными долотами. Рассмотрены условия работы колонны, а также виды нарушений целостности трубы, сделаны выводы.

Ключевые слова: бурильная колонна, скважина, забой, продольные колебания, спектр частот.

При бурении глубоких скважин верхний конец бурильной колонны закреплен в устройстве, подвешенном на талевой системе, а нижний конец соединен с породоразрушающим инструментом. Поэтому подвешенная бурильная колонна может рассматриваться как отвес, закрепленный в верхней точке и находящийся под действием собственного веса.

Если, представить себе сжатую часть бурильной колонны, являющейся нагрузкой, необходимой для разрушения горной породы, сосредоточенной в точке над долотом, то такая система была бы наиболее эффективной для бурения и обеспечения вертикальности ствола скважины. В действительности с учетом реальных технологических процессов бурения работа бурильной колонны, обладающей значительным собственным весом и жесткостью, связана с многообразием нагрузок.

Колонна состоит из ведущей трубы, проходящей через вкладыши ротора; бурильных труб, соединенных между собой замковыми соединениями; утяжеленных труб, устанавливаемых в нижней части колонны над долотом. Основная функция ее передача энергии от источника долоту с целью разрушения горных пород. В процессе роторного бурения она передает механическую энергию вращения ротора, при турбинном бурении подводит гидравлическую энергию буровых насосов турбобуру, который преобразует ее в механическую энергию вращения долота, при электробурении энергия подводится к электробуру по токопроводу, находящемуся внутри колонны, и преобразуется в механическую энергию, затрачиваемую на вращение долота.

Бурильная колонна выполняет также ряд важных функций: обеспечивает подачу бурового раствора на забой скважины, создает осевую нагрузку на долото, воспринимает реактивный момент забойного двигателя, передает крутящий момент долоту, служит для подвески забойных двигателей (турбобур, электробур). Она подвергается воздействию различных по характеру и величине усилий, к которым относятся статические,

динамические и переменные нагрузки. Характер усилий изменяется в зависимости от способа бурения.

При роторном бурении на колонну действуют следующие нагрузки:

1. Осевое усилие растяжения от собственного веса колонны и перепада давления на долоте; дополнительные растягивающие усилия возникают при работах, связанных с ликвидацией аварий.
2. Осевое усилие сжатия, создаваемое частью веса колонны и гидростатическим давлением; наибольшие сжимающие усилия в ее нижней наддолотной части.
3. Изгибающие усилия, возникающие на искривленных участках скважины, а также при изгибе колонны в процессе ее вращения.
4. Крутящий момент, необходимый для вращения колонны.
5. Гидравлическое давление бурового раствора.
6. Силы трения бурильной колонны о стенки скважины или о стенки промежуточной колонны.
7. Динамические усилия при спуско - подъемных операциях.
8. Динамические усилия, возникающие при вращении колонны и связанные с работой долота и неоднородностью разбуриваемых пород.
9. Дополнительные осевые нагрузки при затяжках и посадках колонны.
10. Осевые и поперечные нагрузки, возникающие при бурении с плавучих средств.

При турбинном бурении также действуют указанные нагрузки кроме тех, которые связаны с вращением колонны. Вместе с тем в нижней части колонны в результате различных импульсов будут действовать динамические нагрузки, зависящие от устойчивости режима работы турбобура и уравниваемости вращающихся его частей. При турбинном бурении преобладают статические нагрузки (осевая нагрузка от собственного веса, изгибающая нагрузка, крутящий момент), так как переменная составляющая момента, изменяющаяся в зависимости от сопротивления пород разрушению, представляет малую величину. Переменные осевые нагрузки, которые могут достичь значительных величин, действуют в нижней наддолотной части колонны.

В процессе роторного бурения возникают и статические, и динамические, и переменные нагрузки. Осевые нагрузки вызывают растягивающие и сжимающие напряжения. Наибольшее растягивающее напряжение действует у устья, а максимальное сжимающее у забоя. Крутящий момент приводит к касательным напряжениям, которые увеличиваются вдоль колонны при ее вращении в направлении от забоя к устью. При бурении лопастными долотами величина касательного напряжения, особенно при бурении в твердых породах, значительно изменяется, что связано с ростом сопротивления вращению долота. Это приводит к резкому увеличению момента.

В момент прекращения вращения долота возникает крутильный удар, что сопровождается скручиванием труб с последующим внезапным освобождением долота и раскручиванием колонны.

Такой характер вращения колонны наблюдается обычно при работе долота режущего типа, когда быстро возрастают нагрузки, или при переходе долота из мягкой породы в крепкую, что сопровождается его заклиниванием.

Касательные напряжения имеют переменный характер, что связано с неравномерным потреблением энергии в процессе вращения. Переменная составляющая момента приводит к переменным касательным напряжениям. При внезапной остановке долота кинетическая энергия вращения колонны переходит в потенциальную энергию

деформации. Если при этом удастся преодолеть заклинивание долота, то происходит обратный процесс перехода потенциальной энергии в кинетическую с возникновением колебательных процессов.

При турбинном бурении инерционный эффект обусловлен кинетической энергией вала турбины, однако величина его небольшая из-за отсутствия значительной инерции вращающихся масс.

Бурение шарошечными долотами не приводит к значительным переменным касательным напряжениям. Однако форма забоя при использовании шарошечных долот способствует возникновению продольных колебаний, которые при периодическом их характере могут достигать значительных величин. Если при работе бурильной колонны частота собственных ее колебаний (продольных, поперечных, крутильных) совпадает с частотой колебаний возмущающих сил, зависящих от типа долота, частоты вращения колонны, осевой нагрузки, пульсации потока бурового раствора, то могут возникнуть явления резонанса.

Одним из важных факторов, влияющих на напряженное состояние колонны, является ее изгиб, который наблюдается как на вертикальных, так и на изогнутых участках. Изгиб может иметь статический и переменный характер. Изгибающие напряжения на вертикальных участках в основном связаны с вращением эксцентрично расположенной колонны в скважине. При вращении таких труб величина прогиба колонны, возникающего в результате воздействия центробежных сил, не постоянна, а изменяется в процессе вращения. К аналогичным явлениям приводит несоосность резьбовых соединений, искривление ведущей трубы и др.

Рассмотренные условия работы бурильной колонны показывают, что характер действующих на нее нагрузок изменяется по всей ее длине. В любом сечении колонны действуют как статические, так и переменные нагрузки, однако с приближением к забою влияние переменных нагрузок увеличивается. Если изгибающие переменные нагрузки связаны с вращением колонны, то осевые переменные нагрузки обусловлены, с одной стороны, колебаниями в процессе работы долота, а с другой стороны, спуско-подъемными операциями, в результате которых трубы подвергаются попеременно растяжению и сжатию. В процессе подъема из скважины нагрузка на трубу изменяется от веса нижерасположенной части колонны до веса трубы. То же происходит и в процессе спуска. Касательные напряжения также изменяются по длине колонны.

Характер работы бурильной колонны во многом объясняется видами отказов. Исследования большого числа аварий с трубами привели к заключению, что большинство аварий с колонной связано с влиянием переменных нагрузок. Многолетний опыт эксплуатации показывает, что только от статической нагрузки трубы разрушаются редко. Анализ аварийности, проведенный в течение ряда лет, свидетельствуют о том, что аварии происходят в результате слома труб по телу, либо слома или срыва резьбового соединения колонны (трубы, замки, переводники и др.)

Большое число аварий с трубами происходит при бурении верхних интервалов долотами больших диаметров при повышенной частоте вращения колонны. Этому способствуют большие переменные нагрузки. В нижних интервалах при бурении глубоких скважин зазоры между долотом и трубой небольшие, а частота вращения невысокая, следовательно, на вертикальных участках величины переменных напряжений низкие. В случае искривления ствола переменные нагрузки определяются кривизной скважины. Промысловый анализ аварийности подтвердил преимущественное

распространение сломов в верхней и нижней частях колонны, при этом 70-80% аварий происходит в указанных частях, а также в местах перегиба ствола скважины.

При турбинном бурении сломы наблюдаются преимущественно в нижней части колонны и в соединениях турбобура. При роторном бурении сломы в нижних интервалах концентрируются в изогнутой части колонны. В верхней части переменные нагрузки возникают в результате эксцентричного вращения труб в скважине, сопровождающегося биениями, ударами труб о стенки обсадной колонны; при искривлении ведущей трубы, приводящем к слому бурильных труб у устья, слому ствола и переводника вертлюга; вследствие нарушения соосности вышки и ротора, изменения осевых напряжений в трубах при спуско - подъемных операциях.

На преимущественное влияние переменных нагрузок указывает также опыт работы с колоннами, имеющими минимальный коэффициент запаса по статическим нагрузкам. Как показывает анализ работы с бурильными трубами в глубоких скважинах, коэффициент запаса прочности доходил до величин, близких единице.

В процессе работы бурильной колонны наблюдаются три вида нарушения целостности трубы: поперечный слом тела, разрушение по спирали, нарушение целостности в продольном направлении. Причиной поперечного и спирального слома является усталостная трещина, чему способствует концентрация напряжений на поверхностях трубы в местах нарезания резьбы, нанесения клейма, поперечных рисков и др.

Переменные нагрузки, действующие на колонну, вносят изменения в поверхностный слой витка при трении скольжения. Циклическое трение способствует деформации поверхностных структур, снижению прочности и увеличению свободной поверхностной энергии с последующим образованием микротрещин, что вызывает усталостные разрушения. Как следует из рассмотрения характера действующих на колонну нагрузок, последние в значительной степени определяют отказы элементов колонны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новые технологии в создании и использовании алмазного породоразрушающего инструмента / В.И. Власюк [и др.]. – Москва: ЗАО «Геоинформ-марк», 2002. – 140 с.
2. Басарыгин, Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин / Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. – Москва: «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 632 с.
3. Тихонов, В.С. Программа расчета бурильной колонны 3-ddt. – Weatherford LLC, Москва, 2013. – 39с.
4. Oil Well Drilling: A Vibrations Perspective II The Shock and Vibration Digest / P.D. Spanos, A.M. Chevallier, N.P. Politis, M.L. Payne. – 2003. – Vol. 35. – № 2. – P. 81-99.
5. Xiao W. Annulus whirling motion analysis of the rotary drill string by the action of hydrodynamic pressure and friction force II Proc. of DETC 2003 / W. Xiao, Y. Zhang, Y. Zhong. – Chicago, Illinois, USA, 2003.
6. Elsayed, M.A. Drillstring Stability Based on Variable Material Specific Force and Using a Sharp Three-Insert Polycrystalline Di-among Compact (PDC) Coring Bit II J / M.A. Elsayed, L.K. Washington // Of Energy Resources Technology. – 2001. – Vol. 123. – P. 138-143.
7. Ветюков, Ю.М. Крутильные - продольные колебания бурильной колонны с долотом режущего типа: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 01.02.06 // Ветюков

Юрий Михайлович Ю.М.; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург, 2004. – 132 с.

УДК 533
ГРНТИ 29.17

Филимоненко А.В., студент, 1 курс
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАВИХРИТЕЛЯ В ПРОГРАММЕ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2017, КАК ОДНОЙ ИЗ ДЕТАЛЕЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ РАНКА – ХИЛША, ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОЗДАНИЯ РАБОЧЕЙ МОДЕЛИ, ПОКАЗЫВАЮЩЕЙ ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА РАНКА - ХИЛША В ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. В статье описывается процесс создания цифровой модели воздушного завихрителя, который является одной из главных составляющих вихревой трубки Ранка – Хилша, в программе Autodesk Inventor Professional 2017. Главная цель данного проекта – создание цифровой и реальной модели воздушного завихрителя, которая будет выполнять функциональную роль в вихревой трубке Ранка – Хилша.

Ключевые слова: вихревой эффект, вихревая трубка, воздушный завихритель, эффект Ранка - Хилша, трубка Ранка – Хилша.

Завихритель является одной из основных деталей вихревой трубки Ранка – Хилша. Он помогает произвести эффект «завихрения» сжатого воздуха, который подается через основной канал для будущего распределения воздушного потока на два разнотемпературных потока (рис. 1).

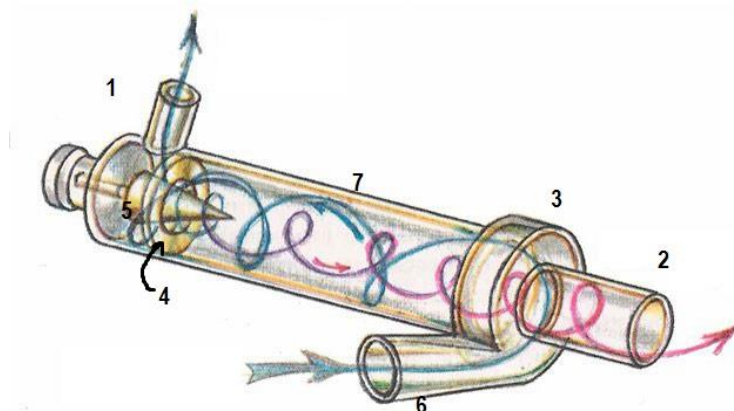


Рис. 1. Устройство вихревой трубки Ранка – Хилша

1.Холодный выход воздуха; 2.Горячий выход воздуха; 3.Завихритель входного потока; 4. Малое кольцо; 5.Конус; 6.Вход сжатого воздуха; 7.Основная трубка.

Создание цифровой модели завихрителя стоит начать с запуска программы Autodesk Inventor Professional 2017. Следующий шагом мы создаем эскиз данной детали (рис. 2).

После создания рабочего эскиза мы принимаем эскиз и вызываем команду «Вращение». Данная команда осуществляет создание самой детали завихрителя путем вращения его вокруг заданной оси «х» (рис. 3).

Мы получили деталь, которую можно надеть на основную трубку общей конструкции. Следующим шагом нужно получить отверстие в получившейся детали. Для этого нужно применить команду «Выдавливание». Прежде чем применить команду «Выдавливание», нужно создать эскиз для данного отверстия (рис. 4). Теперь приступим непосредственно к самой команде «Выдавливание» (рис. 5).

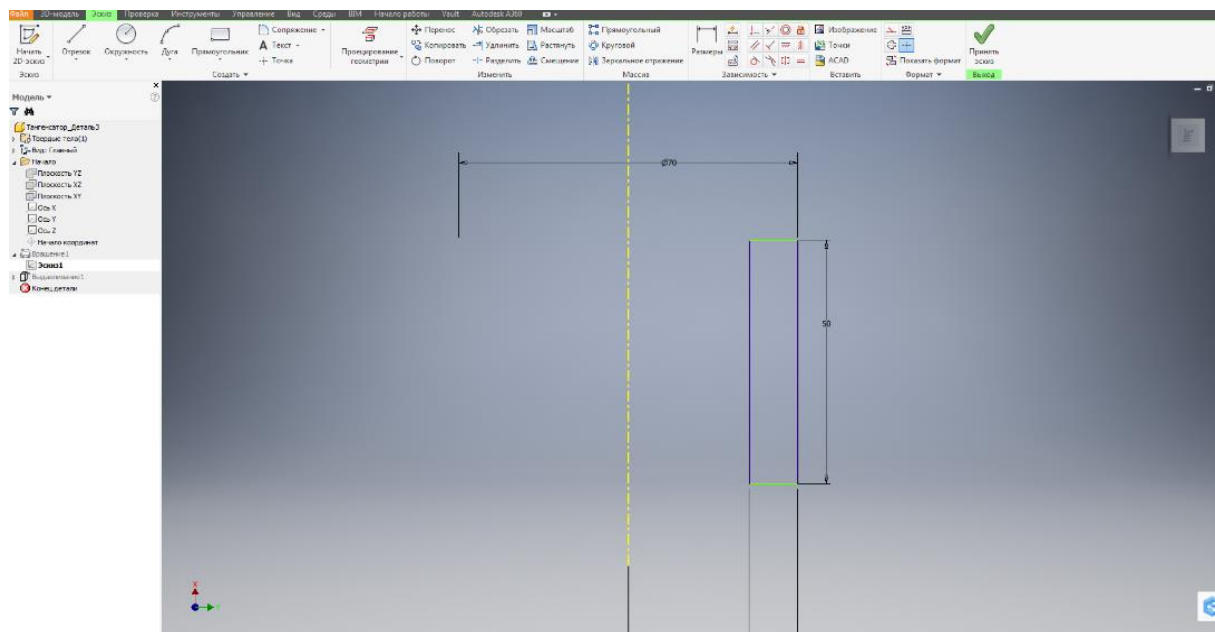


Рис. 2. Создание эскиза воздушного завихрителя

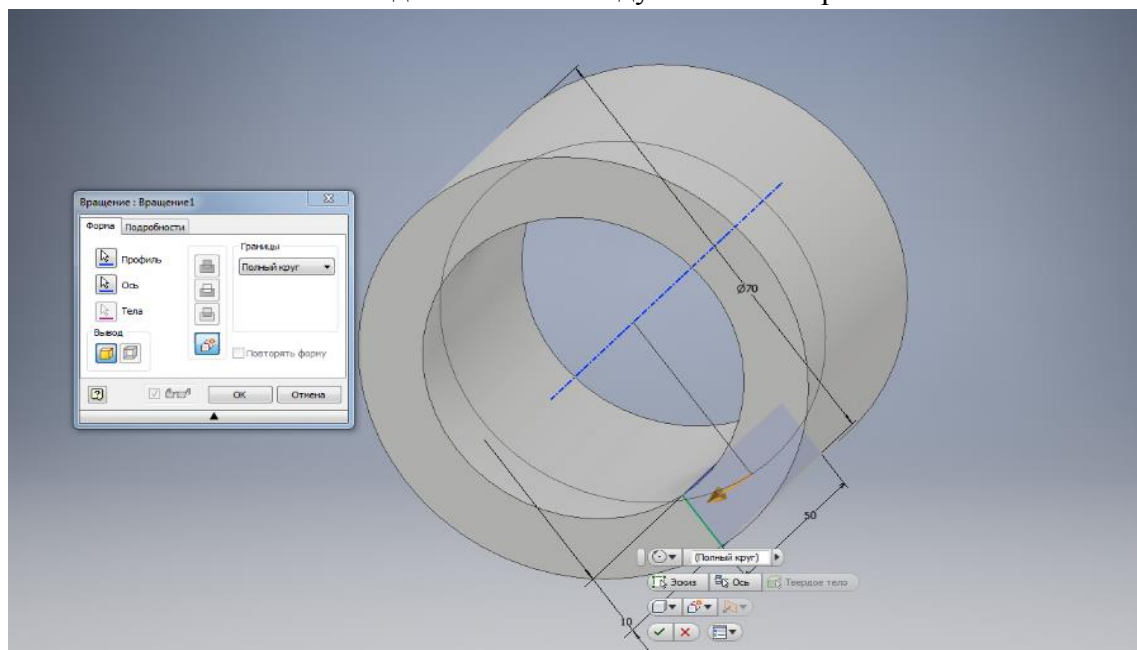


Рис. 3. Применение команды «Вращение»

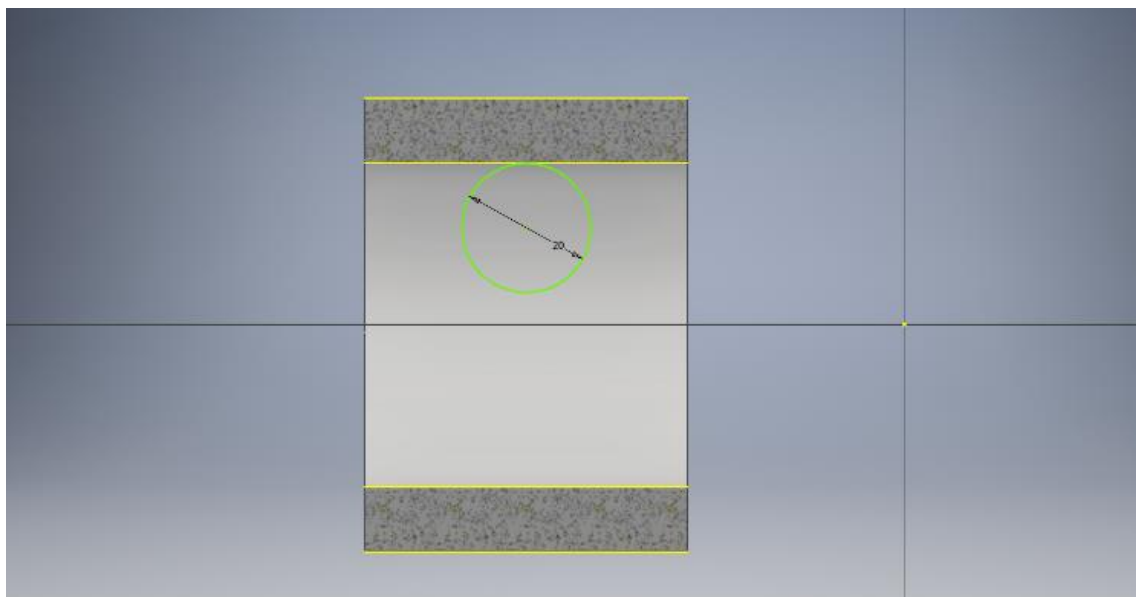


Рис. 4. Создание эскиза для отверстия в завихрителе

На данном шаге мы имеем готовую цифровую модель, но для ее реального создания так же нужен чертеж, который будет раскрывать особенности данной детали. Для этого мы создаем пустой файл чертежа формата А3, после чего, используя команды Autodesk Inventor Professional 2017 мы создаем главный вид детали с нанесенными на него размерами, затем создаем вид слева с разрезом. И для окончания чертежа нужно создать изометрическую проекцию, а также заполнить основную рамку чертежа (рис. 6).

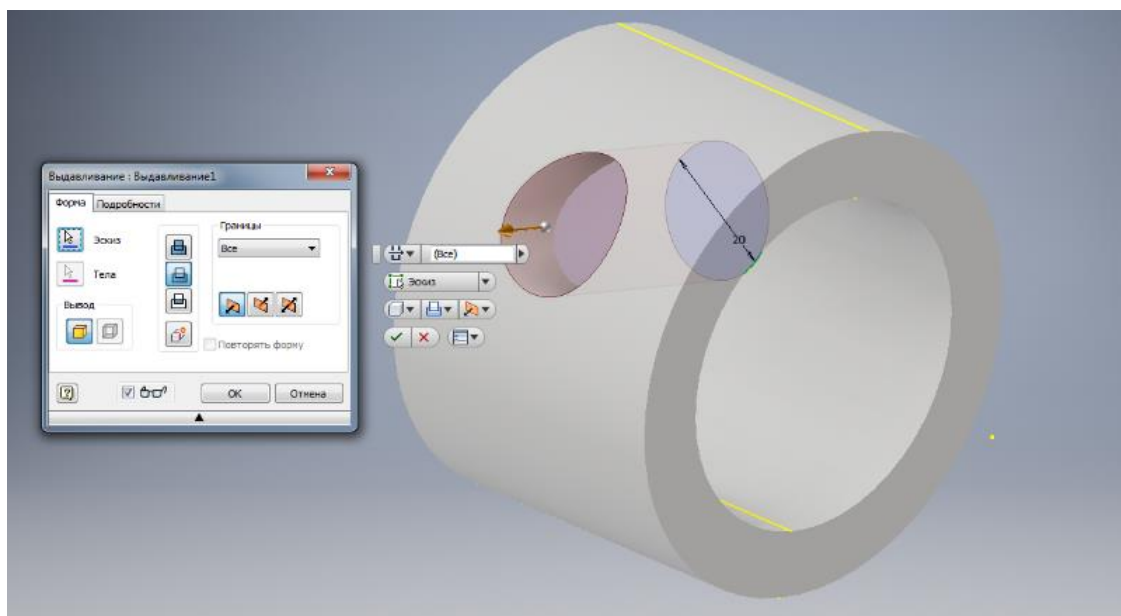


Рис. 5. Применение команды «Выдавливание»

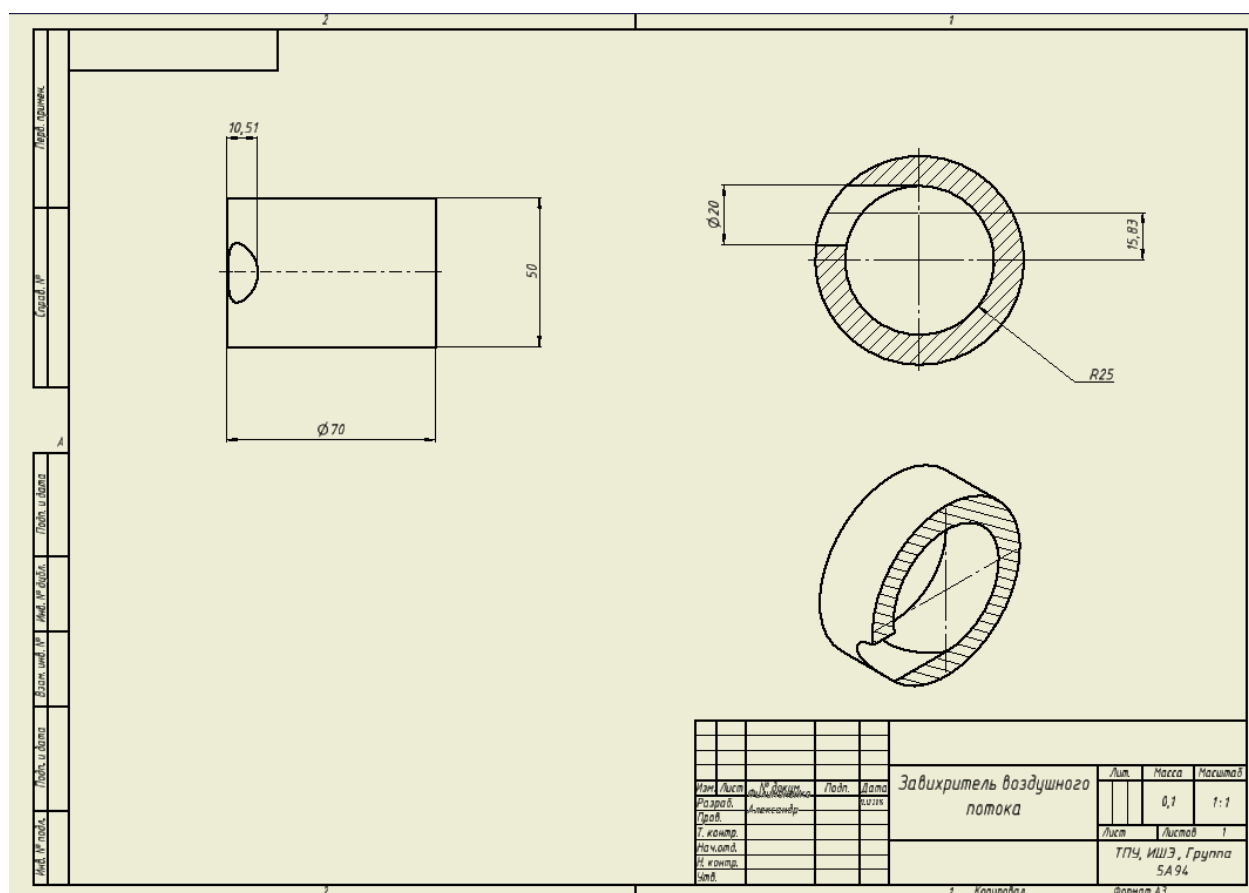


Рис. 6. Общий чертеж воздушного завихрителя

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулов, А.П. Вихревой эффект и его применение в технике / А.П. Меркулов. – Москва : Машиностроение, 1966. – 185 с.
2. Уокер, Дж. Физический фейерверк / Дж. Уокер. – Москва : Мир, 1989. – 299 с.
3. Гольдштик, М.А. Вязкие течения с парадоксальными свойствами / М.А. Гольдштик, В.Н. Штерн, Н.И. Яворский. – Новосибирск: Наука, 1989. – 336 с.
4. Пиралишвили, Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения / Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев: под. ред. А.И. Леонтьева. – Москва: УНПЦ «Энергомаш», 2000. – 412 с.
5. Коркодинов, Я.А. Применение эффекта Ранка-Хильша / Я.А. Коркодинов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – № 4. – С. 42–54.
6. Gronner, J. Successful experience with vortex tube technology at the epe cavity storage of RWE Energy / J. Gronner // 23rd World Gas Conference. – Amsterdam, 2006. – 11 p.
7. Курнайкин, В.В. Форкамерный роторный двигатель внутреннего сгорания / В.В. Курнайкин, // Патент России № 2387851. 2010. Бюл. № 33.

УДК 631.22:628.8

ГРНТИ 68.01.82

Матафонов Г.Г., магистрант, 1 курс

Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ НАД СОСТОЯНИЕМ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается микроклимат в коровнике в зимнее время, его параметры.

Ключевые слова: микроклимат, вентиляция, продуктивность, сезонность параметров микроклимата.

Одной из главных задач молочного животноводства является изучение главных закономерностей формирования микроклимата в помещениях для содержания дойных коров, а также влияние различных воздушных режимов на молочную продуктивность. Достоверно известно, что при несоблюдении необходимых норм микроклимата в различные сезоны года ухудшается молочная продуктивность дойных коров, наисложнейшим периодом является зимний сезон. Правильно организованный режим содержания животных на ферме – это залог эффективного развития животноводства. Хорошо подобранный микроклимат в помещениях фермы сохраняет здоровье животных и создает условия для высокой продуктивности.

Микроклимат животноводческого помещения – это состояние химических, физических и биологических факторов внутри животноводческого помещения, на образование которого в большей степени влияет непрерывный воздухообмен, состоящий из постоянной подачи свежего воздуха и удаления загрязненного, а также отопление животноводческого помещения.

Во многих регионах Российской Федерации продолжительность морозного периода составляет 220 – 260 дней в году. Исходя из данных «Оценочного доклада об изменениях климата и их последствий на территории Российской Федерации» (2008) Россия является самым холодным в мире государством, средняя температура в котором составляет $-4,1^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в Амурской области колеблется от -2°C до $+5^{\circ}\text{C}$, зимой обычно температуры от -5°C до -30 , но в любой месяц зимы она может упасть ниже -40°C . Вследствие этого ведение промышленного животноводства в суровых условиях предполагает высокую концентрацию животных в ограниченных пространствах животноводческих помещений.

Одной из причин нарушения состояния микроклимата в коровниках Амурской области является обледенение вытяжных вентиляционных шахт (рис. 1).

Вследствие обледенения вытяжных шахт нарушается работа вытяжной вентиляционной системы в целом, что влечет за собой значительное загрязнение воздуха в коровнике. Из-за невозможности очищения воздуха в коровниках нарушается состояние норм микроклимата.



Рис. 1. Обледенение вентиляционных шахт в Амурской области

Соблюдение научно обоснованных параметров микроклимата в животноводческих помещениях является такой же производственной необходимостью, как кормление, навозоудаление и другие технологические операции, связанные с продуктивным животноводческим производством.

Для крупного рогатого скота привязного содержания, комфортной температурой внутри помещения является от 8 до 12°C, с относительной влажностью воздуха, равной от 65 до 85%.

Последствия значительного обледенения вытяжной системы хорошо доказывает деформация или полное разрушение козырьков вентиляционных шахт (рис. 2).

Несоблюдение микроклимата в животноводческих помещениях приводит к недобору запланированной продукции, большому отходу молодняка, перерасходу кормов, а также повышению заболеваемости обслуживающего персонала.



Рис. 2. Последствия обледенения вентиляционных шахт на коровниках Амурской области

Таким образом, для поддержания необходимого микроклимата в животноводческих помещениях в зимний период года важную роль играет техническое обеспечение вытяжной системы и решение проблем обледенения данной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механизация и технология животноводства / В.В. Кирсанов, Д.Н. Мирусидзе, В.Ф. Некрашевич [и др]. – Москва: КолосС, 2007. – 584 с.
2. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. - 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 640 с.
3. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства / Д.Н.Мирусидзе, В.В. Кирсанов, А.И. Чугунов [и др.]. – 2006.
4. Галкин, М.М. Микроклимат животноводческого помещения / М.М. Галкин, Л.Г. Татаров // Вестник ульяновской государственной с/х академии. – 2009. – №1(8). – С. 64-66.
5. Мартынова, Е.Н. Оценка параметров микроклимата животноводческих помещений в зависимости от сезонов года и выявление критических точек / Е.Н. Мартынова, Е.А. Ястребова // Вестник ижевской государственной с.-х. академии. – 2013. – №2 (35). – С. 13-15.
6. Научно обоснованные рекомендации по оптимизации микроклимата в помещениях для содержания сельскохозяйственных животных и птицы при интенсивном содержании их в условиях сезонной гипо- и гипертермии с целью реализации их генетического потенциала продуктивности на высоком уровне / Епимахова Е.Э., В.С. Скрипкин, А.А.Коноплев. – Ставрополь, 2016.

УДК 620.91

ГРНТИ 44.37

Пасенко Н.А., магистрант, 1 курс

Пустовая О.А., канд. с-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА В ГИБРИДНОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ

Аннотация. В данной работе демонстрируется попытка проанализировать гибридный солнечный коллектор с использованием разных теплоносителей.

Ключевые слова: Коллектор, пропиленгликоль, этиленгликоль, солнечная панель.

Солнечные системы – системы, собирающие солнечную энергию и преобразующие ее в тепло, в последнее время приобретают все большую популярность.

Солнечный коллектор – это основной элемент установок, с помощью которых происходит преобразование энергии излучения солнца в другую форму полезной энергии.

Солнечная энергия является одним из перспективных и активно развивающихся видов возобновляемых источников энергии ВИЭ.

У применения солнечных панелей и коллекторов много достоинств:

- использование неисчерпаемого возобновляемого источника энергии
- отсутствие выбросов в окружающую среду загрязняющих веществ;
- возможность установки практически в любом удобном месте;
- солнечные панели позволяют обеспечить энергией отдаленные от энергосети районы.

Однако есть и ряд недостатков:

- зависимость от широты, погоды, сезона и времени суток (несовпадение периодов выработки энергии и потребности в энергии);
- как следствие, необходимость аккумуляции энергии;
- высокая стоимость конструкции;
- загрязнение солнечных батарей пылью, снегом, инеем.

Наиболее широко распространены коллекторы, которые преобразуют излучение солнца в тепловую энергию. Коллекторы такого типа воспринимают излучение от солнца, преобразуют его в тепло и передают это тепло какому-то теплоносителю. Основным элементом его конструкции является адсорбер, представляющий собой медную пластину с приваренной к ней трубой. Поглощая тепло падающих на нее солнечных лучей, пластина (а вместе с ней и труба) быстро нагревается. Это тепло передается циркулирующему по трубе жидкому теплоносителю, а тот в свою очередь транспортирует его далее по системе.

Способность физического тела поглощать или отражать солнечные лучи зависит, прежде всего, от характера его поверхности. Например, зеркальная поверхность отлично отражает свет и тепло, а вот черная, напротив, поглощает. Именно поэтому на медную пластину адсорбера наносится черное покрытие (простейший вариант – черная краска).

В качестве теплоносителей могут рассматриваться жидкости и газы. В настоящее время преобладают жидкие теплоносители: вода, водные растворы этилен- и пропиленгликоля, масло.

При определении типа теплоносителя учитываются следующие аспекты:

- потребности человека и уровень комфорта;
- совместимость с проектом здания;
- совместимость системы солнечного теплоснабжения с другими устройствами (например, с дублирующими системами);
- климат;
- относительная стоимость (первоначальная стоимость, эксплуатационные расходы, издержки на техническое обслуживание и текущий ремонт);
- степень сложности;
- сохранение надежности при длительном сроке службы.

Для систем отопления, используемых в быту и в промышленных сооружениях, может быть использована вода, однако высокая температура кристаллизации (0°C)

может привести к «размораживанию» системы отопления в зимний период. Поэтому в качестве теплоносителя наиболее часто применяют водно-гликолевые смеси. Гликоли - многоатомные спирты - этиленгликоль (1, 2 этандиол), пропиленгликоль (1, 2-пропандиол), глицерин - имеют низкую температуру кристаллизации до -70°C и в смеси с водой замерзают при отрицательных температурах.

Недостатком водно-гликолиевых жидкостей как теплоносителей является их высокая коррозионная активность, объясняющаяся действием агрессивных низкомолекулярных кислот (муравьиной, щавелевой и др.), образующихся при окислении гликолей

Таблица

Основные характеристики

Характеристики	Величины	Пропиленгликоль	Вода + Ме	Этиленгликоль
Удельная теплоемкость 20°C	Дж/кг $^{\circ}\text{K}$.	3,65	4,18	2,65
Кинематическая вязкость 20°C	$\text{м}^2/\text{с}$	5,0	1,0	2,09
Химическая стойкость		Разрушается окислением	Коррозия с водородной деполяризацией	Разрушается окислением
Покупка и утилизация		Розничный магазин, специальное место	Кран, дренаж	Розничный магазин, специальное место
Точка замерзания	$^{\circ}\text{C}$	-28°C	0°C	-60

Для предотвращения негативного воздействия теплоносителя на элементы конструкции отопительной системы в водно- гликолевую основу вводят различные присадки и ингибиторы коррозии.

Используемый в солнечном коллекторе теплоноситель кроме - низкой температуры кристаллизации, низкой коррозионной активности, низкой токсичностью - должен обладать высокой теплоемкостью и высокой теплопроводностью. Теплопроводность определяет скорость нагрева теплоносителя в коллекторе.

Поскольку теплоноситель постоянно движется и находится в коллекторе под воздействием солнечной радиации весьма ограниченное время, скорость нагрева теплоносителя является важнейшей характеристикой, определяющей эффективность работы такой системы в целом.

Для повышения скорости нагрева целесообразно использовать светоабсорбирующий теплоноситель, имеющий в своем составе нанодисперсные или молекулярнодисперсные компоненты, поглощающая способность которых будет больше, чем у теплоносителя.

Известен способ, когда в прозрачную жидкость-теплоноситель добавляют мелкоструктурную ферромагнитную композицию, увеличивающую светопоглощающие свойства полученной суспензии, например порошковый кобальт или порошок окиси железа, а также диссоциирующие в жидкости-теплоносителе красители, в качестве которых могут использоваться анилиновые красители, синька или тушь.

Однако наличие в жидкости ферромагнитных частиц создает определенные технологические трудности, а именно необходимость введения в конструкцию магнитной ловушки, поскольку металлические частицы, имеющие в 5-6 раз более высокую плотность, чем жидкая фаза теплоносителя, делают теплоноситель седиментационно неустойчивым.

В результате осаждения частиц металла в поле силы тяжести будут возникать их скопления в наиболее узких каналах системы, что приведет к выходу ее из строя. Кроме того, металлы сами являются коррозионно нестабильными в водных растворах. Большая площадь поверхности частиц дисперсной фазы будет способствовать высокой скорости их окисления с образованием гелей, что сделает систему еще более нестабильной.

Для любой гелиосистемы важным показателем является температура закипания теплоносителя. Поскольку в теплоносителе, циркулирующем в гелиоколлекторах достаточно много воды, то температура кипения немногим выше 100°C. Нормальной считается эксплуатация гелиосистемы, не допускающая закипания теплоносителя.

Это можно предотвратить различными методами: прокачивать теплоноситель со скоростью, достаточной для быстрого отвода тепла; при перегреве закрывать панель с помощью жалюзи; выводить теплоноситель в расширительный бак и другие способы.

При температурах более 170°C возможно термическое разложение пропиленгликоля с образованием оксидов углерода.

Теплоноситель может помутнеть, приобрести темный цвет и потерять свои эксплуатационные свойства. В результате на стенках оборудования может образовываться стойкий темный нагар. В этом случае теплоноситель требует замены, а оборудование может нуждаться в очистке либо даже частичной замене его элементов.

Из-за растущего спроса на электроэнергию и тепло, возрастает спрос на возобновляемые источники энергии, при этом, большое внимание уделяется их производительности и эффективности. В связи с этим увеличивается количество исследований в этой сфере. Проанализировав гибридный солнечный коллектор с использованием разных теплоносителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шульга, К.С. Гибридные солнечные коллекторы / К.С. Шульга, Ю.О. Астапова, А.Е. Астапов // Молодой ученый. – 2016. – №17. – С. 101-105.
2. Альтернативные источники энергии: сб. докладов V студенческой научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 8 дек. 2017 г.) / под ред. Е.А. Васильевой. – Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. – 46 с.
3. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – Москва: ДМК Пресс, 2011. – 144 с.

УДК 620.91
ГРНТИ 44.37

Николаенко С.О., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Шевченко М.В., канд. с-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕЛИОСИСТЕМЫ ДЛЯ ГВС И ГТС В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье проведен методический расчет эффективности использования гелиосистемы для ГВС и ГТС в условиях Амурской области. Собрана и проанализирована информация по уровню солнечной инсоляции.

Ключевые слова: энергетика, солнечный коллектор, горячее водоснабжение, горячее теплоснабжение, научно-технический прогресс

По самым скромным подсчетам на сегодняшний день в мире используются солнечные коллекторы общей мощностью 250 ГВт. И их число ежегодно увеличивается. Наибольшее количество солнечной энергии в России приходится на территории, граничащими с Китаем такими как Амурская область, которая находится на самом выгодном местоположении для использования солнечных коллекторов.

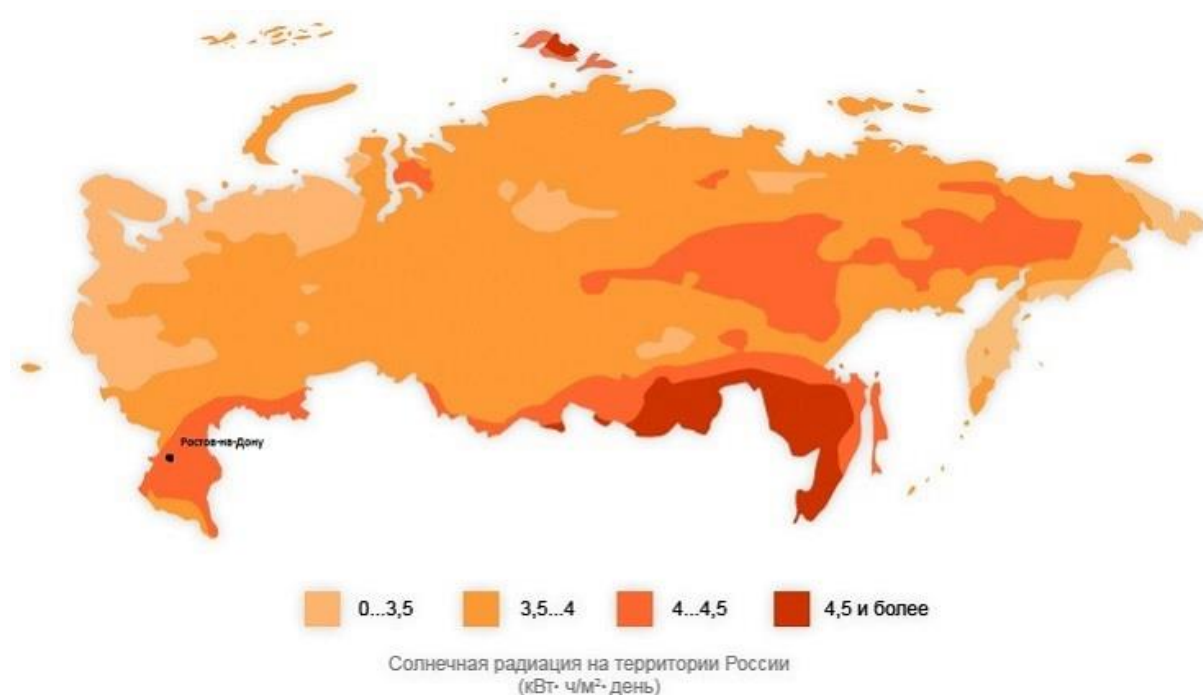


Рис. 1. Солнечная радиация на территории России

На сегодняшний день в Амурской области использование солнечных коллекторов направлено на нагрев воды в системе горячего водоснабжения, или использование комбинированной системы для поддержания температуры в системе теплоснабжения.

На примере рассмотрим простой вариант расчета.

Зададимся следующими исходными данными:

Количество проживающих в доме (n)	4 человека
Суточная потребность в воде (V ₁)	70 л/чел/сутки
Желаемая температура горячей воды (t _г)	60 °С
Температура холодной воды с водопровода	10 °С
Место нахождения дома	г. Благовещенск

Определяем необходимое количество горячей воды в сутки:

$$V = V_1 \cdot n \quad (1)$$

$$V = 70 \text{ л/сутки} \cdot 4 = 280 \text{ л/сутки} (0,28 \text{ м}^3/\text{сут.}).$$

Выбираем объем бойлера по полученным данным из формулы (1)

При расходе воды в 280 л/сутки выбираем бойлер косвенного нагрева. Вода нагревается солнцем в течении солнечного дня, чтобы подстраховаться на тот случай если наступит длительный пасмурный период или обильный расход воды, объем бойлера выбираем с запасом от 15 до 80%. Объем бойлера - от 1,2 м³ до 1,8 м³. В нашем случае объем бойлера: от 240 до 360 л.

Из полученного диапазона можно выбрать бойлер объемом в 360 л (0,36 м³). Данная емкость водонагревателя является самой востребованной на рынке.

Температуру в бойлере необходимо выбрать выше температуры указанной в исходных данных (60°С). Это даст хорошую возможность аккумулировать как можно больше тепла и полностью использовать потенциал гелиосистемы, так же температура выше 65°С предотвращает образованию вредных для здоровья бактерий – легионелл. Необходимо настроить бойлер на температуру t_б = 65°С.

Рассчитаем необходимое количество тепла, которое необходимо затратить для того что бы произвести нагрев воды в бойлере:

$$Q_T = G \cdot C_p \cdot (t_b - t_x) \quad (2)$$

где Q_T – необходимое количество тепла для нагрева бойлера, кВт · ч

G – Расход горячей воды. Принимается равным объему бойлера V_б = 0,36 м³/сут.

C_p – удельная теплоемкость воды, C_p = 1,16 кВт/кг·°С

$$Q_T = 0,36 \cdot 1,16 \cdot (65 - 10) = 22,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут.}$$

Из формулы 2 мы видим, что необходимое количество тепла составляет 22,9 кВт ч/сутки.



Рис. 2. Плоский солнечный коллектор

Выбираем плоский солнечный коллектор и рассчитываем его площадь, для того что бы обеспечить необходимое количество тепла.

Произведем расчет необходимого количества коллекторов (характеристики коллектора берем из паспорта):

Тип коллектора FPS 2220

– Площадь абсорбера одного коллектора $F_1 = 1,76 \text{ м}^2$

– Оптический КПД коллектора $\eta = 0,80$

Средний месячный уровень солнечной инсоляции (солнечная радиация) в городе Благовещенск.

Таблица

Средний показатель за последние 30 лет (по данным Метеостанции)

Месяцы	Средний уровень солнечной инсоляции за последние 30 лет
Январь	2090,6 Вт/м ²
Февраль	3040,5 Вт/м ²
Март	4068,3 Вт/м ²
Апрель	5780,5 Вт/м ²
Май	5971,2 Вт/м ²
Июнь	6096,4 Вт/м ²
Июль	5609,3 Вт/м ²
Август	5200,7 Вт/м ²
Сентябрь	4300,1 Вт/м ²

Октябрь	3184,9 Вт/м ²
Ноябрь	2369,8 Вт/м ²
Декабрь	1850,6 Вт/м ²

Для того что бы не было перегрева системы необходимо рассчитывать на летний пик, то есть брать максимальное значение месячного уровня радиации за год. В данном случае у нас это май и июнь.

Найдем необходимую площадь гелиополя:

$$F_{\text{сум}} = Q / (q \cdot \eta) \quad (1.3)$$

$$F_{\text{сум}} = 22,9 / (6,096 \cdot 0,80) = 4,7 \text{ м}^2.$$

Необходимое количество солнечных коллекторов:

$$n = F_{\text{сум}} / F_1 \quad (1.4)$$

$$n = 4,7 / 1,76 = 2,38 \gg 3 \text{ шт.}$$

Таким образом из произведенного расчета мы можем сделать вывод что для семьи, состоящей из 4 человек, проживающих в г. Благовещенск, необходим бак аккумулятор на 360 л и 3 солнечных коллектора FPS 2220. Таким способом можно просчитать необходимое количество коллекторов для любой системы – будь то подогрев бассейна, поддержка отопления или же приготовление горячей воды. Нужно только знать необходимое количество тепла и характеристики коллектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О.С. Попель, С.Е. Фрид, Ю.Г. Коломиец [и др.]. – Москва, 2010.
2. Альтернативная энергетика без тайн. Стэн Гибилиско. – Москва: Эксмо-Пресс, 2010. – 368 с.
3. Температура воздуха и ее характеристики / Атлас Якутия –URL: http://www.atlas-yakutia.ru/weather/spravochnik/temp/climate_sprav-temp_3151002059.php (дата обращения 13.04.2018)
4. Зеленые технологии – энергия будущего, международный круглый стол/ –Минск: Издательский дом «Белорусская наука», 2013.

УДК 628.971
ГРНТИ 45.51

Назытты Б.В., магистрант, 1 курс,
Научный руководитель – Черемисина С.А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ СИСТЕМЫ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В СТУДЕНЧЕСКОМ ГОРОДКЕ ФГБОУ ВО ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГАУ

Аннотация. В статье рассматривается перспектива перехода на светодиодные светильники в ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ.

Ключевые слова: освещение, светильник, потребляемая мощность, управление включением.

Системы наружного освещения включают в себя пять основных направлений:

- для уличного освещения. Это средство искусственного увеличения оптической видимости дороги в темноте, обеспечивая освещенность, необходимой для безопасного движения транспорта и пешеходов. Обычно это выполняется с помощью ламп, установленных на валах, столбах и других опорах. Лампы загораются ночью автоматически или вручную из диспетчерской;

- для архитектурно-художественного освещения. Архитектурное освещение играет важную роль в процессе восприятия и оценки эстетических качеств архитектуры. Правильно спроектированная система освещения дает возможность обнаружить более важные детали постройки с целью расстановки правильных световых акцентов;

- для рекламного обеспечения. Хорошее освещение – залог высоких прибылей! Для наружной рекламы успешно применяются светодиоды. Так как повышенный уровень освещенности, и улучшенная цветопередача сделают магазин более привлекательным для покупателей;

- для световых сигналов – указание транспорту и пешеходам, размещение остановок, стоянок и переходов;

- для праздничного оформления города. Это временное иллюминационное освещение. Как известно, цвет является сильнейшим модулятором настроения [1].

Последние годы мы постоянно слышим о теме энергосбережения. И в основе его – экономия ресурсов. Действительно, это реальная возможность оптимизации бюджетов за счет сокращения издержек, а также модернизации различных систем и инфраструктуры. Но есть и другие аспекты, связанные с темой энергосбережения, в частности, с модернизацией уличного освещения.

Однако мы решили изучить эту тему на примере своего университета, и в этом заключается новизна нашего исследования.

Основная цель работы – вывести наружное освещения студенческого городка на новый уровень.

Для достижения поставленной цели нам необходимо решить следующие задачи: Надо провести научные-исследования данного района, то есть изучить улицы и начертить схему. Необходимо определить типы уличных светильников, ламп и сделать расчет. С помощью данных исследований, можно улучшить наружное освещение.

При этом необходимо подчеркнуть, что на уличное освещение постоянно влияют такие внешние факторы, как перепады температуры, осадки, влажность, освещение должно быть хорошо изолировано, поэтому надо обращать внимание на степень защиты (IP). В каждом приборе есть паспорт, который указан уровень защиты. Чем выше данный показатель, тем надежнее лампа защищена. Исходя из этого рассмотрим виды ламп для уличного освещения:

- натриевые лампы. Демонстрируют невысокую цветопередачу, имея желтый спектр света. Подобные приборы оснащены натриевыми светильниками высокого или низкого давления;

- ДРЛ. Ртутные газоразрядные лампы, дуговые ртутные лампы и люминесцентные лампы. Устойчивы к перепадам напряжения, имеют высокую световую отдачу данного прибора. Спектр излучения – синий и зеленый видимый спектр;

- галогенные лампы. Прекрасно защищены от воздействия внешней среды, они способны работать абсолютно в любых условиях, а также в этих устройствах можно регулировать мощность. Спектр максимально приближен к солнечному свету;

- металлогалогенные лампы. Обеспечивает яркий, но холодный цвет. Такие лампы имеют очень важное преимущество перед другими лампами - они совсем не чувствительны к внезапным перепадам напряжения. Спектр этих устройств похож на дневной свет;

- светодиодные лампы. Их основными преимуществами являются отличная цветопередача и насыщенная контрастность. Благодаря длительному сроку службы светодиодных ламп, надежной защите от внешних воздействий и высокому уровню эффективности, они отлично подходят для освещения открытых пространств [2].

В ходе проведения исследования наблюдались следующие виды уличных освещений, используемые ФГБОУ ВО Дальневосточном ГАУ, в котором представлено на таблице 1 [3].

Таблица 1

Виды освещений ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

Марка светильника	Количество	Номинальная мощность, Вт	Тип лампы	Суммарная мощность, Вт
Arte Lamp Urban A1145AL-1WH	2	200	Накаливания	400
РКУ 97-250-002 со стеклом SQ0318-0012	42	250	Ртутная	10500
Eglo Monreale 98123	9	60	Накаливания	540
ЖКУ06-250-001	8	250	Натриевая	2000
ЖКУ02-250-003 Перас со стеклом GALAD 02391	8	250	Натриевая	1500
ЖКУ 28-250-001	6	250	Натриевая	1500
Всего				16440

На основе полученных данных, приведен расчет потребляемой мощности в летнее время и за зимнее время года. Результаты расчеты приведены в таблице 2.

$$P = P_H \cdot T \quad (1)$$

где P_H – номинальная мощность, Вт; T – время, ч

Таблица 2

Анализ потребляемой мощности ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ

Период	Лето	Зима
	кВт/ч	кВт/ч
За день	135,5	237,1
За месяц	4065,6	7114,8
За год	48787,2	85377,6

Как показывает нам расчеты можно заключить, в летний сезон потребляет меньше электроэнергию, чем зимний сезон. Весьма немаловажно иметь хорошо освещенную студенческого городка. Так как уличное освещение должно служить вопросам общественной безопасности. Однако крупномасштабные проекты по внедрению уличного освещения должны выполняться грамотно, потому что важно учитывать вопросы нормирования и энергоэффективности установок уличного освещения.

В результате проведенного исследования уличных освещений студенческого городка мы выяснили, что под 15% уличных светильников приостановили свою деятельность. Светильников старого образца надо модифицировать и приводить участок эксплуатационный режим. На наш взгляд было бы интересно дальнейшее исследование этого участка. Это могло бы быть изучение не только уличных освещений, но и уличных ламп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шашлов, А.Б. Основы светотехники: учебник / А.Б. Шашлов. – Москва: Логос, 2015. – 272 с.
2. Горохов, В.А. Инженерное благоустройство городских территорий и населенных мест: 4 изд. / В.А. Горохов, О.С. Расторгуев. – Москва: Стройиздат. // ЭБС Лань : [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/5703> (дата обращения: 27.10.2019).
3. ГОСТ Р 55706-2013 Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы. Стандарт введен в действие с 01 июля 2014 года.

УДК 537.868:613

ГРНТИ 45.03;39.25.15

Маркова М.Е., Калинина А.А., Князев Н.А., студенты, 3 курс
Научный руководитель – Черемисина С.А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СТУДЕНЧЕСКОМ ГОРОДКЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГАУ

Аннотация. В статье рассматривается один из способов измерения уровня электромагнитного излучения от электротехнических устройств, от чего зависит уровень электромагнитного излучения, влияние электромагнитных полей на организм человека и способы защиты от влияния данного вида излучения.

Ключевые слова: Электромагнитное поле, электромагнитное излучение, измеритель уровня, электромагнитный фон, напряжённость, вектор Умова-Пойнтинга.

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды - электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Задумавшись над этим вопросом, мы решили провести исследование влияние электромагнитных полей в студенческом городке Дальневосточного ГАУ. Наше внимание привлекли аудитории «Дальневосточного ГАУ» и комнаты общежитий.

Согласно утверждениям экспертов, длительное пребывание в электромагнитном поле может вызвать лейкемию у детей, способствует образованию раковых опухолей, влияет на репродуктивную систему и аномалиям плода у беременных женщин, умственной отсталости у детей, снижению иммунитета, а также негативно влияет на зрительную систему, органы пищеварения. Также отмечается негативное влияние на центральную нервную систему. Доказано, что электромагнитное излучение не только накапливается в организме человека, но и передается следующим поколениям.

Согласно нормам СанПиН оценка ЭМП промышленной частоты (ПЧ 50 Гц) осуществляется раздельно по напряженности электрического поля (ЭП), напряженности магнитного поля (МП) или индукции магнитного поля. Для населения предельно допустимый уровень электрического излучения составляет 25 В/м, магнитного излучения 0,2 мкТл [1].

Для измерения электромагнитного излучения мы использовали измеритель электромагнитного фона МЕГЕОН-07100. (рис.1)



Рис. 1. Измеритель электромагнитного фона МЕГЕОН-07100

1- ЖК-дисплей; 2- кнопка включения/выключения, 3 – кнопка переключения между режимами измерения электрического и магнитного излучения «ДИАПАЗОН», 4 – светодиод предупредительный «ВНИМАНИЕ», 5 – кнопка фиксации значения «УДЕРЖАТЬ», 6 – крышка отсека для батареи, 7 – приёмник.

Он способен измерять как электрическое, так и магнитное поле. Данный прибор используется для измерения и определения электромагнитного излучения внутри и вне зданий и помещений.

Для определения электромагнитных полей нами проведены измерения электрического и магнитного поля в корпусе №6 Дальневосточного ГАУ компьютерных аудиториях, лабораториях и комнатах общежития № 6.

Для расчёта электромагнитного поля мы использовали вектор Умова-Пойнтинга, который определяет вектор плотности потока энергии (Вт/м²):

$$\vec{S} = [\vec{E} \cdot \vec{H}] \quad (1)$$

где $\vec{E}$ - вектор электрического поля;

$\vec{H}$ - вектор магнитного поля.

Первым этапом нашего исследования было проведение измерений компьютерных аудиторий корпуса №6. Сначала нами были измерены электрический и магнитный фон компьютеров в аудитории 212 в выключенном состоянии. Результаты измерений показали, что оба поля отсутствуют. Далее, запустив все компьютеры, мы измерили излучения от мониторов и системных блоков ПК. Фон электрического поля так же, как и магнитного, завышен от мониторов и системных блоков всех компьютеров.

Данные измерений электромагнитного поля приведены на рисунке 2.

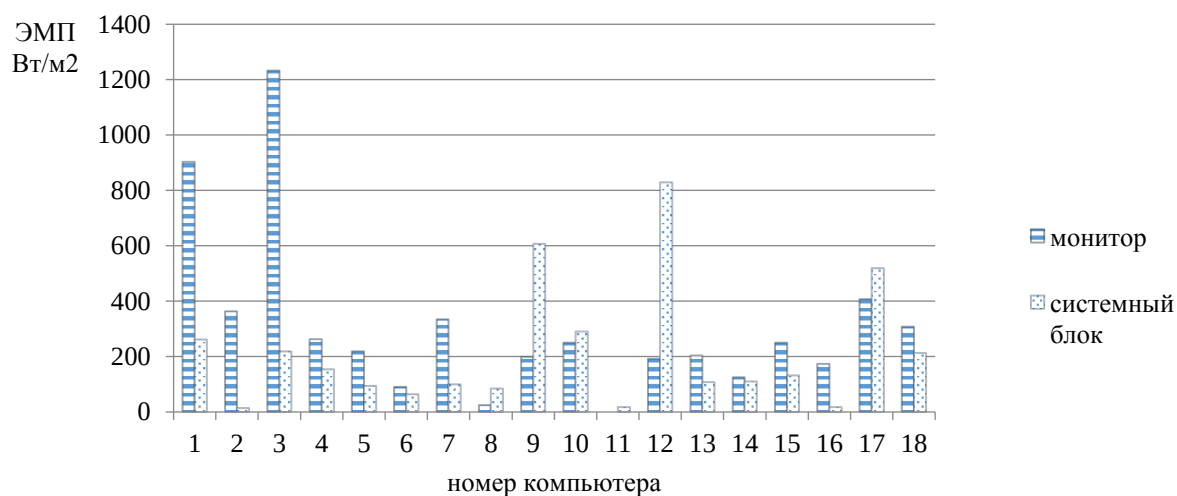


Рис. 2. Результаты измерений электромагнитного поля в компьютерном классе

Вторым этапом нашего исследования было измерение электромагнитного излучения от лабораторных стендов в лабораториях 6 корпуса «Дальневосточного ГАУ». В результате эксперимента мы наблюдали, что от новых лабораторных стендов изготовленных в 2019 году электромагнитного излучения не наблюдается, при измерении на стендах в лабораториях электротехники и электротехнологии мы наблюдали повышенный фон электрического и магнитного излучения, которые превышают нормативные значения. Но, так как лабораторные исследования проводятся в очень короткий промежуток времени, их можно применять в качестве учебного пособия для студентов. Результаты измерений представлены на рисунке 3.

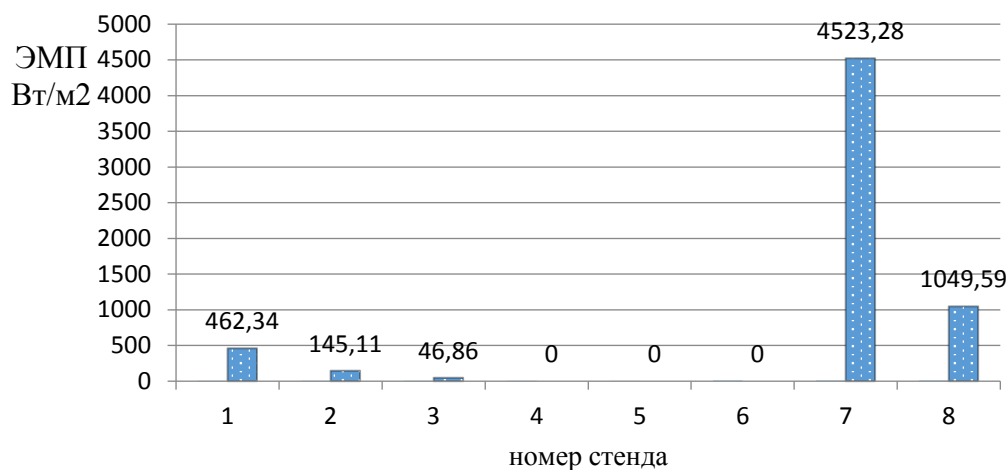


Рис. 3. Результаты измерений электромагнитного излучения от стендов лабораторий

Заключительным этапом нашего исследования стало проведение измерений электрического и магнитного поля в общежитии №6, где проживают студенты электроэнергетического факультета. При этом были исследованы несколько бытовых приборов, которыми пользуются в настоящее время большинство людей. Данные измерений представлены в таблице 2 и 3.

Таблица 2

Результаты измерений ЭМИ от бытовых приборов в общежитии №6.

Название	ЭП	МП	ЭМП	ЭП	МП	ЭМП
	В/м	А/м	Вт/м²	В/м	А/м	Вт/м²
	Включено			Выключено		
Холодильник						
LG	0	0	0	0	0	0
Саратов	1007	0	0	0	0	0
Бирюса-10	1118	0	0	0	0	0
Чайник						
Tefal	585	0,19	111,15	88	0	0
Aroma VES electric	560	0,46	257,6	114	0	0
Home element	982	0,03	29,46	236	0	0
Ноутбук						
DNS	1024	0,03	30,72	0	0	0
Lenovo	680	0	0	0	0	0
ASUS	385	0	0	0	0	0
Розетка						
1	482	0.13	62.66	-	-	-
2	286	0	0	-	-	-
3	1180	0	0	-	-	-
Микроволновая печь						
LG	90	13,76	1238,4	0	0	0
LG	681	15,19	10344,39	0	0	0
LG	810	14	11340	0	0	0

Таблица 3

Результаты измерения ЭМИ сотовых телефонов.

Название	ЭП В/м	МП А/м	ЭМП Вт/м ²	ЭП В/м	МП А/м	ЭМП Вт/м ²
	На зарядке			Режим разговора		
Samsung A50	901	0	0	0	1,99	0
iPhone 7	1128	0	0	0	0	0
Honor 10	79	1,77	139,83	0	0	0

Данное исследование показало, что самый большой электромагнитный фон наблюдался у микроволновой печи (данное значение 14256 Вт/м²). Почти все бытовые приборы в рабочем состоянии распространяют электрическое поле, значение которого превышает ПДУ в несколько десятков раз. В выключенном же состоянии они не имеют никакого излучения.

При измерении от телефонов в режиме зарядки мы наблюдали электрическое излучение больших значений, особенно от iPhone 7 E=1128 В/м. У телефона Samsung Galaxy A50 в режиме разговора наблюдается повышенное магнитное излучение, но только тогда, когда собеседник что-то произносит. Во время тишины динамика напряжённость магнитного поля равна 0 А/м. В выключенном состоянии и в режиме ожидания мобильные телефоны не излучают ни магнитного, ни электрического поля.

Электромагнитное поле – это не отъемлющая составляющая часть нашей повседневной жизни, но оно наносит непоправимый вред нашему здоровью. Но существуют способы защиты от его воздействия. Самые простые способы обезопасить себя - сократить расстояние до электромагнитного источника и время нахождения рядом с ним. Сделать перестановку приборов с повышенным электромагнитным фоном. От электрического поля нас часто защищают железобетонные стены и перекрытия, а вот от магнитного поля ПЧ защиты практически нет. Поэтому места отдыха и длительного пребывания (например, спальня, детская комната) должны быть удалены на максимальное расстояние от мощных бытовых источников поля и иметь минимальный набор электроприборов и бытовой техники. Необходимо приобрести для домашнего компьютера защитное устройство – экран. Время пребывания перед монитором необходимо сократить до 2 часов в сутки, а расстояние между пользователем и экраном должно быть не менее 2 м. При использовании бытовой техники можно обеспечить электромагнитную безопасность, если находиться от источника на расстоянии не менее 0,5 м или за защитным экраном-занавеской. Так же нужно следить за расположением розеток. Они не должны находиться вблизи кровати, т.к. создают большую опасность для человека, спящего под воздействием излучения в течение 7-10 часов. Сотовый телефон рекомендуется использовать не более 2 мин в одно включение и не более 2 часов в день, носить подальше от тела, например, в сумке или рюкзаке, а во время сна убирать телефон на расстояние 1,5-2 м от себя [5, 6]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). Санитарные правила и нормы» [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200001537> [Дата обращения: 05.12.2019].

2. ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения: 05.12.2019).
3. Аполлонский, С.М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях / С.М. Аполлонский, Т.В. Каляда, Б.Е. Синдаловский. – Москва: Политехника, 2008. – 264 с.
4. Биологическое действие излучений и клиника лучевой болезни. – Москва: Государственное издательство медицинской литературы, 2011. – 192 с
5. Сподобаев, Ю.М. Основы электромагнитной экологии / Ю.М. Сподобаев. – URL: <http://bookre.org/reader?file=770750&pg=4> (дата обращения: 05.12.2019).
6. Слукин, В.М. Техногенные электромагнитные излучения как фактор экологии населённых пространств / В.М. Слукин. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=15542539> (дата обращения: 05.12.2019).

УДК 533:004

ГРНТИ 29.17;50.41

Филимоненко А.В., студент, 1 курс

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ КОЛЬЦА - ДЕРЖАТЕЛЯ КОНУСА В ПРОГРАММЕ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2017, КАК ОДНОЙ ИЗ ДЕТАЛЕЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ РАНКА – ХИЛША, ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОЗДАНИЯ РАБОЧЕЙ МОДЕЛИ, ПОКАЗЫВАЮЩЕЙ ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА РАНКА - ХИЛША В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В данной статье показан полный процесс создания цифровой модели кольца - держателя конуса, второстепенной детали вихревой трубки Ранка - Хилша, в программе Autodesk Inventor Professional 2017. Главная цель данной статьи заключается в создании правильной цифровой модели, которая будет выполнять свою прямую функцию в вихревой трубке Ранка - Хилша, которая будет эксплуатироваться для демонстрации эффекта в газовой отрасли.

Ключевые слова: вихревой эффект, вихревая трубка, кольцо - держатель, конус, эффект Ранка - Хилша, трубка Ранка – Хилша

Автор в своей предыдущей статье [8] подробно описывал способ применения данного эффекта для газовой отрасли. Кольцо – держатель предназначено для выполнения следующей функции: в кольце создаются несколько отверстий, в которые продеваются проволоки, исходящие от конуса. Конус в свою очередь нужен для того, чтобы осуществлять понижение или повышение внутреннего давления в самой трубки.

Создание цифровой модели кольца - держателя стоит начать с запуска программы Autodesk Inventor Professional 2017. Первый шаг, который стоит проделать – это создать эскиз будущей детали (рис.1).

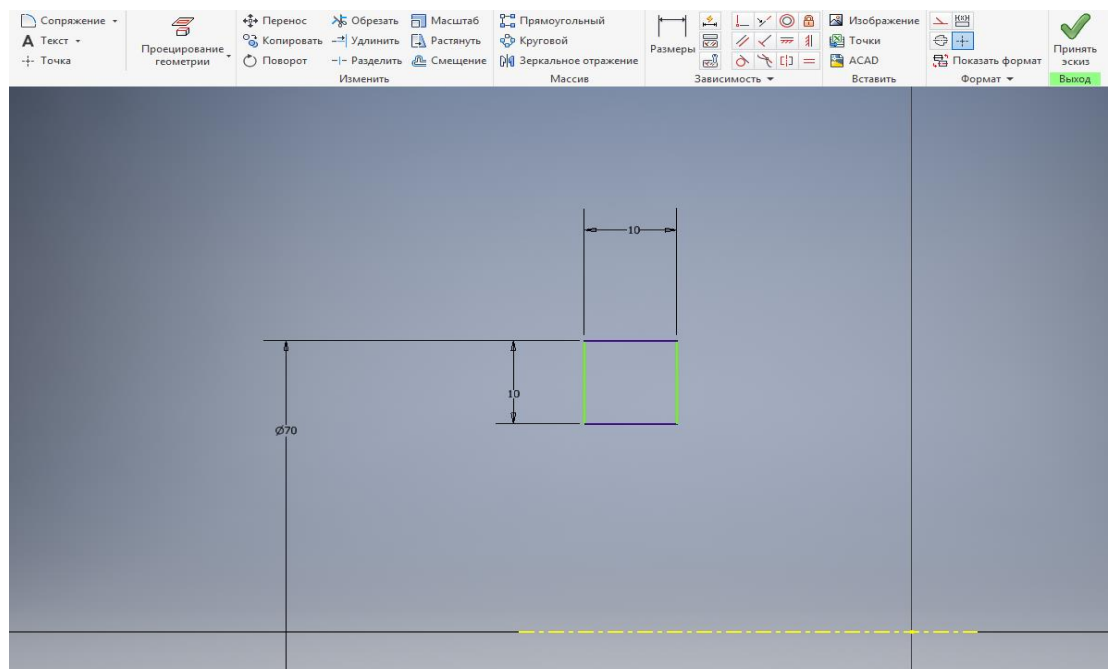


Рис. 1. Эскиз кольца – держателя конуса

После того, как мы создали эскиз детали, то стоит вызвать команду в программе Inventor «Вращение». Команда «Вращение» производит вращение вокруг оси «х» заданной 2D фигуры, создавая объемную деталь, кольцо-держатель (рис. 2).

Данная деталь будет надеваться на основную трубку вплотную, на расстоянии 150 мм от детали конуса. Следующим шагом мы создаем чертеж, который будет раскрывать функциональные особенности кольца – держателя (рис.3).

Таким образом моделирование в данной программной среде позволяет получить трехмерный объект и изготовить его с использованием 3D печати.

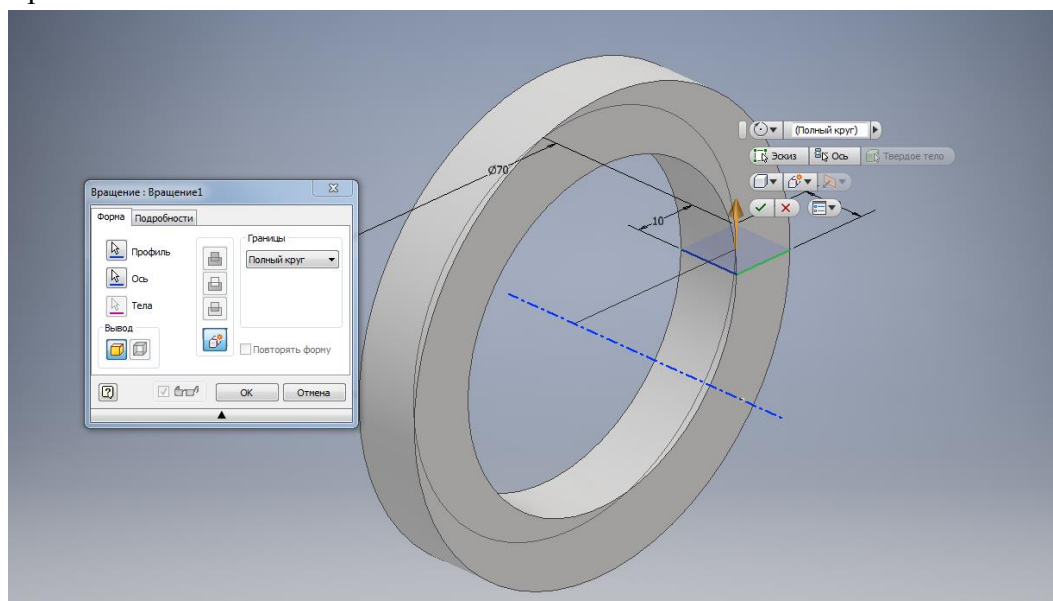


Рис. 2. Применение команды «Вращение»

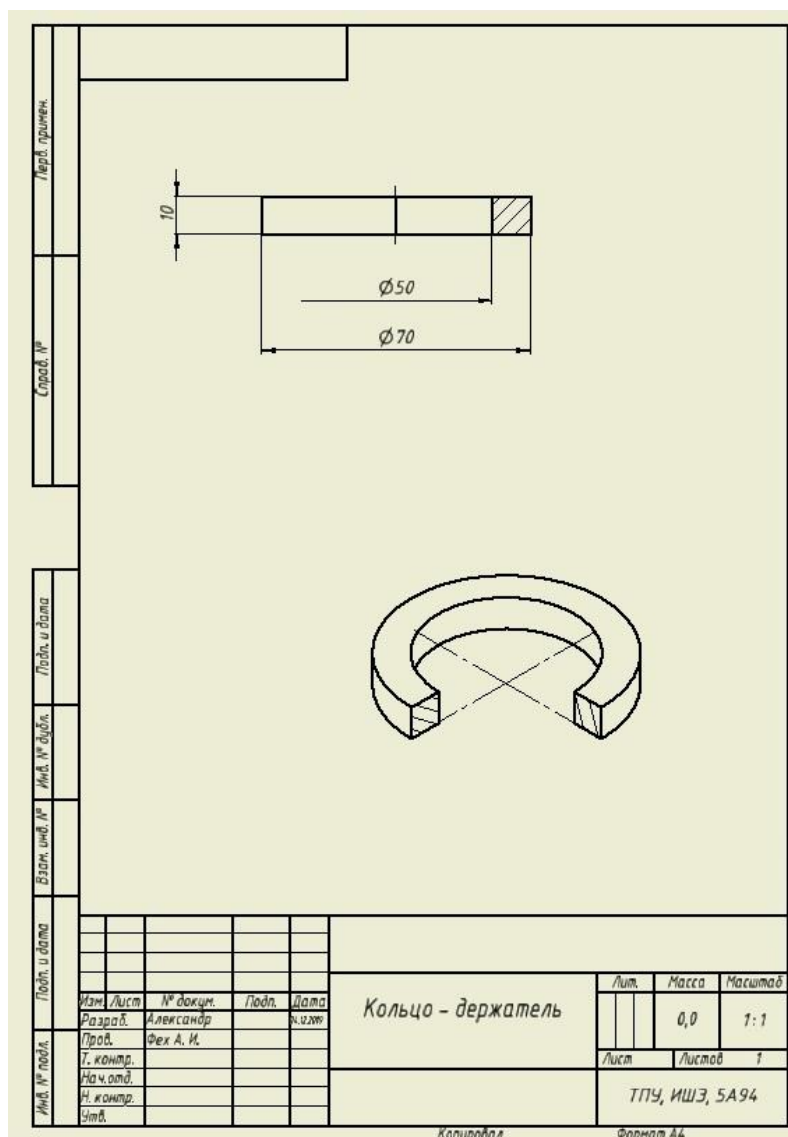


Рис. 3. Финальный чертеж кольца держателя

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике/ А. П. Меркулов. - Москва : Машиностроение, 1966. - 185с.
2. Уокер, Дж. Физический фейерверк / Дж. Уокер. - Москва : Мир, 1989. - 299с.
3. Гольдштик М.А., Штерн В.Н., Яворский Н.И., Вязкие течения с парадоксальными свойствами, Новосибирск: Наука, 1989. – 336 с.
4. Пиралишвили Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения/ Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев / Под. ред. А.И. Леонтьева. – М.: УНПЦ «Энергомаш», 2000. – 412 с.
5. Коркодинов Я.А., Применение эффекта Ранка-Хильша // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – № 4. – С. 42–54.
6. Gronner J. Successful experience with vortex tube technology at the epe cavity storage of RWE Energy // 23rd World Gas Conference.– Amsterdam,2006. – 11 p.

7. Курнайкин В.В. Форкамерный роторный двигатель внутреннего сгорания // Патент России № 2387851. 2010. Бюл. № 33.

8. Филимоненко А. В., Ризаев И. А. Применение вихревого эффекта Ранка – Хилша в газовой отрасли // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики: в 2 т. Том 2 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень : ТИУ, 2019. – 387 с.

УДК 621.311.26

ГРНТИ 44.37,44.39

Местников Н.П., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Нуруллин Э.Г., д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО КГЭУ, г. Казань

КОМБИНИРОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Аннотация. Представлены результаты исследования по выявлению территорий Дальнего Востока и Арктики для эффективного использования солнечной и ветровой энергии наряду с традиционными источниками электроэнергии. Обоснована возможность создания и использования гибридной электростанции на основе ветроэнергетической установки и солнечных батарей для полного потребного обеспечения дешёвой электроэнергией труднодоступных населённых пунктов и сельскохозяйственных предприятий Дальнего Востока и Арктики в течении всего года. Обозначены перспективы дальнейшей разработки данного направления исследований.

Ключевые слова: электроснабжение, электростанция гибридная, ветроэнергетическая установка, солнечные батареи.

Проблема эффективного энергообеспечения труднодоступных объектов жизнедеятельности людей не потеряла актуальность и сегодня. Особенно это востребовано на Дальневосточных землях и Арктических территориях Российской Федерации.

В 2016 году был принят Федеральный закон №119 от 22.04.2016 «О Дальневосточном гектаре», согласно которой каждый гражданин РФ мог получить по одному гектару в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) для ведения сельского хозяйства или малого бизнеса в течение 5 лет с рядом налоговых льгот. К концу 2017 года было отдано более 31 тыс. участков на пользование. Однако после трёх лет действия данного закона основные цели не были достигнуты. Одной из основных причин отсутствие электроэнергии, газо-, тепло- и водоснабжения на выделяемых участках. Например, для большинства участков расстояние от линий электропередач (0,4 кВ) составляет в среднем около 10 километров. Эти условия неприемлемы для начинающих фермеров.

В условиях Арктики основная деятельность сельскохозяйственного населения – промысловая охота, рыболовство, оленеводство. Например, по данным Министерства по развитию Арктики Республики Саха (Якутия), в северной части республики проживают 214 кочевых семей с общей численностью 931 человек [1]. Электроснабжение этих семей осуществляется в основном дизель-генераторными установками (ДГУ), использование которых имеет множество технологических и экономических недостатков, связанных с стоимостью, доставкой, хранением, перемещением топлива.

Поэтому, поиск, разработка и обоснование, альтернативных источников электроснабжения труднодоступных районов Дальнего Востока и Арктики с целью повышения жизненного уровня, проживающего там населения и обеспечения эффективной хозяйственной деятельности является актуальной задачей. Одним из основных направлений решения данной задачи выступает комбинированное электроснабжение с использованием солнечной и ветровой энергии.

Цель исследования. Обоснование возможности комбинированного электроснабжения труднодоступных районов Дальнего Востока и Арктики на основе ветроэнергетических установок (ВЭУ) и солнечных батарей (СБ).

Материалы и методы. В работе использованы официальные данные по солнечной активности и среднегодовой скорости ветра в регионах Российской Федерации, материалы исследований других авторов по данному направлению [2 - 9], некоторые результаты собственных исследований по данному направлению [10].

При проведении исследований приложены известные общенаучные методы обобщения, абстрагирования, анализа, синтеза изученных материалов и методологические подходы, изложенные в работе [10].

Результаты и обсуждение. С целью выявления возможности использования солнечной и ветровой энергии для электроснабжения труднодоступных регионов Дальнего Востока и Арктики, по картам активности солнечного излучения и сравнения продолжительности солнечных дней в году определены районы, где возможно эффективное внедрение технических средств, предназначенных для преобразования солнечной энергии в электрическую.

Выполнены также исследования по анализу розы ветров и среднегодовой скорости ветра в регионах Российской Федерации и выявлены географические местности, где возможно эффективное внедрение ветроэнергетических установок.

В результате сопоставления выявленных территорий, определены, где возможно наиболее эффективное комбинированное использование солнечной и ветровой энергии в дополнение к уже применяемым традиционным источникам электроэнергии (централизованные линии электропередач, дизель-генераторы, аккумуляторные батареи). Полученные местности с указанием их границ представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Карта территорий Дальнего Востока и Арктики где возможно использование солнечной и ветровой энергии для их электроснабжения

Как видно из представленного рисунка наиболее эффективное использование солнечной и ветровой энергии для энергоснабжения труднодоступных районов Дальнего Востока и Арктики возможно вдоль северной части Якутии вдоль реки Лена и побережья Охотского моря Магаданской области и Хабаровского края.

В этих областях среднегодовая скорость ветра составляет более 5 м/с, что обеспечивает эффективную работу ВЭУ разного типа как по конструкции, так и по мощности. Показатель солнечной инсоляции до 3,5 кВт·ч/м² в год, а продолжительность солнечного сияния более 2000 часов в год, что позволяет эффективное использование солнечной энергии на основе СБ с разными конструктивными параметрами.

Это свидетельствует о том, что в данных районах для электроснабжения производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств и быта населения наряду ДГУ возможно комбинированное использование солнечной и ветровой энергии. Технически это может быть осуществлено в составе гибридной электростанции (ГБЭС) с соответствующей коммуникацией и оборудованием.

Использование всех трёх источников электроэнергии: ДГУ, солнечной и ветровой в составе ГБЭС в зависимости от природно-климатических условий, запаса топлива, потребности электроэнергии для производственных и бытовых нужд может осуществляться по следующим схемам:

- одновременное использование всех трёх источников;
- использование только одного источника;
- использование только солнечных батарей (СБ) и ветроэнергетических установок (ВЭУ);
- использование только СБ и ДГУ;
- использование только ВЭУ и ДГУ.

По нашей гипотезе наиболее целесообразным с точки зрения экономики и экологии является схема № 3.

С целью обоснования предложенного подхода и выдвинутой гипотезы в конкретных условиях были проведены исследования солнечного освещения и скорости ветра за последние 10 лет (2009 - 2019.гг.). на примере с. Кыстатыам расположенного на севере Якутии в районе, где область входит в северный бассейн реки Лена. На основе обработки официальной статистической информации получены средние значения количества ясных, облачных, пасмурных дней по месяцам в году. Результаты данных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние значения количества ясных, облачных, пасмурных дней по месяцам в году за 2009-2019 гг. в селе Кыстатыам Якутии

Состояние погоды	Месяцы в году											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ясно	25	24	24	22	15	17	20	19	17	15	25	28
Облачно	3	1	3	4	8	7	4	5	6	6	2	2
Пасмурно	3	3	4	4	8	6	7	7	7	10	3	1

Рассчитаны также средние значения скорости ветра по месяцам, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2

Средние значения скорости ветра по месяцам в году за 2009-2019 гг. в селе Кыстатыам Якутии

Месяцы в году	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средняя скорость ветра, м/с	5,9	4,5	5,5	3,8	4,3	5,1	5,7	5,6	4,7	6,1	4,6	5,2

Для полученных расчётных средних значений спроектирована ГБЭС по схеме № 3 (без ДГУ) с общей мощностью 1,9 кВт, на основе ВЭУ с мощностью 1 кВт и СБ из трёх панелей по 0,3 кВт. Выбор оборудования производился на основе стойкости работы аппаратов в условиях низких температур от -35°C до $+40^{\circ}\text{C}$. На основе данных таблиц 1 и 2 определены теоретические значения генерации ГБЭС при работе по схеме №3 «ВЭУ+СБ» на данной местности за каждый месяц. Определены также средние значения

потребления электроэнергии по каждому месяцу. По этим данным построена комбинированная наложенная диаграмма (рис. 2). Красным цветом обозначен диаграмма генерации ГБЭС, а синим – диаграмма потребления. По горизонтальной оси – номера месяцев в году, по вертикальной – величина генерации в кВт·ч.

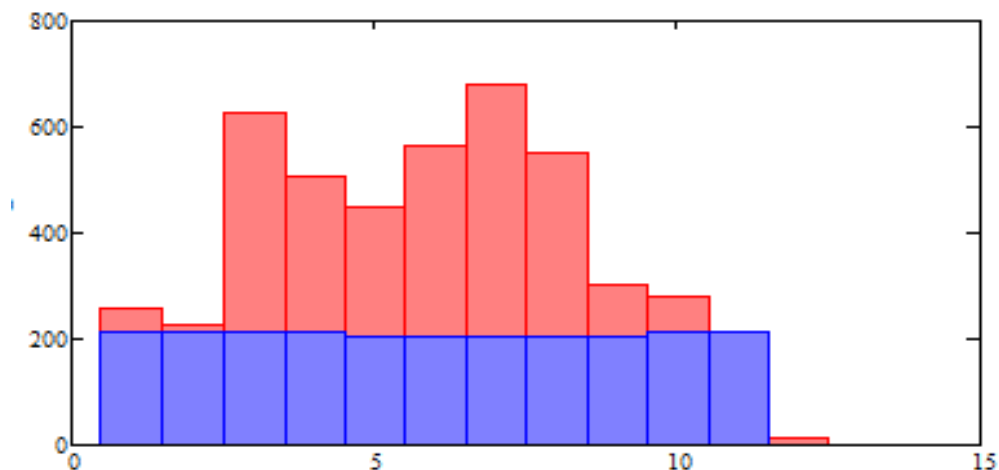


Рис. 2. Комбинированная наложенная диаграмма генерации ГБЭС и нагрузки потребителя

Как видно из рисунка с января по октябрь месяцы включительно генерация ГБЭС по схеме №3 «ВЭУ+СБ» полностью обеспечивает потребности в электроэнергии рассматриваемого населённого пункта. Причём с марта по август включительно наблюдается двукратное превышение генерации над потреблением, что даёт возможность накопления выработанной энергии.

С другой стороны, ноябрь и декабрь месяцы дают генерацию в разы меньшую чем потребность. Это объясняется низкой (-35°C и ниже) температурой воздуха в этот период, что не позволяет эффективно использовать имеющиеся мощности ГБЭС. Однако недостаток генерации в эти два месяца можно компенсировать использованием аккумуляторных батарей (АКБ), которые можно заряжать избытком электроэнергии, выработанным за предыдущие месяцы.

Выявлены территории Дальнего Востока и Арктики, где возможно наиболее эффективное комбинированное использование солнечной и ветровой энергии в дополнение к уже применяемым традиционным источникам электроэнергии.

Обоснована возможность эффективного использования ГБЭС на основе ВЭУ и СБ для полного потребного обеспечения электроэнергией в течении всего года, что будет обеспечивать экономию топлива, при использовании ДГУ и снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

В перспективе необходимо выполнить теоретические и экспериментальные исследования по созданию математической модели, которая будет учитывать все факторы, обеспечивающие эффективную работу ГБЭС «ВЭУ+СБ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техничко-экономические показатели РЭС северных районов РС(Я) на 01.01.2018 Министерство ЖКХ и энергетики РС(Я).
2. Приоритетные направления, ключевые технологии и сценарии развития систем накопления энергии / Л.В. Калимуллин, Д.К. Левченко, Ю.Б. Смирнова, Е.С. Тузикова // Вестник ИГЭУ. – 2019. – №. 1. – С. 42-54.
3. Single-Wire Resonant Electric Power Systems for Renewable-Based Electric Grid / D.S. Strebkov, A.I. Nekrasov, V. Trubnikov // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development / ed. by V. Kharchenko, P. Vasant. – USA, PA, Hershey: IGI Global, 2018. – P. 449–474. – ISBN 9781522538677. – DOI: 10.4018/978-1-5225-3867-7.ch019. – URL: <https://www.igi-global.com/gateway/chapter/201348?accesstype=complimentarycopy>
4. The Features of the Work of Wind-Receiving Devices on Different Speeds of the Wind Flow / S.S. Dorzhiev, E.G. Bazarova, K.S. Morenko // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development / ed. by V. Kharchenko, P. Vasant. – USA, PA, Hershey: IGI Global, 2018. – P. 383–393. – ISBN 9781522538677. – DOI: 10.4018/978-1-5225-3867-7.ch016.
5. Хэ Кай. Вклад возобновляемой энергетики Китая в формирование глобального технологического цикла / Хэ Кай, Су Линь, Э.Н. Воронков // Вестник МЭИ. – 2018. – №6. – С. 43-50.
6. Огороков, Р.В. Тенденции и последствия развития мирового топливно-энергетического комплекса / Р.В. Огороков // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №. 1. – С. 75-86.
7. Arbuzov, Y.D. Ultimate efficiency of Cascade Solar Cells Based on Homogeneous Tunnel-Junction Structures in CPV Systems / Y.D. Arbuzov, V. M. Evdokimov, O. V. Shepvalova // AIP Conf. Proc. – Vol. 1814, 020075. DOI: 10.1063/1.4976294 Web of Science, SCOPUS.
8. Воронков, Э.Н. Солнечная энергетика может стать одним из ключевых факторов формирования нового технологического цикла / Э.Н. Воронков // Промышленная энергетика. – 2017. – № 4. – С. 48-53.
9. Optimization of design parameters and the light intensity of the semiconductor solar cells internal losses in systems with concentrated radiation / Yu.D. Arbuzov, V.M. Evdokimov, V.A. Majorov, L.D. Saginov, O. Shepvalova // 44 National Solar Conference, April 1, 2015. Energy Procedia 741543-1550. Web of Science
10. Местников, Н.П. Разработка децентрализованной системы электроснабжения малых сел гибридных станций / Н.П. Местников, Э.Г. Нуруллин // Материалы XIV Международной научно-технической конференции «Проблемы совершенствования топливно-энергетического комплекса». – Саратов: Издательство: СГТУ им. Гагарина Ю.А. – С. 110 –115.

УДК 621.644
ГРНТИ 67.13.29

Савин Н.В., магистрант, 3 курс
ФГБОУ ВО СамГТУ, г. Самара
Чушкина В.В., магистрант, 2 курс
ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов
Научный руководитель – Черных В.К., ст. преподаватель
ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

ПРОБЛЕМА НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС ТРУБОПРОВОДОВ

Аннотация. В статье рассмотрены и проанализированы причины коррозионного износа металлических конструкций трубопроводов. Цель работы – повышение внимания общественности и научного мира к проблемам безопасной эксплуатации объектов энергетики. Освещены и проанализированы некоторые известные аварии трубопроводов, вызванные коррозионным износом, сделаны выводы по предотвращению их в будущем.

Ключевые слова: коррозионный износ, трубопровод, нефтепровод, металл, агрессивная среда, мониторинг, антикоррозионная защита.

В России и мире одной из значительных проблем энергетической и транспортной отраслей является коррозионный износ [2]. В частности, износ трубопроводов, эксплуатирующихся в агрессивных средах. Хотя значительное число металлических трубопроводов в той или иной степени защищаются от коррозии, тем не менее, защита производится несвоевременно, некачественно и срок её службы не всегда продолжительный. В связи с этим, конструкции трубопроводов подвержены коррозионному износу. Причем, коррозионные разрушения трубопроводов могут происходить:

- в грунте;
- в атмосфере, на поверхности земли;
- в зонах переменного увлажнения;
- внутри промышленных зданий, в том числе со специфической атмосферой, содержащей агрессивные компоненты и т.д. [4].

В конечном счете, механизмы коррозии, в зависимости от вида сред, могут быть разные, но с феноменологической точки зрения, все они приводят к двум видам воздействия:

- изменение геометрии конструкции (размеры и формы);
- изменение механических характеристик материала [1, 6-13].

Трубопроводы – самый быстрый способ доставки жидкостей и газообразных веществ. Коррозия трубопроводов может быть, как химической, обусловленной контактом металла с химически активными компонентами без возникновения и прохождения по трубопроводу электрического тока; так и электрохимической, которая

характеризуется растворением и разрушением металла при взаимодействии с окружающей средой, сопровождающимся возникновением и прохождением электрического тока. Помимо указанных видов коррозионного разрушения, трубопроводы вдобавок подвержены биокоррозии, на долю которой приходится значительное разрушение трубопроводов.

Коррозии может быть подвержена как внешняя сторона стенки трубопровода, так и внутренняя. На коррозию внешней стороны стенки обычно влияют следующие факторы:

- температура среды;
- агрессивность среды (солевой состав, щелочность, состав почвы и т.д.);
- состав и состояние защитного покрытия (если оно имеется);
- наличие блуждающих токов;
- напряжения в металле.

Наиболее активное воздействие происходит в особенных точках конструкций, таких как сварные швы, изгибы, места изменения толщины металла и места деформаций.

Коррозия трубопроводов с внутренней стороны стенки может быть обусловлена влиянием следующих факторов:

- составом транспортируемой продукции (её обводненностью, наличием газов, углекислоты);
- наличием взвешенных частиц (например, песок или уже имеющиеся продукты коррозии);
- осадками солей железа и кальция на стенках;
- неоднородностью металла, а также наличием на нем щелей (например, при плохом проваре сварных швов) и др.

Отечественные трубопроводы для транспортировки воды, нефти, газа и др. веществ являются самыми протяженными в мире, уступая лишь США. Тем не менее, техническое состояние их оставляет желать лучшего. По некоторым данным, износ отечественных трубопроводов составляет 50-70%. Данная ситуация, помимо явного экономического и экологического ущерба, в свою очередь приводит и к человеческим потерям.

Европейские эксперты выделяют три наиболее важные причины возникновения аварийных ситуаций [3]:

- внешние воздействия на трубопроводы (36%);
- коррозионные процессы (29%);
- механические повреждения (24%).

Согласно данным [5], основные причины аварий на магистральных трубопроводах это:

- внешние воздействия – 34,3%,
- брак при строительстве – 23,2%,
- наружная коррозия – 22,5%,
- брак при изготовлении труб и оборудования на заводах – 14,1%,
- ошибочные действия персонала – 3%.

Из различных источников видно, что на долю коррозии приходится около четверти аварий трубопроводов, что составляет немалую цифру. Рассмотрим некоторые из них.

В августе 1994 года на нефтепроводе Возей -Головные сооружения АО «Коминнефть» (Усинский район Республики Коми) произошла крупная авария. В результате аварии на грунт и ближайшие водотоки вылилось около 14 тонн нефти [5].



Рис. 1. Последствия прорыва нефтепровода в респ. Коми в 1994 году

С 1975 года, когда трубопровод был только запущен, коррозионная защита не осуществлялась в должном объеме, а также не проводились необходимые ремонтные работы. В 1988 году произошла первая разгерметизация трубопровода, после чего было принято решение периодически закачивать в него ингибиторы коррозии, а также установить катодные станции электрохимзащиты. Эти мероприятия выполнялись частной компанией, и должного надзора за ними не было. Тем не менее, за два года до аварии, в 1992 году, было проведено обследование данного трубопровода, которое выявило значительные коррозионные повреждения. Было принято решение, что на особо коррозионных участках, необходимо снизить давление с 25 кг/см^2 до $7,5 \text{ кг/см}^2$. Но данные мероприятия не принесли результата и аварии было не избежать.



Рис. 2. Прорыв трубопровода в респ. Коми

По версии международной организации «Гринпис», причиной аварии могло послужить и то, что по проектным документам трубопроводы рассчитаны на перекачку нефтепродуктов с низкой коррозионной активностью. Несмотря на это, по ним транспортировалась коррозионно-активная жидкость, что создало дополнительную агрессивную среду. В свою очередь, коррозионные процессы ускорили развитие таких факторов, как низкие температуры и механические напряжения в трубопроводе.

В 2006 году на участке нефтепровода «Дружба» (эксплуатируется с 1964 года) из-за коррозионного износа металлических труб произошла авария, вследствие которой было загрязнено почти 10 км² местности. Утечка нефти составила около 48 м³ [5].

Еще одна из крупнейших в мире аварий нефтепроводов, связанная с коррозией металла, произошла в 1998 году в Нигерии, на нефтепроводе компании Exxon Mobil. В результате аварии, в Атлантический океан попало 14 тыс.т. нефти. На протяжении 200 км побережья вода была покрыта черной нефтяной пленкой.

Вышеперечисленные аварии – лишь малая доля от общего числа, произошедших по причине коррозионного износа металла. Коррозия металлоконструкций труб вызвана, прежде всего, низким качеством заводского изготовления труб (различные дефекты, микротрещины, расслоения металла, заусенцы, риски и т.д.); цикловым и программным нагружением металла, остаточными напряжениями в металле, гидроударами, ну и конечно наличием агрессивных компонентов как во внешней среде, так и в транспортируемой жидкости [3].

Для предотвращения аварий трубопроводов в будущем, необходимо обеспечивать своевременную и долгосрочную антикоррозионную защиту, а также осуществлять качественный и своевременный мониторинг металлоконструкций труб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chernykh, V.K. Bearing capacity and life time of multielement structures exposed to corrosive wear / V.K. Chernykh, I.I. Ovchinnikov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 451 (2018) 012062 – P.1-5. doi: 10.1088/1757-899X/451/1/012062
2. Financial losses of electric power industry, caused by corrosion wear designs lighting poles / Y.I. Korobov, S.B. Muhambetov, N.N. Laskov, Shveikin I.E., Chernykh V.K. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 537 (2019) 062082 – P.1-6. doi: 10.1088/1757-899X/537/6/062082
3. Мокроусов, В.И. К вопросу об авариях магистральных нефтепроводов / В.И. Мокроусов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – Москва: Научное издательство «Институт стратегических исследований». – 2015. – №11-1. – С. 175-180.
4. Овчинников, И.Г. Модель деформирования подземного трубопровода с коррозионными повреждениями в зоне активных тектонических разломов / И.Г. Овчинников, С.Р. Баширзаде // Трубопроводный транспорт 2017: тезисы докладов XII Международной учебно-научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 471 с.
5. Черных, В.К. Коррозийный износ трубопроводов, его причины и последствия / В.К. Черных // Сборник материалов I Международной научно-технической конференции «Долговечность и надежность строительных материалов и конструкций в

эксплуатационной среде». – Москва: Издательство Национального исследовательского ядерного университета (МИФИ), 2017 – С.575-580.

6. Черных, В.К. Коррозионные повреждения металлических конструкций транспортных сооружений / В.К. Черных // Материалы XII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России». – Волгоград: Издательство ВолГТУ, 2018 – С.87-91.

7. Черных, В.К. Моделирование коррозионно-механического поведения многоэлементных металлических конструкций транспортных сооружений в реальных условиях эксплуатации / В.К. Черных // Транспортные сооружения. – 2019 – № 3. – URL: <https://t-s.today/PDF/22SATS319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/22SATS319.

8. Черных, В.К. Оценка долговечности металлических конструкций транспортных сооружений в условиях воздействия агрессивных эксплуатационных сред / В.К. Черных // Материалы Международной научно-практической конференции «Прогресс транспортных средств и систем - 2018». – Волгоград, 2018 – С.297-298.

9. Черных, В.К. Прогнозирование поведения многоэлементных металлических конструкций транспортных сооружений в реальных условиях эксплуатации / В.К. Черных // Техника и технология транспорта. 2019. – № 11. – С. 19. – URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N11-19PTC19.pdf>.

10. Черных В.К. Проблемы энергетики, связанные с коррозионным износом трубопроводов / В.К.Черных, В.В. Чушкина // Colloquium-journal. – 2019 – №22 (46). – С. 49-52.

11. Чушкина, В.В. Воздействие коррозионного износа на безопасную эксплуатацию трубопроводов / В.К. Черных, В.В. Чушкина // Материалы II Международной научно-практической конференции «Наука и образование: достижения и перспективы». – Самара; Саратов: Филиал СамГУПС в г. Саратове, 2019 – С.56-62.

12. Чушкина, В.В. Проблемы электроэнергетики, вызванные коррозионным износом опор ЛЭП / В.В. Чушкина, В.К. Черных, С.Б. Мухамбетов // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2019– С.74-76.

13. Чушкина, В.В. Оценка долговечности металлических конструкций опор линий электропередач / В.В. Чушкина // Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций». – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2019 – С.470-475.

УДК 620.93
ГРНТИ 44.37.44.39

Соломина А.С., студент
ФГБОУ ВО ИГУ, г. Иркутск

Научный руководитель – Соломин С.В., канд. техн. наук, старший научный сотрудник
ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА И СОЛНЦА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

Аннотация. Одним из путей перехода к энергетике устойчивого развития может стать развитие водородной энергетики. Обсуждаются вопросы, связанные с применением ветровой и солнечной энергии для производства водорода.

Ключевые слова: водород, водородная энергетика, ветроэнергетические установки, фотоэлектрические преобразователи, возобновляемые источники энергии.

Одним из основных путей перехода к энергетике устойчивого развития является развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и водородной энергетики [1-4]. Данные о современных масштабах использования ВИЭ представлены в таблице.

Таблица

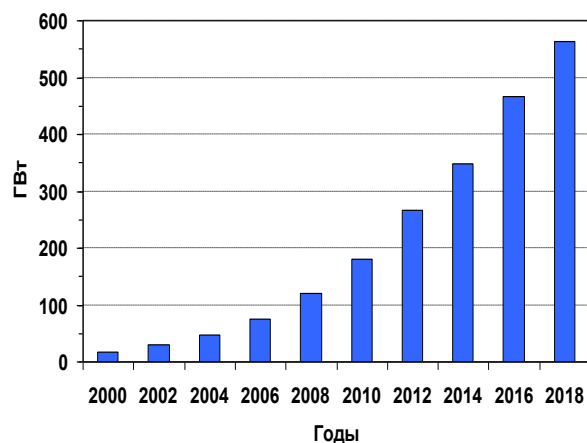
Установленные мощности ВИЭ в мире (2018), МВт

	ГЭС	ВЭС	СЭС	Другие ВИЭ	Всего
Мир	1171612	563726	485826	129592	2350755
Россия	50122	106	546	1450	52224

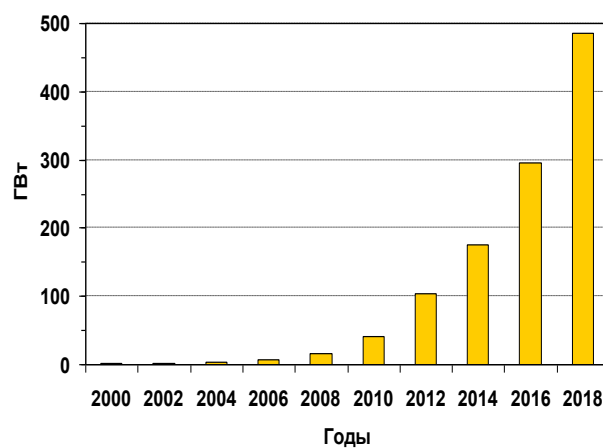
Примечания: ГЭС – гидроэлектростанции, СЭС – солнечные электростанции, ВЭС – ветровые электростанции.

Мировым лидером в использовании ВИЭ является Китай (около 30 % мощностей всех типов ВИЭ, в том более трети мощностей ветроэлектрических установок и солнечных электростанций) [5]. Среди ВИЭ наибольшими темпами развиваются солнечная и ветровая энергетика. За последние 10 лет установленные мощности ВЭС выросли почти в 5 раз, а СЭС – в 30 раз (рис. 1).

Несмотря на малые масштабы нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергетике России, в последние годы предпринимаются меры для их развития. В частности, в 2013 г. Программой Правительства Российской Федерации по стимулированию развития ВИЭ поставлена задача ввести в действие и подключить к энергосистеме 3,6 ГВт ветроэлектрических установок (ВЭУ) и 1,52 ГВт фотоэлектрических преобразователей (ФЭП).



а)



б)

Рис. 1. Установленные мощности ВЭС (а) и СЭС (б) в мире по годам, ГВт

Для производства водорода в промышленных масштабах могут использоваться органические топлива (нефть, природный газ), однако с позиций устойчивого развития целесообразно использование ядерной энергии и возобновляемых источников энергии [4]. Одним из самых эффективных способов производства водорода является использование энергии ветра и солнца [6-9].

ВЭУ и ФЭП при этом могут использоваться как для крупномасштабного производства водорода, так и для сглаживания существенно неравномерной выработки электроэнергии от ВИЭ при их применении в составе автономных систем электроснабжения [9].

Водород производится электролизёром с использованием электроэнергии, произведённой ВЭУ и ФЭП. Система производства водорода включает в себя блок электролизных ячеек, компрессор и систему контроля и автоматики. Произведённый водород хранится под давлением и может в дальнейшем использоваться для покрытия электрической нагрузки при использовании турбины на водороде [10].

Приведённые в работе [10] оценки показывают, что гибридные ветро-солнечные гибридные установки с аккумулярованием водорода могут вырабатывать электрическую энергию стоимостью до 30-120 €/МВт·ч в 2030 г. (рис. 2) с дальнейшим снижением этого показателя в 2050 г.

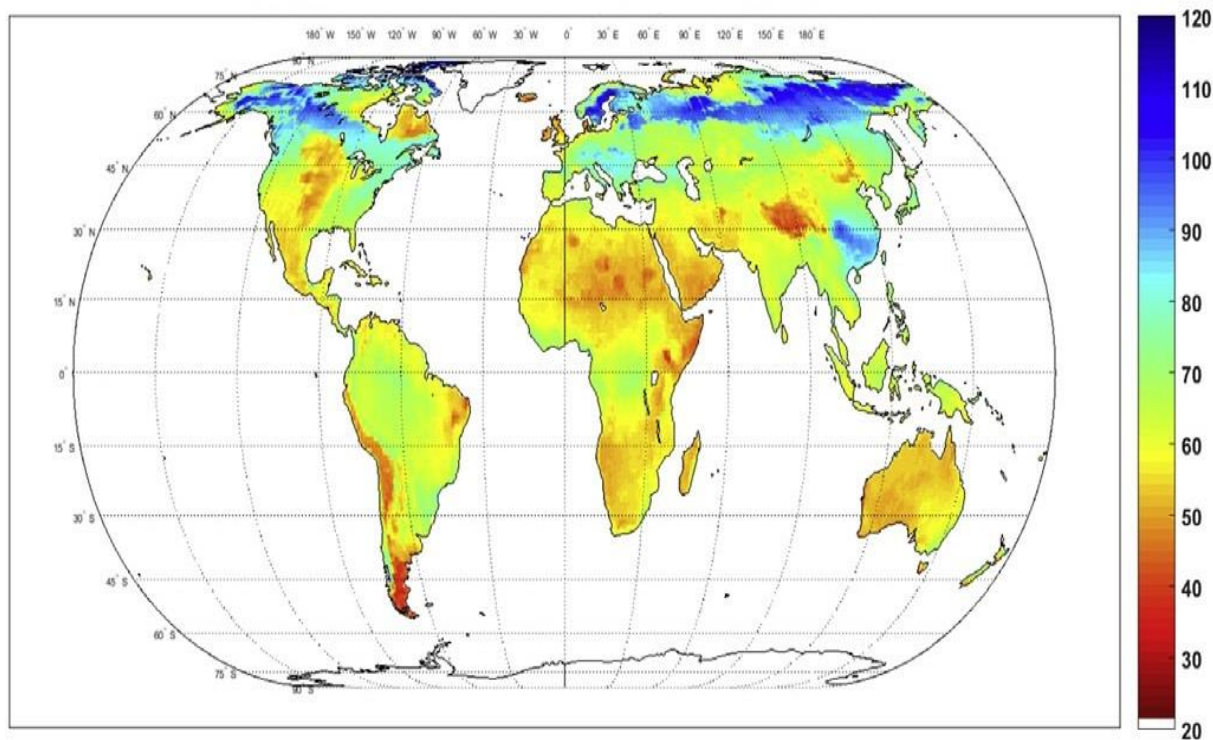


Рис. 2. Прогнозная стоимость электроэнергии гибридных ветро-солнечных установок с аккумулярованием водорода, €/МВт·ч

Таким образом, совместное применение ветровых и солнечных установок с аккумулярованием водорода и его использованием в турбинах является перспективной энергетической технологией, в том числе для некоторых регионов России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев, Л.С. Исследование долгосрочных тенденций развития энергетики России и мира / Л.С. Беляев, О.В. Марченко, С.В. Соломин // Известия РАН. Энергетика. – 2011. – № 2. – С. 3-11.
2. Марченко О.В. Системные исследования эффективности возобновляемых источников энергии / О.В. Марченко, С.В. Соломин // Теплоэнергетика. – 2010. – № 11. – С. 12-17.
3. Марченко, О.В. Исследование долгосрочных перспектив использования возобновляемых источников энергии для децентрализованного энергоснабжения / О.В. Марченко, С.В. Соломин. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2006. – 62 с.
4. Marchenko O.V. The future energy: hydrogen versus electricity / O.V. Marchenko, S.V. Solomin // International Journal of Hydrogen Energy. – Vol. 40. – №10. – P. 3801-3805.
5. Renewable Energy Statistics 2019. – Abu Dhabi: IRENA, 2019. – 60 p.

6. Марченко, О.В. Экономическая эффективность ветроэнергетических установок в системах электро- и теплоснабжения / О.В. Марченко, С.В. Соломин. – Иркутск, 1996. – 28 с.
7. Марченко О.В. Выбор параметров ветроэнергетической установки / О.В. Марченко, С.В. Соломин // Электрические станции. – 1994. – № 8. – С. 46-48.
8. Марченко О.В. Оптимизация автономных ветродизельных систем энергоснабжения / О.В. Марченко, С.В. Соломин // Электрические станции. – 1996. – №10. – С. 41-45.
9. Marchenko O.V. Modeling of hydrogen and electrical energy storages in wind/PV energy system on the Lake Baikal coast / O.V. Marchenko, S.V. Solomin // International Journal of Hydrogen Energy. – 2017. – Vol. 42. – №. 15. – P. 9361-9370.
10. Fasihi M., Baseload electricity and hydrogen supply based on hybrid PV-wind power plants / M. Fasihi, C. Breyer // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 243. – № 118466.

УДК 620.9

ГРНТИ 44.37,44.39

Трибунский М.М., магистрант, 3 курс

Научный руководитель – Черных В.К., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

ВОЗМОЖНОСТЬ УСТРОЙСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Аннотация. В статье рассмотрены и проанализированы вопросы установки возобновляемых источников энергии на мостовые сооружения. Цель работы – покрытие энергозатрат, необходимых для безопасного функционирования мостового сооружения и повышения его долговечности. Рассмотрены основные виды источников возобновляемой энергии.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, мостовое сооружение, мониторинг, пьезогенератор, солнечная батарея, гидротурбина, ветрогенератор.

Мостовое сооружение, являясь сложной структурой, требует непрерывной подачи электроэнергии. В первую очередь, как всем известно, для освещения проезжей части. Также электроэнергия необходима для функционирования систем наблюдения за дорожным движением, работы светофоров и дорожных знаков. Помимо этого, в последние годы, с развитием компьютерных технологий, на мостовых сооружениях стали применяться системы мониторинга, которые позволяют вовремя предотвратить неправильную работу сооружения, обнаружить дефекты и повреждения конструкций [1-7]. Функционирование такой системы аналогично требует непрерывной подачи электричества. Для решения данной проблемы авторами предлагается использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Возобновляемые источники энергии - это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии. Возобновляемая энергия присутствует в окружающей среде в виде энергии, не является следствием целенаправленной деятельности человека, и это является её отличительным признаком.

К ВИЭ относятся:

- ветроэнергетика;
- использование перепадов температур воды и почвы с помощью тепловых насосов;
- геотермальная энергия;
- солнечная энергетика;
- биотопливо;
- использование пьезоэффекта [8-9].

Остановимся на пунктах, которые напрямую можно связать с мостостроением.

Ветрогенераторы предложено устанавливать при помощи бетонированных металлических труб, закрепленных на ригелях опор. В качестве установки можно предложить ВЭУ 0020, разработанную в Днепропетровском конструкторском бюро в 2000 году. Ветрогенератор представляет собой конструкцию с вертикальной осью вращения ротора Дарье, у которого стартовая скорость составляет 4 м/с. Диаметр окружности лопастей составляет 7.2 м, высота – 5 м. При таких параметрах установленная мощность ветроустановки равна 20 кВт, а среднегодовая выработка электроэнергии – 40000 кВт/ч [10].

Солнечные батареи устанавливаются на тротуарных блоках на протяжении всего мостового сооружения. В качестве солнечных батарей могут применяться автономные системы электросбережения (АСЭ) «Санфорс ПРОМО» установленной мощностью батареи – 280 Вт, инвертора – 1000 Вт. Особенности таких батарей являются:

- контроллер с функцией MPPT (Maximum power point tracking), которая позволяет повысить эффективность генерации энергии на 30%;
- единый блок управления АСЭ, который можно свободно располагать под тротуарной плитой.

Для устройства пьезогенераторов необходимо выделить на всём протяжении моста пешеходную дорожку шириной около 2 метра. Чтобы избежать различной толщины дорожной одежды, устраивается выравнивающий слой. Сетка из полиэстера «Hatelit» и мастика укладываются по той же технологии, что и основное дорожное полотно. Вместо верхнего слоя покрытия из литого асфальтобетона укладывается пешеходная плитка «Pavegen» со встроенными пьезоэлементами толщиной 40 мм. Особенностью таких плиток, помимо преобразования кинетической энергии в электричество, является гидроизоляция, необходимая для мостового сооружения. Поверхность плитки состоит на 100 % из переработанного каучука (рис. 1.)



Рис. 1. Плита со встроенными пьезогенераторами фирмы «Pavegen»

Для установки гидрогенератора были необходимо принять ряд технических решений. Во-первых, добыча энергии при помощи воды может производиться либо в больших масштабах, примером которых служит ГЭС, либо в частных случаях. Во-вторых, разработок, оптимальных для мостовых сооружений, на данный момент, существенно мало. Поэтому для установки можно принять японскую разработку: гидротурбина от фирмы «Ibasei» (Рис. 2). Мощность такой установки составляет 250 Вт.

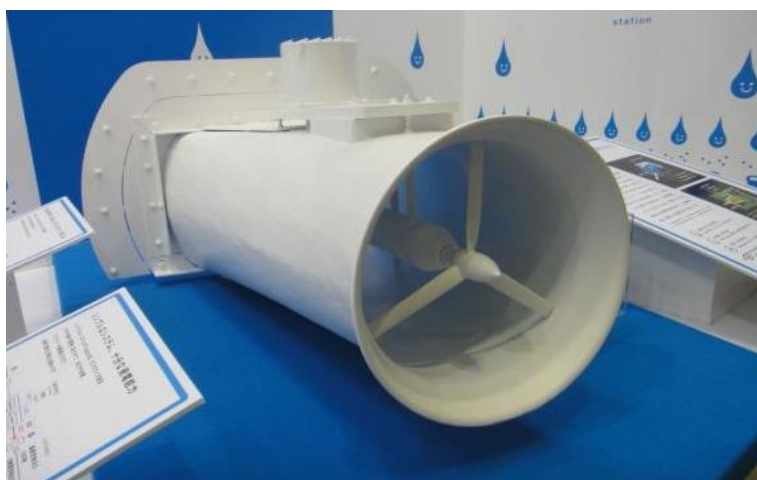


Рис. 2. Гидрогенератор, разработанный фирмой «Ibasei»

В связи с тем, что гидрогенератор будет расположен перпендикулярно течению реки, необходимо доработать его конструкцию дополнительными водозаборниками, которые:

- направят поток непосредственно на лопасти турбины;
- обезопасят окружающую среду от лопастей;
- выход воды будет осуществляться с минимальным сопротивлением речного потока.

Шесть гидрогенераторов объединяются в единый металлический каркас, к которому устанавливается два водозаборника по обе стороны (первый – входной до спуска конструкции под воду, второй-выходной после монтажа конструкции на ростверк).

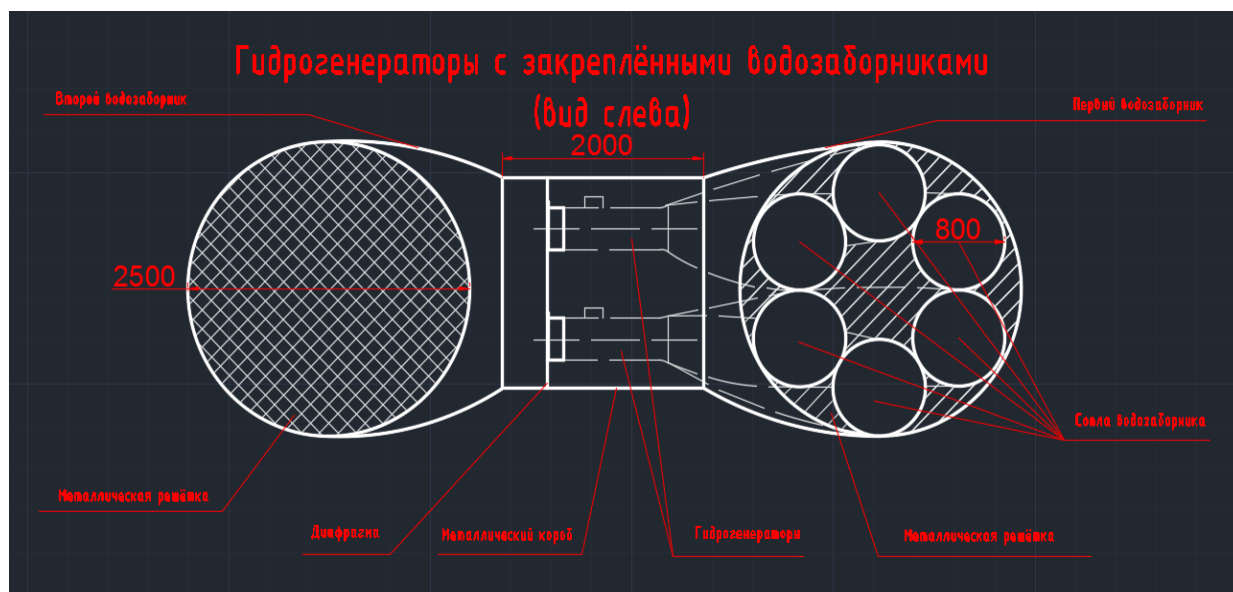


Рис. 3. Гидрогенератор с закреплёнными водозаборниками

Гидрогенераторы в металлическом каркасе устанавливаются при помощи плавучего на ростверк опоры, где ведётся его закрепление при помощи анкеров. После чего краном опускается второй водозаборник и закрепляется на готовой конструкции.

В статье предложены варианты установки возобновляемых источников энергии, а именно: ветрогенераторов, солнечных батарей, пьезогенераторов, гидрогенераторов, способных полностью покрывать электрические затраты мостового сооружения, а также отдавать избыточную энергию в городские сети.

В процессе выбора возобновляемых источников энергии основной целью являлась не возможность максимальной выработки электроэнергии, а воплощение идеи оборудовать мостовое сооружение альтернативными источниками. В результате работы выяснилось, что в зависимости от типа, месторасположения и других особенностей моста, возможно применять тот или иной вид выработки электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черных, В.К. Прогнозирование долговечности многоэлементных металлических конструкций транспортных сооружений / В.К. Черных, И.И. Овчинников // материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций», посвящ. 75-летию засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Селяева В.П. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019 – С.450-456.
2. Черных, В.К. Решение задачи оценки долговечности стержневых конструкций транспортных сооружений / В.К. Черных // Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций», посвящ. 75-летию

засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Селяева В. П. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019 – С.444-449.

3. Черных, В.К. Оценка долговечности статически неопределимой балки / В.К. Черных // материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций», посвящ. 75-летию засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Селяева В.П. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019 – С.437-443.

4. Чушкина, В.В. Оценка долговечности металлических конструкций опор линий электропередач / В.В. Чушкина // Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций», посвящ. 75-летию засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Селяева В. П. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019 – С.470-475.

5. Chushkina, V.V. Problems of electric power industry, caused by corrosion wear designs lighting poles / V.V. Chushkina, V.K. Chernykh, S.B. Muhambetov // Themed collection of papers from International conferences by HNRI «National development» (Saint Petersburg, October 2019). – SPb.: HNRI «National development», 2019. – P. 74-76.

6. Чушкина, В.В. Воздействие коррозионного износа на безопасную эксплуатацию трубопроводов / В.В. Чушкина, В.К. Черных // Материалы II Международной научно-практической конференции «Наука и образование: достижения и перспективы». Самара; Саратов: Филиал СамГУПС в г. Саратове, 2019 – С.56-62.

7. Chernykh, V.K. Problems of the energy industry related to corrosion wear of pipelines / V.K. Chernykh, V.V. Chushkina // Colloquium-journal. – 2019 – №22 (46). – P. 49–52.

8. Голицын, М.В. Альтернативные энергоносители / М.В. Голицын, А.М. Голицын, Н.В. Пронина. – Москва: Наука, 2004.

9. Твайделл, Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр. – пер. с англ. – Москва: Энергоатомиздат. 1990. – 392 с.

10. Ветроэлектрическая установка в мостостроении / Трибунский, М.М., Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Черных В.К. // Патент на полезную модель RU 176493. Заявка 2017100783, Приоритет от 10.01.2017. Регистрация 22.02.2018. Патентообладатель: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

УДК 621.438
ГРНТИ 55.37.29

Чушкина В.В., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Ларин Е.А., канд. техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГТУ НА РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы расчета энергетических характеристик газотурбинных установок на различных режимах для объектов Южного Урала. Выявлена зависимость изменения электрического КПД, мощности газовой турбины и расхода топлива.

Ключевые слова: газотурбинная установка, компрессор, камера сгорания, расход топлива, энтальпия продуктов сгорания.

В современных условиях развития электроэнергетики в России, при переходе к рынку электроэнергии и мощности, крайне актуальным является внедрение высокоэкономичных генерирующих установок, созданных на базе прогрессивных технологий. Значительное наращивание доли газовой генерации требует масштабного внедрения современных парогазовых и газотурбинных технологий, обеспечивающих повышение среднего КПД парогазовой установки конденсационного типа (ПГУ КЭС) на газе до уровня не менее 53%. Рассмотрим вопросы расчета энергетических характеристик газотурбинной установки (ГТУ) на различных режимах. Примем за исходные данные:

- температура наружного воздуха $t_{\text{нв}} = 15^\circ\text{C}$;
- степень сжатия компрессора $\Pi_k = 11,3$;
- электрическая мощность $N_э = 145$ МВт;
- температура выхлопных газов $t_4 = 537^\circ\text{C}$;
- КПД компрессора $\eta_k = 0,88$;
- КПД турбины $\eta_t = 0,92$;
- сопротивление воздушного тракта $\lambda_1 = 0,98$;
- сопротивление газового тракта $\lambda_2 = 0,96$;
- сопротивление выходного тракта $\lambda_3 = 0,94$;
- месторождение газа – Бухара-Урал.

Таблица 1

Расчетные характеристики газообразного топлива

Месторождение	V_B^0 $\text{м}^3/\text{м}^3$	V_{RO_2} $\text{м}^3/\text{м}^3$	V_{N_2} $\text{м}^3/\text{м}^3$	$V_{H_2O}^0$ $\text{м}^3/\text{м}^3$	Q_H^p $\text{мДж}/\text{м}^3$
Бухара - Урал	9,73	1,04	7,7	2,19	36,72

Определим теплоемкость воздуха на входе в компрессор из [1]:

$$c_{p1} = f(t_{\text{нв}}),$$

$$c_{p1} = 1,0034 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Определяем температуру на выходе из компрессора:

$$\Delta T_K = T_1 \cdot (\pi_K^{m_B} - 1) \cdot \frac{1}{\eta_K} = 288,15 \cdot (11,3^{0,28} - 1) \cdot \frac{1}{0,88} = 318,208, \quad (1)$$

$$T_2 = T_1 + \Delta T_K = 288,15 + 318,208 = 606,358 \text{ К},$$

$$t_2 = T_2 - 273,15 = 606,358 - 273,15 = 333,208 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Предварительно принимаем $m_B = 0,28$.

Теплоемкость воздуха на выходе из компрессора равна:

$$c_{p2} = 1,05248 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Определим среднюю температуру и теплоемкость воздуха в компрессоре:

$$T_{1-2} = 0,5 \cdot (T_1 + T_2) = 0,5 \cdot (288,15 + 606,358) = 447,254 \text{ К}, \quad (2)$$

$$\bar{c}_{p1-2} = 1,02006 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$$

$$k_{1-2} = 1,39111.$$

Уточняем значение показателя адиабаты воздуха:

$$m'_B = \frac{k_{1-2} - 1}{k_{1-2}} = \frac{1,39111 - 1}{1,39111} = 0,28115.$$

Определим работу компрессора:

$$l_k = \frac{c_{p1-2} \cdot T_1 \cdot (\pi_K^{m'_B} - 1)}{\eta_K} = \frac{1,02006 \cdot 288,15 \cdot (11,3^{0,28111} - 1)}{0,88} = 326,4296 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (3)$$

Уточним температуру на выходе из компрессора:

$$T'_2 = T_1 + \frac{l_k}{\bar{c}_{p1-2}} = 288,15 + \frac{326,4296}{1,02006} = 608,1602 \text{ К},$$

$$t'_2 = T'_2 - 273,15 = 608,1602 - 273,15 = 335,01 \text{ }^\circ\text{С},$$

$$\Delta = \left| \frac{T_2 - T'_2}{T_2} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{606,358 - 608,1602}{606,358} \right| \cdot 100\% = 0,3\%,$$

что соответствует пределам отклонения (<1%).

Характеристики тики топлива из [2] сведены в таблицу 1, 2.

Таблица 2

Плотность топлива и продуктов сгорания газообразного топлива

ρ_T	ρ_{CO_2}	ρ_{N_2}	ρ_{H_2O}	ρ_B
0,758	1,964	1,251	0,804	1,293

Расчет продуктов сгорания:

$$L_{CO_2} = V_{RO_2} \cdot \frac{\rho_{CO_2}}{\rho_T} = 1,04 \cdot \frac{1,964}{0,758} = 2,69467 \frac{\text{кг}(CO_2)}{\text{кг}(T)}, \quad (4)$$

$$L_{N_2} = V_{N_2} \cdot \frac{\rho_{N_2}}{\rho_T} = 7,7 \cdot \frac{1,251}{0,758} = 12,70805 \frac{\text{кг}(N_2)}{\text{кг}(T)}.$$

Принимаем $\alpha_{KC} = 2,6$.

$$L_0 = V_B^0 \cdot \frac{\rho_B}{\rho_T} = 9,73 \cdot \frac{1,293}{0,758} = 16,59748 \frac{\text{кг}(B)}{\text{кг}(T)},$$

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha_{KC} - 1) \cdot V_B^0 = 2,19 + 0,0161 \cdot (2,6 - 1) \cdot 9,73 = 2,44065 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

$$L_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot \frac{\rho_{H_2O}}{\rho_T} = 2,44065 \cdot \frac{0,804}{0,758} = 2,58876 \frac{\text{кг}(H_2O)}{\text{кг}(T)},$$

$$\Delta L_B = V_B^0 \cdot (\alpha_{KC} - 1) \cdot \frac{\rho_B}{\rho_T} = 9,73 \cdot (2,6 - 1) \cdot \frac{1,293}{0,758} = 26,55597 \frac{\text{кг (В)}}{\text{кг (Т)}},$$

$$L = L_{CO_2} + L_{N_2} + L_{H_2O} + \Delta L_B = 2,69467 + 12,70805 + 2,58876 + 26,55597 = 44,54744.$$

Массовые доли продуктов сгорания:

$$g_{CO_2} = \frac{L_{CO_2}}{L} = \frac{2,69467}{44,54744} = 0,06049, \quad (5)$$

$$g_{N_2} = \frac{L_{N_2}}{L} = \frac{12,70805}{44,54744} = 0,28527,$$

$$g_{H_2O} = \frac{L_{H_2O}}{L} = \frac{2,58876}{44,54744} = 0,05811,$$

$$g_B = \frac{\Delta L_B}{L} = \frac{26,55597}{44,54744} = 0,5961$$

Температура продуктов сгорания после камеры сгорания:

$$t_3 = 1060 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_3 = t_3 + 273,15 = 1333,15 \text{ К}.$$

Теплоемкость продуктов сгорания:

$$c_{p3CO_2} = 1,306 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$$

$$c_{p3N_2} = 1,22384 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$$

$$c_{p3H_2O} = 2,51736 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}},$$

$$c_{p3B} = 1,1921 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

$$c_{p3} = g_{CO_2} \cdot c_{p3CO_2} + g_{N_2} \cdot c_{p3N_2} + g_{H_2O} \cdot c_{p3H_2O} + g_B \cdot c_{p3B}, \quad (6)$$

$$c_{p3} = 0,06049 \cdot 1,306 + 0,28527 \cdot 1,22384 + 0,05811 \cdot 2,51736 + 0,59613 \cdot$$

$$\cdot 1,1921 = 1,28506 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

Определим энтальпия продуктов сгорания после камеры сгорания и энтальпию воздуха после компрессора:

$$h_3 = c_{p3} \cdot T_3 = 1,28506 \cdot 1333,15 = 1713,18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}},$$

$$h_2 = c_{p2} \cdot T'_2 = 1,05248 \cdot 608,1602 = 640,076 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Уточним коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha'_{KC} = \frac{\frac{Q_H^p \cdot 10^3 \cdot \eta_{KC}}{\rho_T} \cdot h_3}{L_0 \cdot (h_3 - h_2)} = \frac{\frac{36,72 \cdot 10^3 \cdot 0,99}{0,758} \cdot 1713,18}{16,59748 \cdot (1713,18 - 640,076)} = 2,5965, \quad (7)$$

$$\Delta = \left| \frac{\alpha_{KC} - \alpha'_{KC}}{\alpha_{KC}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{2,6 - 2,5965}{2,6} \right| \cdot 100\% = 0,13\%,$$

что соответствует пределам отклонения ($<1\%$).

Рассчитаем температуру на выходе из газовой турбины:

$$\Delta T_T = T_3 \cdot (1 - \pi_T^{-m_T}) \cdot \eta_T = 1333,15 \cdot (1 - 9,99318^{-0,24}) \cdot 0,92 = 520,606,$$

$$T_4 = T_3 - \Delta T_T = 1333,15 - 520,606 = 812,544 \text{ К},$$

$$t_4 = T_3 - 273,15 = 812,544 - 273,15 = 539,394 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Предварительно принимаем $m_T = 0,24$.

Определим среднюю температуру продуктов сгорания в турбине:

$$T_{3-4} = 0,5 \cdot (T_3 + T_4) = 0,5 \cdot (1333,15 + 812,544) = 1072,85 \text{ К}.$$

Определим средние теплоемкости и показатели адиабаты продуктов сгорания процесса расширения:

$$\begin{aligned}
 c_{p3-4CO_2} &= 1,25432 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p3-4N_2} &= 1,18224 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p3-4H_2O} &= 2,34389 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p3-4B} &= 1,15455 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p3-4} &= g_{CO_2} \cdot c_{p3-4CO_2} + g_{N_2} \cdot c_{p3-4N_2} + g_{H_2O} \cdot c_{p3-4H_2O} + g_B \cdot c_{p3-4B} \\
 c_{p3-4} &= 0,06049 \cdot 1,25432 + 0,28527 \cdot 1,18224 + 0,05811 \cdot 2,34389 + \\
 &+ 0,59613 \cdot 1,15455 = 1,2376 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 k_{3-4CO_2} &= 1,17701, \\
 k_{3-4N_2} &= 1,33502, \\
 k_{3-4H_2O} &= 1,24503, \\
 k_{3-4B} &= 1,33102, \\
 k_{3-4} &= g_{CO_2} \cdot k_{3-4CO_2} + g_{N_2} \cdot k_{3-4N_2} + g_{H_2O} \cdot k_{3-4H_2O} + g_B \cdot k_{3-4B} \\
 k_{3-4} &= 0,06049 \cdot 1,17701 + 0,28527 \cdot 1,33502 + 0,05811 \cdot 1,24503 + 0,59613 \cdot 1,33102 = 1,31785.
 \end{aligned} \tag{8}$$

Определим теплоемкость газов на выходе из газовой турбины:

$$\begin{aligned}
 c_{p4CO_2} &= 1,17399 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p4N_2} &= 1,12462 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p4H_2O} &= 2,15898 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p4B} &= 1,10064 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \\
 c_{p4} &= g_{CO_2} \cdot c_{p4CO_2} + g_{N_2} \cdot c_{p4N_2} + g_{H_2O} \cdot c_{p4H_2O} + g_{3B} \cdot c_{p4B}; \\
 c_{p4} &= 0,06049 \cdot 1,17399 + 0,28527 \cdot 1,12462 + 0,05811 \cdot 2,15898 + 0,59613 \cdot 1,10064 \\
 &= 1,31785 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.
 \end{aligned}$$

Показатель адиабаты процесса расширения:

$$m'_T = \frac{k_{3-4}-1}{k_{3-4}} = \frac{1,31785-1}{1,31785} = 0,24118. \tag{9}$$

Степень понижения давления в турбине:

$$\pi_T = \pi_K \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 = 11,3 \cdot 0,98 \cdot 0,96 \cdot 0,94 = 9,99318. \tag{10}$$

Работа турбины:

$$\begin{aligned}
 l_T &= c_{p3-4} \cdot T_3 \cdot (1 - \pi_T^{-m'_T}) \cdot \eta_T = 1,2376 \cdot 1333,15 \cdot (1 - 9,99318^{-0,24118}) \cdot 0,92 = \\
 &= 646,68633 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.
 \end{aligned}$$

Уточним температуру на выходе из турбины:

$$\begin{aligned}
 \Delta T'_T &= \frac{l_T}{c_{p3-4}} = \frac{646,68633}{1,2376} = 522,5328 \text{ К}, \\
 T'_4 &= T_3 - \Delta T'_T = 1333,15 - 522,5328 = 810,6172 \text{ К},
 \end{aligned}$$

$$t'_4 = T_4 - 273,15 = 810,6172 - 273,15 = 537,467 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\Delta = \left| \frac{T_4 - T'_4}{T_4} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{810,6172 - 812,544}{810,6172} \right| \cdot 100\% = 0,24\%,$$

что соответствует пределам отклонения ($<1\%$).

Относительный расход воздуха в камере сгорания:

$$b = \frac{\alpha'_{\text{КС}} \cdot L_0 \cdot (1 + \alpha_{\text{УГ}})}{1 + \alpha'_{\text{КС}} \cdot L_0} = \frac{2,5965 \cdot 16,59748 \cdot (1 + 0,003)}{1 + 2,5965 \cdot 16,59748} = 0,98025. \quad (11)$$

Эффективная работа цикла газотурбинной установки:

$$l_3 = \left(l_T \cdot \eta_M - \frac{b \cdot l_k}{\eta_M} \right) \cdot \eta_{\text{ЭГ}} = \left(646,68633 \cdot 0,99 - \frac{0,98025 \cdot 326,4296}{0,99} \right) \cdot 0,985 = 272,4524 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}. \quad (12)$$

Расход продуктов сгорания в турбине:

$$G_T = \frac{N_3 \cdot 10^3}{l_3} = \frac{145 \cdot 10^3}{272,4524} = 532,203 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (13)$$

Расход воздуха в компрессоре:

$$G_K = b \cdot G_T = 0,98025 \cdot 532,203 = 521,694 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (14)$$

Расход топлива:

$$B_{\text{ГТУ}} = \frac{G_T}{1 + \alpha'_{\text{КС}} \cdot L_0} = \frac{532,203}{1 + 2,5965 \cdot 16,59748} = 12,0693 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (15)$$

Мощность турбины:

$$N_T = G_T \cdot l_T \cdot \eta_M = 532,203 \cdot 646,68633 \cdot 0,99 = 340,727 \text{ МВт}. \quad (16)$$

Мощность компрессора:

$$N_K = \frac{G_K \cdot l_k}{\eta_K} = \frac{521,694 \cdot 326,4296}{0,99} = 172,017 \text{ МВт}. \quad (17)$$

Таблица 3

Сводные данные по температурным режимам

Наименование показателей	Обозначение	Размерность	Полученные данные на соответствующих режимах		
			+15°C	-5,4°C	-32°C
Степень повышения давления	π_K		11,3	12,395	14,595
Расход воздуха в компрессор	G_B	кг/с	521,694	591,283	722,098
Работа в компрессоре	l_k	кДж/кг	326,430	320,646	315,354
Температура на входе в ГТ	t_3	°C	1060	965,618	842,551
Расход продуктов сгорания	$G_{\text{ПС}}$	кг/с	532,203	601,600	732,221
Работа в турбине	l_T	кДж/кг	646,686	608,531	559,444
Расход топлива	B	кг/с	12,069	12,086	12,283
Электрическая мощность ГТУ	$N_{\text{ГТУ}}$	МВт	166,180	168,924	173,569
Мощность компрессора	N_K	МВт	172,017	190,935	229,329
Мощность турбины	N_T	МВт	340,727	362,432	405,540
Электрический КПД ГТУ	η_3		0,375	0,381	0,385
Температура на выходе из ГТ	t_4	°C	537,467	463,850	366,850
Температура	t_2	°C	335,010	310,088	279,372
акс			2,597	2,939	3,531

Мощность ГТУ:

$$N_{\text{ГТУ}} = (N_{\text{Т}} - N_{\text{К}}) \cdot \eta_{\text{эГ}} = (340,727 - 172,017) \cdot 0,985 = 166,18 \text{ МВт.} \quad (18)$$

КПД ГТУ:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{N_{\text{ГТУ}}}{B_{\text{ГТУ}} \cdot Q_{\text{H}}^{\text{p}} \cdot 10^3} = \frac{166,18 \cdot 10^3}{12,0693 \cdot 36,72 \cdot 10^3} = 0,37497. \quad (19)$$

Аналогично производится расчеты ГТУ при различных температурах наружного воздуха. Результаты сводим в таблицу

Построим графики зависимости мощности, КПД, расхода воздуха от температуры наружного воздуха:

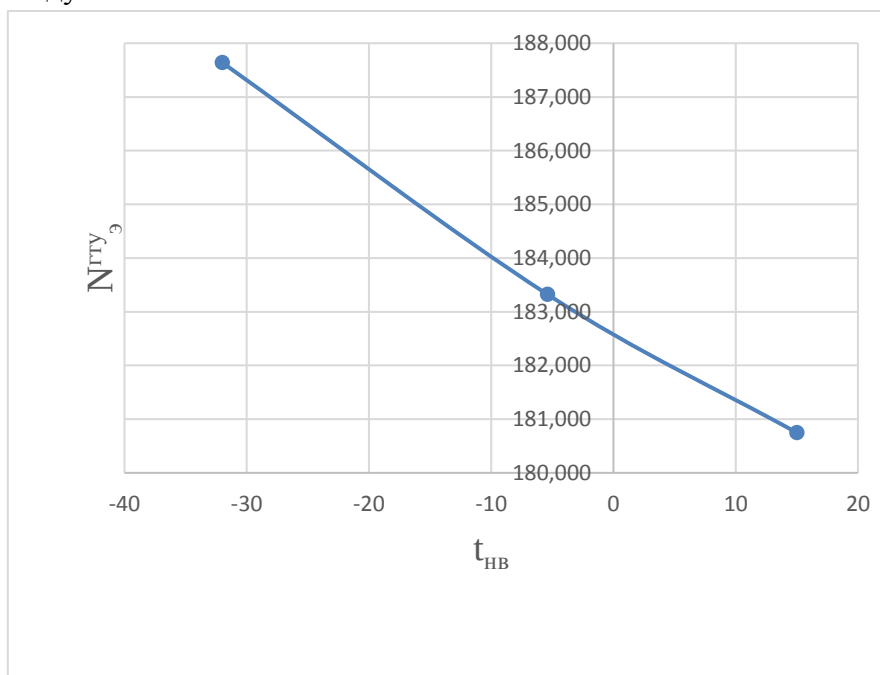


Рис. 1. Диаграмма зависимости мощности ГТУ от температуры наружного воздуха

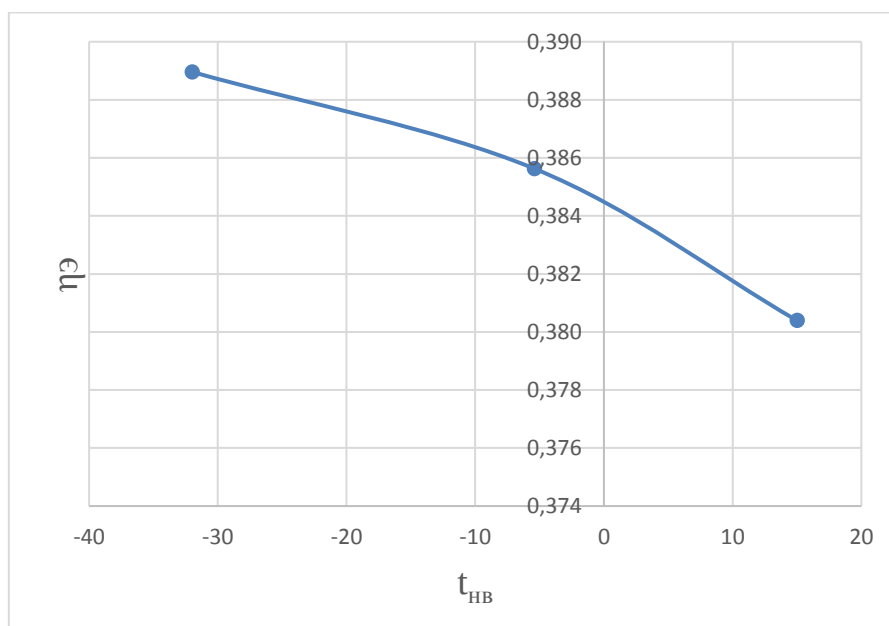


Рис. 2. Диаграмма зависимости КПД ГТУ от температуры наружного воздуха

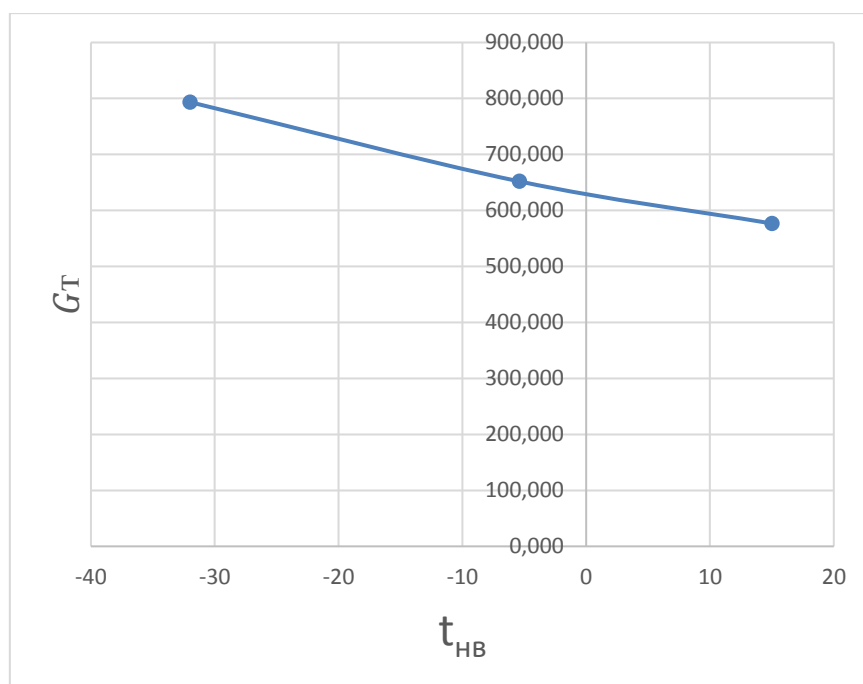


Рис. 3. Диаграмма зависимости расхода воздуха от температуры наружного воздуха

В результате расчета ГТУ на различных режимах выявлена зависимость изменения электрического КПД, мощности газовой турбины и расхода топлива. Данные результаты могут использоваться как начальные для дальнейших расчетов ПГУ в сфере городского энергообеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костюк, А.Г. Газотурбинные установки / А.Г. Костюк, А.Н. Шерстюк. – Москва: Высш. шк., 1979.
2. Правила устройства электроустановок. – Москва: Госэнергонадзор, 2000. – 564с.
3. Ларин, Е.А. Методы и модели расчета и обеспечения надежности комбинированных теплоэнергетических установок и систем / Е.А. Ларин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2004. – №3(4). – С. 44-57.
4. Компоновка и тепловой расчет парового котла: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Липов [и др.]. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 208с.

УДК 621.362
ГРНТИ 44.41.31

Иванищев Р.А., магистрант, 2 курс
Научный руководитель – Пустовой Е.А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Аннотация. В статье рассматривается изменение температурного фона глубокой подстилки в коровнике и перспективы использования тепла подстилки для подогрева воды.

Ключевые слова: коровник, подогрев воду, температура, глубина подстилки, наружная температура.

В современном мире проблема дефицита традиционных энергоресурсов встаёт очень остро. В связи с этим растёт и цена на традиционные источники энергии. Сельскому хозяйству использующее большое количество энергии в своем производстве, необходимо уже сейчас задумываться об использовании нетрадиционной энергетик. Для сокращения финансовых затрат и уменьшения стоимости производства готового продукта.

В большинстве современных стран уже на законодательном уровне существуют законы и различные программы для регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

При производстве в сельском хозяйстве существует масса отходов, различных систем из которых при правильном использовании возможно получать энергию. Одна из таких систем – это глубокая подстилка в коровнике. Подстилка со временем начинает выделять тепловую энергию, которую возможно использовать для нужд хозяйства.

Для исследования был взят Акционерное общество «Луч» в Амурской области Ивановского района.

Данные исследования проведены 12.12.2019 г. Температура окружающей среды в районе коровника была – 25⁰С. В процессе исследования проведены измерения температуры глубокой подстилки в коровнике на разной глубине. (табл. 1).

Таблица 1

Показатели температуры глубокой подстилки

Температура внутри коровника, °С		Температура глубокой подстилки, °С	
Над подстилкой 10 см	На высоте 10 метров	Глубина 30 см	Глубина 150 см
-10	-12,6	13,6	32,8
-10,1	-11,5	14,1	40,1
-10,3	-12	13,5	35,4
-9,8	-12,1	14,2	36,2
-10,2	-12,3	13,8	37,8

Некоторые из результатов были сфотографированы. Так, на рисунке 1 показана глубокая подстилка, а на рисунке 2 – данные термометра.



Рис. 1. Глубокая подстилка



Рис.2. Показания термометра

С помощью прокладки труб внутри глубокой подстилки на оптимальной глубине и пропуская через них жидкость для отбора теплоты. Возможен нагрев воды для нужд фермы, в частности для подогрева воды используемой для поения животных в зимнее время.

Также для увеличения температуры этой воды целесообразно использовать тепловой насос. Который в свою очередь будет из низкопотенциальной вырабатывать высокопотенциальную температуру.

Принцип работы основан на передачи тепла низкотемпературных источников тепла окружающей среды к высокотемпературному теплопотребителю за счет фазовых превращений рабочих веществ, в качестве которых выступают озонобезопасные хладагенты.

Хладагент под высоким давлением через капиллярное отверстие попадает в испаритель, где за счет резкого уменьшения давления происходит процесс испарения. При этом хладагент отнимает тепло у внутренних стенок испарителя, а испаритель в свою очередь отбирает тепло у земляного или водяного контура, за счет чего он постоянно охлаждается.

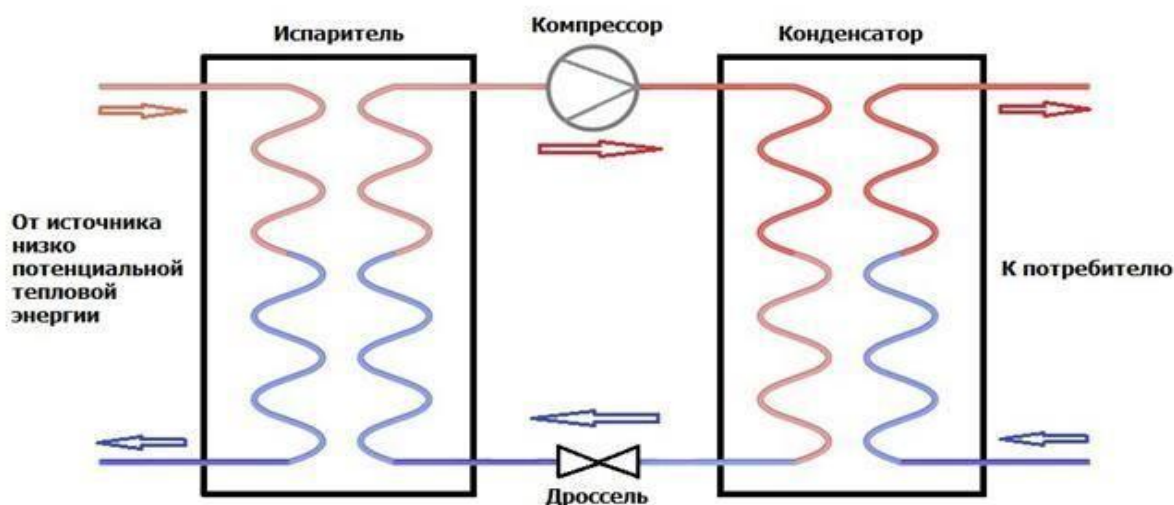


Рис. 3. Принципиальная схема работы теплового насоса

Компрессор вбирает хладагент из испарителя, сжимает его, за счет чего температура хладагента резко повышается и выталкивает в конденсатор. Кроме этого, в конденсаторе, нагретый в результате сжатия хладагент отдает тепло (температура порядка 85-125°C) отопительному контуру и переходит в жидкое состояние. Процесс повторяется постоянно. Когда температура достигает необходимого уровня, электрическая цепь разрывается терморегулятором и тепловой насос перестает работать. Когда температура в отопительном контуре падает, терморегулятор вновь запускает тепловой насос.

Существует много способов применения тепловых насосов для работы при небольшой разности температур между источником и потребителем тепла: кондиционирование воздуха, нагрев воды плавательного бассейна, напольное отопление, охлаждение молока и одновременный нагрев воды для горячего водоснабжения на фермах крупного рогатого скота.

В заключении можно сказать, что при использовании глубокой подстилки выделяется достаточное количества тепла, которое в совокупности с тепловым насосом можно выгодно использовать в сельскохозяйственных целях. С помощью их использования возможно экономия исчерпаемых источников энергии и охрана окружающей среды. Они более безопасны и так же энергоэффективны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017)
2. Лукутин, Б.В. Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие/ Б.В. Лукутин. – Томск: Томский политехнический университет, 2008. – 187 с.
3. Горбунова, Л.Н. Возможности использования нетрадиционных источников энергии для систем отопления зданий в Амурской области / Л.Н. Горбунова, С.А. Гусева

// Актуальные проблемы в энергетике и агропромышленном комплексе: матер. всерос. науч.- практ. конф. с междунар. участием. – Благовещенск: ДальГАУ. – 2015. – 256 с.

4. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: сегодня – реальность, завтра – необходимость / П.П. Безруких. – Москва: Лесная страна, 2007. – 120 с.

5. Зысин, Л.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Часть 1: Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / Л.В. Зысин, В.В. Сергеев. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2008 – 192 с.

УДК 63:502.171

ГРНТИ 68.01.91

Власюк Р.С., студент, 2 курс

Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ

Аннотация. В статье рассмотрены данные о сборе зерна на примере АО «Луч». На основе этого сделан вывод о целесообразности использования отходов зерноперерабатывающих промышленности в качестве использования продукта поддерживающего горения.

Ключевые слова: Переработка зерновых отходов, твердое биотопливо, получение гранул или топливных пеллет с помощью экструдера.

Климат на территории Амурской области позволяет выращивать большинство зерновых культур в процессе переработки отходы которых не все идут на вторичное использование в качестве корма крупнорогатому скоту, мы предлагаем использовать отходы с зерновых дворов как продукт, который будет поддерживать горение в качестве твердого биотоплива.

АО «Луч» одно из передовых хозяйств Ивановского района и Амурской области по производству сельскохозяйственной продукции. На протяжении ряда лет АО «Луч» является специализированным семеноводческим хозяйством по производству репродукционных семян зерновых и сои.

В данном хозяйстве проведена реконструкция зернового двора, мощность которого позволяет принять и переработать до 800 тонн зерна и сои в сутки. В 2005 году построена новая линия по очистки товарного зерна. В 2007 году произведена реконструкция с заменой сортировальных машин семенной линии КЗС – 20. Построен новый склад для хранения семян на 3000 тонн. Построен зерноочистительно-сушильный комплекс для подработки товарного и фуражного зерна кукурузы производительностью 40 тонн в час. За 2017 и 2018 гг в хозяйстве было собрано большое количество зерна (табл.1), а так же получено много отходов производства которые представляют собой длинные и короткие примеси, семена сорных растений.

Таблица 1

Урожайность за 2017-2018 гг

Годы	Всего собрано зерновых и сои, тонн	Отходы полученные в результате переработки зерновых и сои, тонн	Отходы переработанные хозяйством на корм животным, тонн
2018	21353,1	1,965	350,6
2017	33357,1	2,654	391,6

После сбора всех зерновых культу оно поступает на зерновой двор для его переработки. Основными этапами обработки зерна являются:

Предварительная очистка зерна предназначена для повышения сыпучести материала, подготовки его для сушки в сушилках, удаления из него крупных и легковесных примесей, для удаления из зерна основных очагов инфекции: пыли, земли, растительных остатков, минералов и т. п. Помимо этого, главной целью предварительной обработки является сохранение больших масс зерна при его хранении до сушки.

Первичную очистку зерна осуществляют после его сушки или после предварительной обработки, если оно сухое. Задачей первичной очистки является доведение зерна до базисных продовольственных кондиций, повышение натуре, подготовка фуражного зерна к его дальнейшей переработке.

После проведения предварительной очистки зерновых культур получают отходы (рис. 1).



Рис. 1. Отходы полученные в результате обработки зерновых

Данные отходы после обработки будут проходить этап гранулирования или создание пеллет в результате этого мы получим продукт, который будет поддерживать горения в качестве твердого биотоплива.

Данное топливо будет получаться в результате использования экструдера.

Экструдер – машина для производства длинномерных изделий из пластичных или сыпучих веществ. Аппарат пропускает загруженные материалы сквозь тонкое отверстие под высоким давлением, иногда с предварительным подогревом, что приводит к уплотнению вещества. Подобные машины нашли широкое применение в различных сферах производства.

Экструдеры нашли широкое применение в различных отраслях современной промышленности.

После того как зерновые отходы пройдут этап гранулирования или создание пеллет по средством экструдера мы получим топливные гранулы (рис.2).



Рис. 2. Топливные гранулы

Данный вид твердого биотоплива будет имеет высокий КПД горения за счет чего может использоваться в качестве сыпучей добавки к традиционным источникам энергии на различных предприятиях для получения тепловой энергии, а в дальнейшем для получения эклектической энергии, а также для отопления городов или своих хозяйств.

Подводя итоги можно сказать использование возобновляемых источников электрической энергии, а именно твердого биотоплива может значительно сократить затраты на традиционные источники энергии так как данный продукт не дорогостоящий и легко возобновляемый это обусловлено тем что в нашей стране много зон пригодных для выращивания зерновых культур поэтому использование зерновых отходов сельскохозяйственных предприятий в качественное недорогостоящие твердого биотоплива как альтернативные источник энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды обработки зерна. – URL : <http://www.agrosita.ru/about/stati/item/9-etapy-obrabotki-zerna> (дата обращения: 11.12.2019).
2. Биотопливо. – URL: <https://alter220.ru/bio/biotoplivo.html> (дата обращения: 12.12.2019).
3. Экструдер. Виды и устройство. – URL: <https://tehpribory.ru/glavnaia/oborudovanie/ekstruder.html> (дата обращения: 12.12.2019).
4. Организация АО «Луч». – URL : <https://www.list-org.com/company/35262> (дата обращения: 12.12.2019).

УДК 631.23.628.9

ГРНТИ 68.01.82

Хаткевич В.Н., Пивкин А.А., студенты, 3 курс

Научный руководитель – Пустовая О.А., канд.с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЁННОСТЬЮ И СПЕКТРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ ДЛЯ СИСТЕМ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Аннотация. В статье рассматривается установка с изменяемым световым потоком и спектральным составом источника излучения.

Ключевые слова: спектральный состав, светодиоды, принципиальная схема, управление.

В настоящее время одной из актуальных агротехнических проблем является проблема обеспечения населения качественными продуктами питания. Среди множества факторов существенную роль играет оптимизация искусственного освещения для круглогодичного эффективного выращивания основных светокультур в защищенном грунте. Это непосредственно стимулирует строительство теплиц для выращивания агрокультур. Малая интенсивность естественного освещения в теплицах и короткий зимний день не удовлетворяют потребность растений в лучистой энергии. Поэтому, несмотря на полную обеспеченность теплом, влагой и корневым питанием, овощные растения в теплицах растут плохо в осенне-зимний и весенний периоды. В современных теплицах для досветки растений используются искусственное освещение. Оптическое излучение является важным фактором роста и развития агрокультур. Применение облучения для выращивания светокультур допускает широкие возможности варьирования его параметрами: интенсивностью, продолжительностью, спектральным составом, что оказывает характерное воздействие на фотосинтез растений.

Производство овощей в несезонное время возможно только в защищенном грунте. Для выращивания тепличных растений необходимо создавать оптимальные условия. Каждый фактор играет определенную роль, но действие его проявляется только в комплексе. В первую очередь нужно усиливать фактор, находящийся в минимуме, от которого зависит повышение эффективности выращивания. Факторы, влияющие жизнедеятельность развитие растений: 1-уровень освещенности, 2- контроль спектрального состава излучения, 3-облученность растений. Все факторы находятся в тесной взаимосвязи. При регулировании факторов необходимо учитывать биологические особенности растений, сортовую реакцию, период выращивания. Одним из факторов, влияющих на сроки созревания и урожайность культур, является уровень освещенности и контроль спектрального состава создаваемого излучения. Спектр находится в тесной зависимости с процессами жизнедеятельности светокультур. Говоря о светокультуре, необходимо подчеркнуть, что искусственное облучение растений не может быть заменено каким-либо другим приемом или способом выращивания, так как нормальное углеродное питание и формирование растений под действием оптического излучения одна из основ их существования и получения урожая. Светокультура позволяет получать высокий урожай овощей в период недостаточной освещенности, что

очень важно в зимнее время года. Излучение разного спектрального состава оказывает воздействие на развитие, рост, а также физиологические процессы и продуктивность культур. Изменения спектра вызывает у растений различные процессы морфогенеза и фотосинтеза, которые различны у разных видов растений. Подобные реакции позволяют целенаправленно управлять продуктивностью и пищевой ценностью растений, путем варьирования спектра излучения.

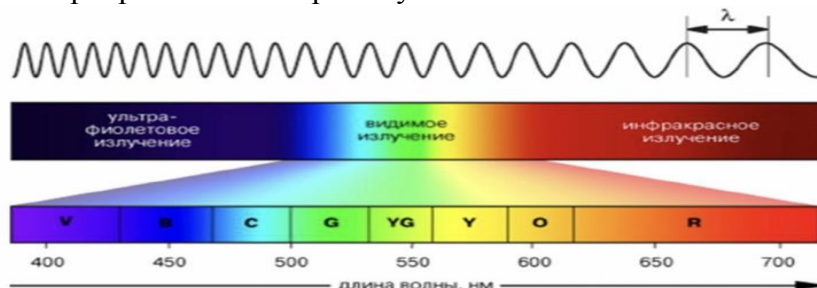


Рис. 1. Зависимость длины волны от спектра излучения

Решение данной проблемы возможно при разработке светильника с учетом спектрального состава, интенсивности излучения и расположения в тепличном хозяйстве для продуктивного выращивания тепличных растений.

Цель работы – разработать компактное устройство, которое позволит менять спектр оптического излучения по желанию заказчика.

Задачи:

1. Провести расчет компоновки светильников для устройства;
2. Разработать и изготовить устройство.

Устройство предполагает компоновку светодиодных излучателей таким образом, чтобы иметь возможность переключать оптический диапазон излучения. В дальнейшем планируется создать закрытую систему, которая будет иметь собственное поддержание микроклимата и контроль который, позволит выращивать зелень без доступа человека.

Идея актуальна для северных территорий и территорий с коротким периодом оптического излучения в зимнее время (территории приравнены к крайнему северу, полярный круг), для обеспечения населения овощной продукцией. Идея может быть перенесена в увеличенном масштабе на тепличное хозяйство.

Микроконтроллерное управление поможет приблизить потребление электрической энергии к минимальным значениям за счет оптимальной управляемости продуктом и светильником с использованием светодиодных излучателей (рис. 2, 3).

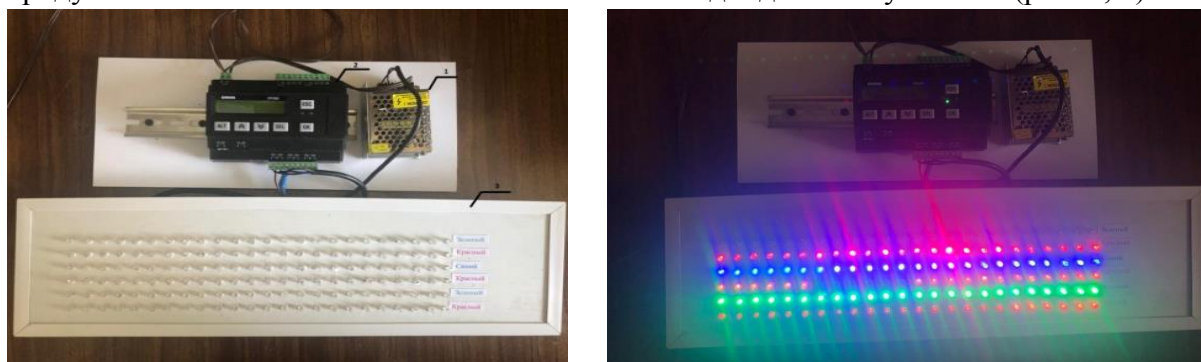


Рис. 2. Выполненная установка в нерабочем и рабочем режиме

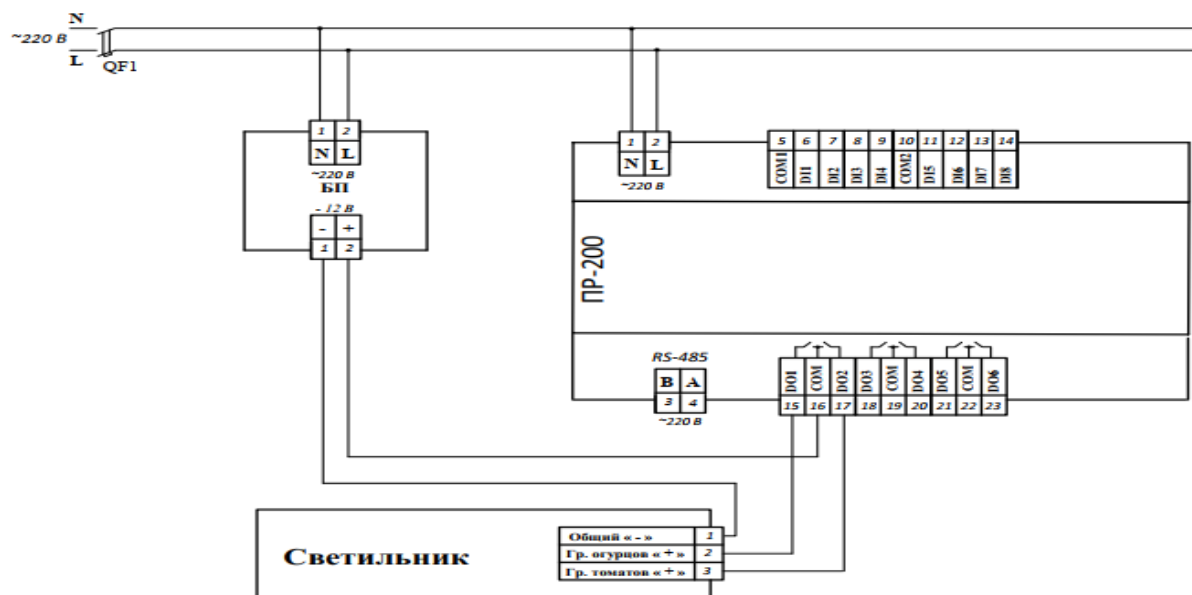


Рис. 3. Принципиальная схема управления установкой

Основным преимуществом является возможность контролировать спектральный поток, подстраивать его под вид выращиваемой растительности, а также оптимизировать потребление электроэнергии.

Изделие будет протестировано в условиях лаборатории, и когда полученные результаты подтвердят правильность расчетов и применимость конструкции, а также позволят получить требуемые результаты, то мы приступим к завершающему этапу нашего проекта – оформлению патента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вращенко, С.Ф. Овощеводство защищенного грунта. – Москва: Колос, 1984. – 272 с.
2. Галиуллин, Р.Р. Методика выбора технологического оборудования для производства рассады овощных культур в интенсивной светокультуре. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-vybora-tehnologicheskogo-oborudovaniya-dlya-proizvodstva-rassady-ovoschnyh-kultur-v-intensivnoy-svetokulture>
3. Галиуллин, Р.Р. Эффективность использования светодиодных светильников в тепличном хозяйстве. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniyasvetodiodnyh-svetilnikov-v-teplichnyh-hozyaystvah>

УДК 621.362.1
ГРНТИ 45.53

Столбов Л.С., Кудрявцева К.В., студенты, 3 курс
Научный руководитель – Пустовая О.А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

УВЕЛИЧЕНИЕ КПД ФОТОЭЛЕМЕНТОВ И ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ TЕС1-12706

Аннотация. В статье рассматривается способ увеличения КПД фотоэлементов и получения тепловой энергии за счёт возникновения разности потенциалов в элементе Пельтье TЕС1-12706.

Ключевые слова: Фотоэлемент, элемент Пельтье, энергетика, КПД, тепловая энергия, разность потенциалов, радиатор, термопаста.

В наше время проблема с коэффициентом полезного действия фотоэлементов актуальна, так как при работе фотоэлемента происходит нагрев пластин и КПД снижается.

Одним из способов для решения данной проблемы можно использовать элемент Пельтье. При помощи данного элемента можно решить проблему не только со снижением коэффициентом полезного действия, но и получать тепловую энергию за счёт возникновения разности потенциалов.

Элемент Пельтье это термоэлектрический преобразователь, который создает разность температур на своих поверхностях при протекании электрического тока.

Принцип действия данного элемента основан на эффекте Пельтье, то есть возникновении разности температур в месте контакта проводников под действием электрического тока.



Рис. 1. Конструкция элемента Пельтье

Что бы определить эффективность данного метода мы собрали установку, состоящую из: фотоэлементов, элемента Пельтье TEC1-12706 и радиатора для отвода тепла с элемента для дальнейшего его использования.

Для наблюдения и снятия показаний мы использовали схемы состоящую из радиатора, элемента Пельтье TEC1-12706 и фотоэлементов. Данный эксперимент проводился в лабораторном кабинете при нормальных условиях.

В первом эксперименте мы снимали показания отдельно с фотоэлементов, соединённых между собой при помощи тонкого плоского проводника и с установки, состоящей из радиатора, термопасты и элемента Пельтье TEC1-12706. Результаты, полученные при первом эксперименте предоставлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели фотоэлементов и элемента Пельтье

	I, A	T, °C	U, B	E, лк
Фотоэлемент	0,0005	21,5	0,7	335
Элемент Пельтье	0	21,6	0	

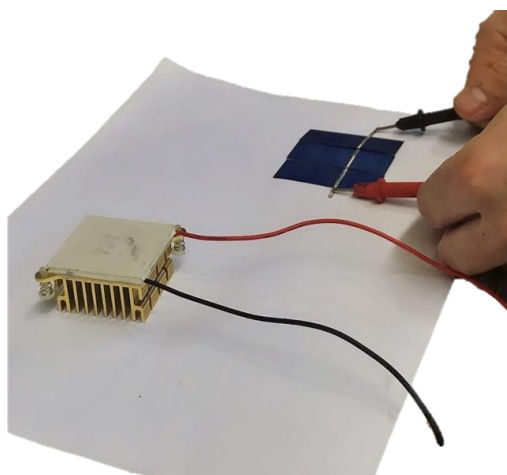


Рис. 2. Подключение фотоэлемента

Во втором эксперименте мы соединили фотоэлементы с элементом Пельтье TEC1-12706 при помощи термопасты. После соединения фотоэлементов с элементом Пельтье мы аналогично первому опыту сняли показания напряжения, тока, температуры отдельно для каждого элемента. При помощи данного опыта мы наблюдали изменение показаний тока и напряжения.

Таблица 2

Показатели фотоэлемента при подключённом элементе Пельтье

	I, A	T, °C	U, B	E, Лк
Фотоэлемент	0,0005	21,5	0,7	335
Пельтье	0,00025	21,6	0,002	

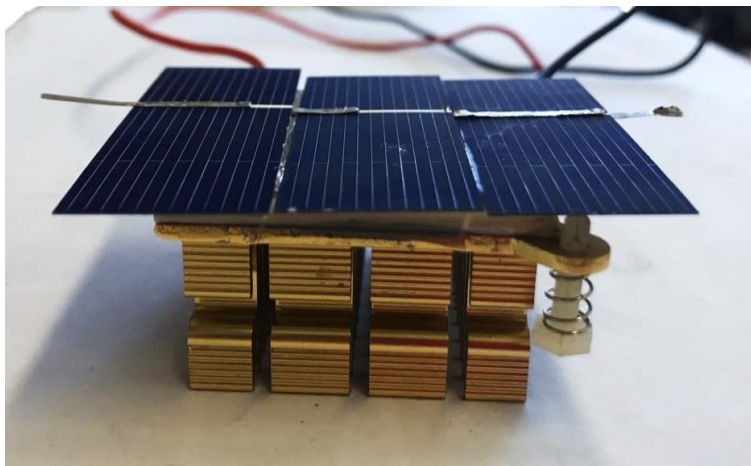


Рис. 2. Фотоэлемент с подключенным элементом Пельтье

Третий опыт производился с дополнительным освещением. В качестве дополнительного освещения мы выбрали лампу накаливания. Данный опыт производится для того что бы увидеть, как изменяется ток и напряжение от температуры.

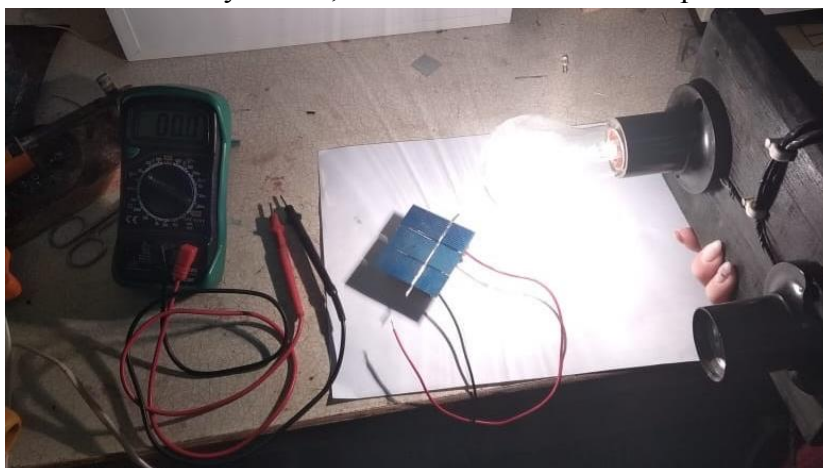


Рис. 3. Гибридный фотоэлемент с дополнительной подсветкой

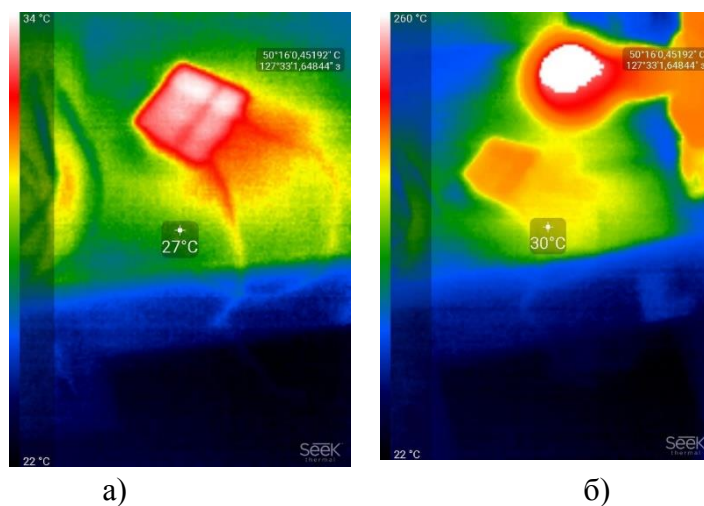


Рис. 4. Гибридная установка в инфракрасном диапазоне

а) без дополнительного освещения; б) с дополнительным освещением

Так же сняли данную установку в инфракрасной съёмке, максимальный нагрев фотоэлемента достигал 34°C .

Аналогично первым двум опытам мы снимаем показания напряжения, тока и температуры с каждого элемента и строим зависимости напряжения и тока от температуры для каждого из элементов.

Таблица 3

Показания гибридного фотоэлемента при дополнительном освещении и нагреве

Контрольные показатели	I, A	T, °C	U, В	Е, клк
Фотоэлемент	0,0056	27,2	1,76	13,5
	0,1645	32,6	1,76	
	0,1706	39,5	1,7	

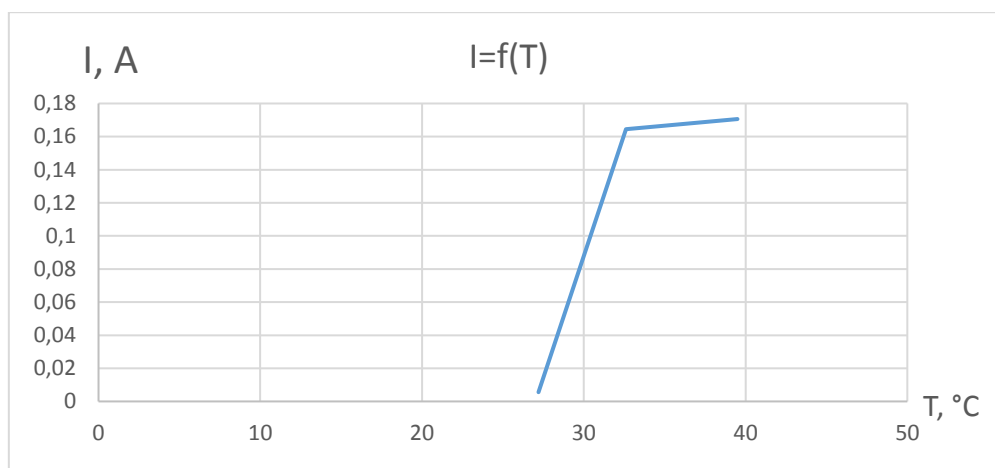


Рис. 5. Изменение тока на выходе фотоэлемента в зависимости от температуры

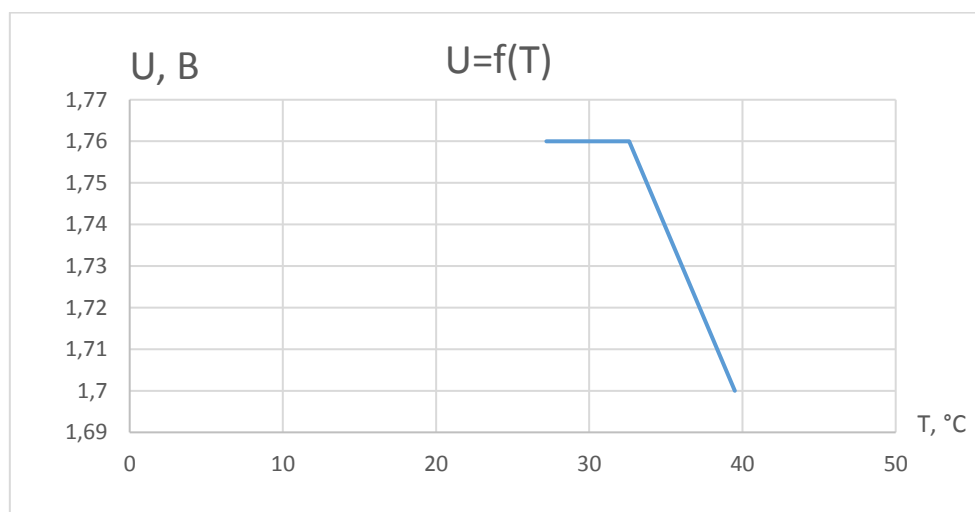


Рис. 6. Изменение напряжение на выходе фотоэлемента в зависимости от температуры

Таблица 4

Изменение показателей на элементе Пельтье

	I, A	T, °C	U, В	E, клк
Пельтье	0,0215	36	0,11	15
	0,0191	39	0,6	

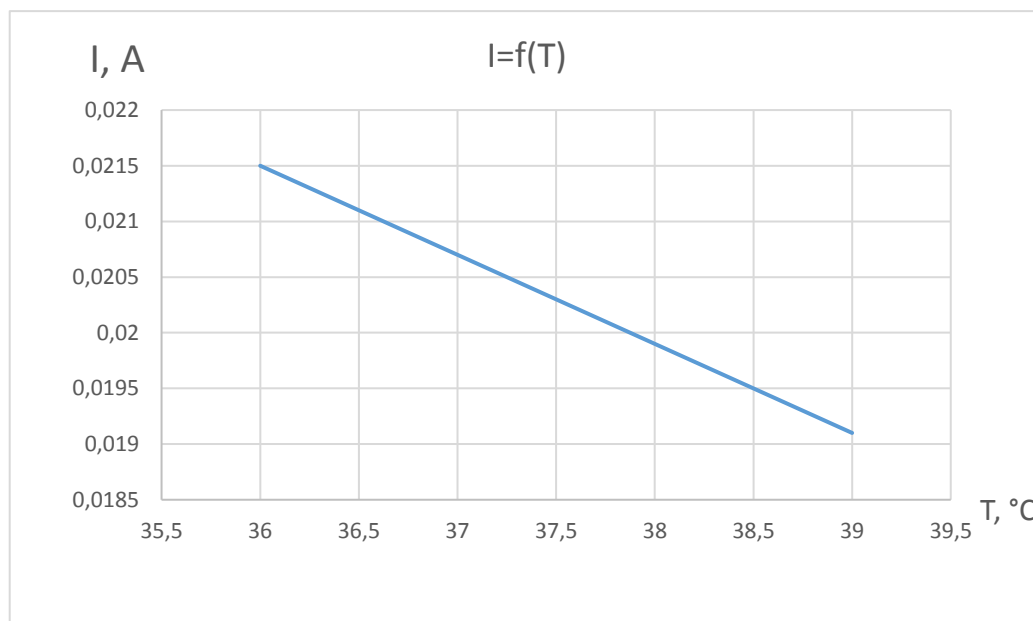


Рис. 7. Изменение тока на выходе Элемента Пельтье в зависимости от температуры

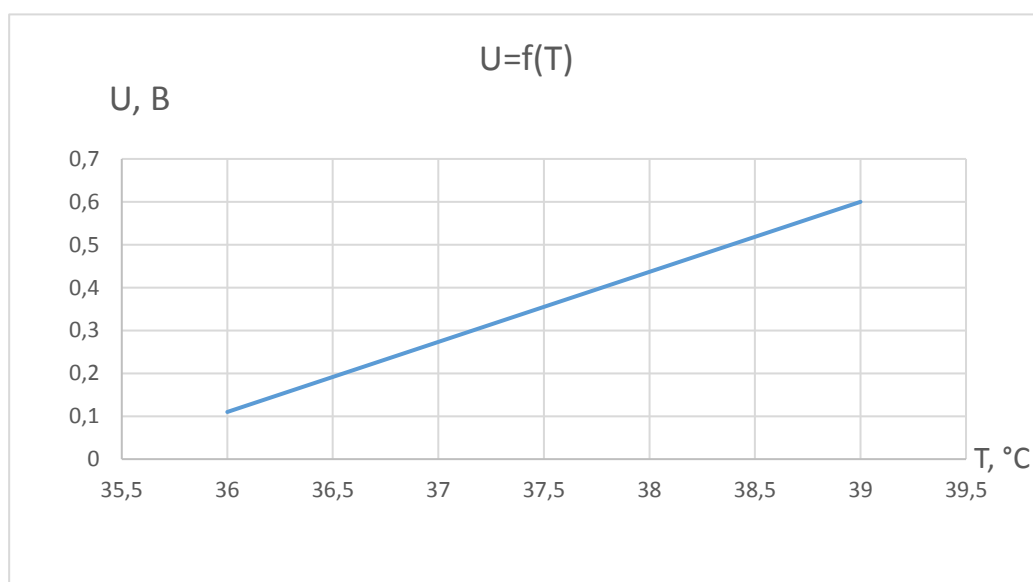


Рис. 8. Изменение напряжение на выходе элемента Пельтье в зависимости от температуры

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что на фотоэлементе при увеличении температуры ток увеличивается, а напряжение уменьшается. А на элементе Пельтье при увеличении температуры ток уменьшается, а напряжение увеличивается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое элемент Пельтье. – URL : <https://zen.yandex.ru/media/energofiksik/chto-takoe-element-pelte-ego-harakteristiki-i-princip-raboty-5bf839a4414f1b00a938ac33>
2. Модуль элемент Пельтье и его интересное применение. – URL : <https://mysku.ru/blog/china-stores/41515.html>

УДК 621.438

ГРНТИ 55.37.29

Чушкина В.В., магистрант, 2 курс

Научный руководитель - Ларин Е.А. канд. техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО СГТУ им. Гагарина Ю.А., г. Саратов

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы безопасности парогазовой установки конденсационного типа (ПГУ КЭС), уровни воздействия на работников, микроклимат, освещение, вентиляция, защита от воздействия повышенных температур и давления, защита от шума и вибрации; электробезопасность и тяжесть рабочего процесса.

Ключевые слова: газотурбинная установка, компрессор, камера сгорания, расход топлива, энтальпия продуктов сгорания.

Безопасность ПГУ КЭС – состояние, при котором соблюдаются правовые нормы, выполняются эколого-защитные, отраслевые и ведомственные правила и требования, а также проводятся организационные, эколого-защитные, санитарно-гигиенические, санитарно-эпидемиологические, инженерно-технические и других мероприятия, обеспечивающие защиту персонала ПГУ-КЭС и оборудования от вредных и опасных производственных факторов.

ПГУ-КЭС является опасным производственным объектом, так как при её эксплуатации используются:

- воспламеняющееся топливо (природный газ);
- стационарно установленные грузоподъемные механизмы;
- оборудование, которое работает под высокими давлением и температурой.

В данной статье проведен анализ вредных и опасных производственных факторов, разработан комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, которые направлены на поддержание вредных и опасных производственных факторов в пределах нормы. Анализ проводится для начальника смены котлотурбинного цеха на ПГУ КЭС.

На человека в процессе его трудовой деятельности могут воздействовать опасные (вызывающие травмы) и вредные (вызывающие заболевания) производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация), которые разделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным физическим производственным факторам относятся такие, которые могут являться причиной возникновения механической травмы: движущиеся машины и механизмы; различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.); отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и система повышенного давления.

Вредными физическими производственными факторами являются повышенная температура воздуха рабочей зоны и поверхностей оборудования, материалов; шум, освещение, вибрация, электромагнитные поля промышленных частот и др. К вредным физическим факторам относятся также загазованность воздуха рабочей зоны; параметры световой среды.

Химические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия на организм человека подразделяются на общетоксические, раздражающие, сенсibilизирующие (вызывающие аллергические заболевания). В эту группу входят многочисленные пары и газы — оксид углерода, сероводород, оксид азота, некоторых пластмасс с вредными наполнителями. Состав используемого газа: метан $\text{CH}_4=94,24\%$ (ПДК 7000 мг/м³), этан $\text{C}_2\text{H}_6=3\%$ (300 мг/м³), пропан $\text{C}_3\text{H}_8=0,89\%$ (300 мг/м³), бутан $\text{C}_4\text{H}_{10}=39\%$ (300 мг/м³), пентан $\text{C}_5\text{H}_{12}=0,17\%$ (300 мг/м³), гексан $\text{C}_6\text{H}_{14}=0,13\%$ (300 мг/м³). К газам, выходящим в окружающую среду, можно причислить (с указанием ПДК в рабочей зоне мг/м³ согласно ГОСТ 12.1.005-88 (Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны): оксид и диоксид азота (2 и 5 мг/м³), оксид углерода (20 мг/м³), метан (7000 мг/м³), бенз(а)пирен (0,00015 мг/м³), сероводород (10 мг/м³). К этой группе относятся также агрессивные жидкости (кислоты, щелочи), которые могут причинить химические ожоги кожного покрова при соприкосновении с ними.

К психофизиологическим производственным факторам относятся физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения, монотонность труда и др.).

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Во многих случаях наличие вредных факторов способствует проявлению опасных факторов — например, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах.

Согласно СП 52.13330.2016 (Свод правил. Естественное и искусственное освещение) в помещениях ПГУ-КЭС должно присутствовать естественное и искусственное освещение. Места, которые по техническим или иным причинам не обеспечены естественным светом, имеют постоянное электрическое освещение. Для обеспечения наиболее благоприятных условий работы при наблюдении за ходом производственного процесса и инженерными коммуникациями принято нормирование минимальной освещенности - 50лк для ламп накаливания при системе общего рабочего освещения. На станции предусмотрено аварийное освещение от источника питания, независимого от общей электроосветительной сети КЭС, в переходах, цехах и на площадках цехов с яркостью освещения на уровне пола 0,5 лк в соответствии со СП 52.13330.2016. Естественное освещение оценивается по коэффициенту естественной освещенности (КЕО), который для данного объекта $КЕО \geq 0,5$ для допустимого класса условий труда II а разряда зрительной работы.

Обязательно оснащены аварийным освещением измерительные приборы, места и пункты управления, насосные помещения, вентиляторные площадки, помещения для баков и деаэраторов, площадки и лестницы турбин.

Оценка микроклимата проводится на основе измерений его параметров (температура, влажность воздуха, скорость его движения, тепловое излучение) на всех местах пребывания работника в течение смены и сопоставления с нормативами согласно СанПиН 2.2.4.548-96 (Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений). Так как измеренные параметры соответствуют требованиям СанПиН, то условия труда по показателям микроклимата характеризуются как допустимые (2 класс).

К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Системы вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления спроектированы в соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 (ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования), обеспечивают воздухообмен, соответствующий требованиям санитарных норм. Воздух рабочей зоны производственных помещений соответствует ГОСТ 12.1.005-88* (ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны).

Для работы персонала на станции приняты оптимальные значения показателей микроклимата согласно категории работ средней тяжести IIа: оптимальная температура в помещении в холодный период - 19-21°C и относительная влажность 40-60% при движении воздуха не более 0,2 м/с, в теплый период года оптимальная температура в

помещении - 20-22°C, относительная влажность 40-60% при движении воздуха не более 0,2 м/с.

Для поддержания оптимальных значений данных параметров на КЭС предусмотрены проточно-вытяжная вентиляция, батареи центрального отопления, система кондиционирования воздуха.

Для защиты обслуживающего персонала от воздействия теплоты излишние теплоизлучения уменьшены, а излишняя теплота удалена. Источниками теплового излучения являются нагретые поверхности котлов, арматура, трубопроводы с горячими теплоносителями. Применены следующие способы защиты от теплового излучения:

- применение защитной одежды, обуви;
- ограничение длительности работы персонала при неблагоприятных температурных условиях;
- экранирование источников излучения поглощающими и отражающими материалами;
- теплоизоляция горячих поверхностей (трубопроводы с горячими теплоносителями, открытые поверхности теплооборудования).

Согласно СНиП 41-01-2003 (Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование) температура наружных поверхностей котлов и покрытий не превышает 45⁰С, температура оболочек изоляции трубопроводов и резервуаров 35⁰С, что обеспечено покрытием излучающих поверхностей тепловой изоляцией (стекловата, алюминиевая фольга).

Из опыта эксплуатации крупных систем теплоснабжения (СТ), которые оснащены большим объемом запорной арматуры, насосного оборудования, а также имеющих большую протяженность сетей и высокое гидравлическое сопротивление, известны трудности при обеспечении высокой степени их надежности. В частности, это относится как к крупным квартальным или районным котельным, так и к присоединенным сетям и системам теплопотребления. В таких СТ существует высокая вероятность возникновения аварийных либо переходных гидравлических процессов, характеризующихся колебаниями либо повышением давления сетевой воды, значения которых выходят за пределы допустимых значений прочностных характеристик оборудования и сетей. Подобные процессы возможны и в СТ невысокой мощности и протяженности, и кроме того могут иметь характер гидравлического удара. Степень же надежности проектируемых и, в большей степени эксплуатируемых СТ, является одним из важнейших факторов при осуществлении договорных отношений между теплоснабжающими организациями (ТСО) и потребителями тепловой энергии.

Отсутствие в составе СТ специализированных устройств защиты от названных явлений в значительной степени усугубляет аварийную ситуацию, приводит к цепному характеру ее распространения и серьезным последствиям для системы теплоснабжения, таким как:

- повреждение тепломеханического оборудования источников теплоснабжения;
- разрыв сетевых трубопроводов с затоплением помещений источников теплоснабжения, выводом из строя электрооборудования и потерей собственных нужд;
- прекращение теплоснабжения объектов ЖКХ и социальной сферы, предприятий, влекущее с серьезными социальными последствиями и нанесением материального ущерба;

– разрыв отопительных приборов внутренних систем теплоснабжения с затоплением помещений.

Подобные инциденты могут сопровождаться травматизмом обслуживающего персонала ТСО и третьих лиц.

Допустимые уровни шума от турбоагрегата достигаются применением теплоакустической изоляции цилиндров турбины, а также установкой шумозащитных кожухов на турбине и генераторе.

В соответствии с требованием СП 51.13330.2011 (Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003) уровень шума не должен превышать 80 дБ на расстоянии 1 м от работающего оборудования. Постоянно работающий оперативный персонал (начальники цехов, машинисты котлов, турбин) работает в специально-оборудованном блочном щите управления, где отсутствуют шумовые воздействия.

Обходчики оборудования, электрики, ремонтный персонал находятся в зоне максимально-допустимого уровня шума только во время осмотра и ремонта оборудования и, при необходимости, используют индивидуальные средства защиты (специальные наушники). Ремонтная бригада снабжается спецодеждой, средствами защиты головы и рук (каска защитные, рукавицы и перчатки), средствами защиты глаз (очки защитные), средствами защиты лица (щитки защитные лицевые), средствами защиты от падения с высоты и другими предохранительными средствами (предохранительные пояса, тросы, ручные захваты, наколенники, наплечники).

Основу гигиенического нормирования вибрации составляют критерии здоровья человека при воздействии на него вибрации с учетом напряженности и тяжести труда. Основная цель нормирования вибрации на рабочих местах — это установление допустимых значений характеристик вибрации, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего рабочего дня и многих лет не могут вызвать существенных заболеваний организма человека и не мешают его нормальной трудовой деятельности.

Основным документом, регламентирующим уровень вибрации на рабочих местах, является СН 2.2.4/2.1.8.566-96 (Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий). В ПГУ КЭС можно отметить наличие общей вибрации 3 категории - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы. Для среднегеометрической частоты полос 16,0 Гц предельно допустимые значения колебательной скорости $0,2 \cdot (10)^{(-2)} \text{ м/с}$ ($0,11 \cdot (10)^{(-2)} \text{ м/с}$), $0,2 \text{ м/с}^2$ ($0,11 \text{ м/с}^2$) колебательного ускорения и их уровней в октавных (третьоктавных) полосах частот для общей вибрации рабочих мест 3 категории на постоянных рабочих местах.

К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов

пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию).

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения и/или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Обычно чувствительным для человека является пропускание тока силой более 1 мА. Используемые установки работают под напряжением 380 В и выше, соответственно протекающий ток имеет значительные показания, во много раз превышающие 1 мА.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала от воздействия электрического тока.

Все электрооборудование и электроустановки должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0-75 (Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности), ГОСТ 12.2.007.13-2000 (Система стандартов безопасности труда. Лампы электрические. Требования безопасности). Электрооборудование и весь электроинструмент заземлен в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.1.030-81 (Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление). Работы по ремонту электрооборудования проводятся согласно правилам техники безопасности.

Защита от поражения электрическим током обеспечивается на станции согласно требованиям:

- компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю;
- контроль и профилактика изоляции;
- обеспечение недоступности токоведущих частей;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;
- двойная изоляция, изолирование рабочего места.

Согласно требованиям ПУЭ (Правила устройства электроустановок. Издание седьмое, 2017г.) предусмотрены следующие средства защиты персонала от поражения электрическим током:

- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- переносное заземление;
- изолирующие штанги;
- оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности;
- диэлектрические перчатки, боты, ковры, изолирующие подставки и накладки.

Распространенным и постоянно возрастающим негативным фактором на промышленном предприятии являются электромагнитные поля (ЭМП), создаваемые различными устройствами, генерирующими, передающими и использующими электрическую энергию. ПДУ установлены в ГОСТ 12.1.002 – 84 (Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах) и СанПиН

2.2.4.1191-03 (Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц).

Оценка ЭМП ПЧ (промышленной частоты, 50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м. ПДУ напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м (63 мкТл), соответственно.

Организм человека, находящегося в электромагнитном поле, поглощает его энергию, в тканях возникают высокочастотные токи с образованием теплового эффекта. Биологическое действие электромагнитного излучения зависит от длины волны, напряженности поля (или плотности потока энергии), длительности и режима воздействия (постоянный, импульсный). Чем выше мощность поля, короче длина волны и продолжительнее время облучения, тем сильнее негативное влияние ЭМП на организм. При воздействии на человека малоинтенсивного электромагнитного поля возникают нарушения электрофизиологических процессов в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, функций щитовидной железы, системы «гипофиз — кора надпочечников», генеративной функции организма.

К профилактическим мероприятиям по предупреждению негативного влияния источников электромагнитных излучений относится прежде всего обеспечение соответствия их технических характеристик нормативным требованиям и строгое соблюдение правил эксплуатации. Кроме того, для более эффективной оценки степени их электромагнитной опасности для человека представляются целесообразными специальные исследования по изучению фактических значений нормируемых параметров электромагнитных полей, создаваемых различными моделями технических средств (сотовыми и радиотелефонами, пейджерами, микроволновыми печами и т. д.) в реальных условиях их использования.

Специалистами по гигиене условия труда человека классифицированы по степени тяжести и напряженности трудового процесса и по показателям вредности и опасности факторов производственной среды (Р 2.2.2006-05 (Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда).

Факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, — это в основном мышечные усилия и затраты энергии: физическая динамическая нагрузка, масса поднимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочие позы, наклоны корпуса, перемещение в пространстве.

Факторы трудового процесса, характеризующие напряженность труда, — это эмоциональная и интеллектуальная нагрузка, нагрузка на анализаторы человека (слуховой, зрительный и т. д.), монотонность нагрузок, режим работы.

Труд, требующий физической нагрузки, эмоционального, интеллектуального напряжения, ответственности, напряжения анализаторов и т.д., классифицируется как по тяжести, так и по напряженности труда. Рассматриваемый объект относится к

допустимому (комфортному) классу условий труда. Труд начальников смены котельной характеризуется стереотипностью рабочих движений с участием мышц пальцев, кистей, рук или плечевого пояса, постоянством рабочей позы, напряжением анализаторов (прежде всего зрения), длительностью сосредоточенного наблюдения и числом одновременно наблюдаемых объектов; высокой эмоциональной нагрузкой в связи с очень большой ответственностью и значимостью ошибки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 34.0201-97 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.
2. ГОСТ 12.009-76* Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
3. ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
4. ГОСТ 12.020-80* ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
6. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 9544-2005 Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов.
8. Костюк, А.Г. Газотурбинные установки / А.Г. Костюк, А.Н. Шерстюк. – Москва: Высш. шк., 1979. – 254 с.
9. Ларин, Е.А. Методы и модели расчета и обеспечения надежности комбинированных теплоэнергетических установок и систем / Е.А. Ларин // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2004. – №3(4). – С. 44-57.
10. Компоновка и тепловой расчет парового котла: учеб. пособие для вузов / Ю.М. Липов [и др]. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 208 с.

УДК 621.548

ГРНТИ 44.39.29

Бочарова А.Ю., Губанов Д.В., студенты, 4 курс

Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

«ВЕЛИКАНЫ ДОН КИХОТА» НА СЛУЖБЕ У СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. Статья посвящена актуальному научному направлению – ветровой энергетике. В работе исследуются ее сущность, цели, источники, достоинства и издержки; намечаются перспективные направления ее применения в современных технико-технологических и цивилизационных условиях.

Ключевые слова: электроэнергия, источники энергии, ветроэлектростанция.

Каждый человек в своей жизни хотя бы раз встречался с электричеством, но далеко не каждый решится объяснить, что это такое. Многие ответят, что электричество – одна из форм движения материи, и будут частично правы. Электричество, электроэнергия, энергия – все это аспекты развития энергетики.

В настоящее время самым распространенным видом энергии является электроэнергия, но так было не всегда. Энергетика как действие зародилась несколько миллионов лет назад, одновременно с рождением огня, и на протяжении многих веков поддерживалась сжиганием растительных энергоносителей (сухих веток, травы). Не имея навыка добычи полезных ископаемых, борясь за свое существование, человек стремительно подчинял себе силы природы, «поработив» огонь, воду, а затем и ветер для получения жизненно необходимой энергии.

Идею использования силы ветра активно использовали в Персии и Египте в III веке до нашей эры, а в XV веке в Голландии ветряными мельницами, прообразами ветреных генераторов, были заняты огромные площади. Население использовало их мощность не только для обеспечения себя электричеством, но и для осушения болот и подъема грузов.

Наша страна, благодаря значительной площади и расположению в различных географических и климатических зонах, обладает огромным потенциалом использования ветровой энергии. В разные годы к ветроэнергетике – отрасли, основанной на возобновляемом источнике энергии – ветре, относились неоднозначно; взлеты и падения этой отрасли зависели от экономического состояния страны, технического развития, потребности в данном источнике энергии. До начала прошлого столетия ветродвигатели были довольно распространены, хотя не могли конкурировать с дизельными и гидроэлектростанциями.

К середине XX века человечество так активно разрабатывает месторождения нефти, угля и газа, что получает огромное количество побочных эффектов от промышленного использования земельных недр. Аналитики впервые широко заговорили об оскудении запасов нефти и задались поиском альтернативных источников энергии. Взоры ученых вновь обратились к возможному использованию силы ветра. Изначально эта идея не вызвала отклика в ряду исследователей – энергетиков, но в 1925 году Н.Е. Жуковский разработал теорию ветродвигателя, в которой изложил возможность создания высокопроизводительной установки, способной получать энергию даже от слабого ветерка. На основании этой теории с использованием последних достижений отрасли появились проекты ветрогенераторов, несравненно более совершенных, чем их праотцы – ветряные мельницы. С 30–ых по 90–е годы на территории России активно развивается отрасль ветроэнергетики, но в связи с распадом СССР сходит, практически, на нет.

Несмотря на это, на 2018 год ресурсы ветровой энергии России определены в 134,36 МВт. Конечно, это ничтожно мало. Нельзя сказать, что рынок нетрадиционных возобновляемых источников в нашей стране запущен, но доля энергии, полученной с помощью ветрогенераторов выросла в 2018 году в 12,2 раза по сравнению с предыдущим годом, а солнечной энергии — в семь раз.

Особенно благоприятно развивается данная отрасль в Мурманской и Ленинградской областях, на Урале, в Курганской области, Краснодарском крае, Дальнем Востоке, Калмыкии. В целом технический потенциал ветровой энергии России

оценивается более чем в 50 000 млрд. кВтч/год, т.е. около 30% производства электроэнергии всеми электростанциями страны.

Всего в работе находятся следующие системные ВЭС (ветроэнергостанции):

1. Калининградская ВЭС;
2. Воркутинская ВЭС;
3. Камчатская ВЭС;
4. Тюпкельды ВЭС (г. Октябрьский, Башкирия);
5. Ростовская ВЭС;
6. Мурманская ВЭС;
7. Чукотская ВЭС.

Самой мощной на сегодняшний день считается ветроэлектростанция в Калининградской области, введенная в строй в 2002 году. Ее суммарная мощность составляет 5,1 МВт. К определенным «плюсам» ветрогенераторов следует отнести экологичность процесса образования энергии, непродолжительная по времени и финансово необременительная установка ветровых конструкций, естественная природная возобновляемость и неисчерпаемость. К недостаткам ветроэнергетики относят зависимость продуктивности установок от погодных условий и направления ветра, наличие больших земельных участков, выводимых из оборота земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстрицкий, Г.Ф. Общая энергетика: учебное пособие / Г.Ф. Быстрицкий. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: КНОРУС, 2010. – 296 с.
2. Власов С.И. Нетрадиционные источники энергии / С.И. Власов, Д.А. Толипов. – Ташкент: «Университет», 2013. – 154 с.
3. Скворень, Р.А. Электричество шаг за шагом / Р.А. Скворень. – Москва: ДМК Пресс, 2019. – 480 с.
4. Упит Р.А. Лекции по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций» / Р.А. Упит. – Барнаул: Издательство АлГТУ. – 2015. – 131 с.
5. Энергетика стран мира. – URL : <http://www.eeseaec.org/>

УДК 628.1
ГРНТИ 75.31.19

Черненко И.Г., аспирант, 4 курс
Научный руководитель – Барановский В.В., д-р техн. наук, профессор
СПбГУПТД, г. Санкт-Петербург

О КАЧЕСТВЕ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Аннотация. Федеральным законом от 27 июля 2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении» установлен запрет на «использование централизованных открытых систем теплоснабжения (горячего водоснабжения) для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения» с 1 января 2022 года [1]. В представленной статье рассмотрены основные характеристики открытых и закрытых систем теплоснабжения, и выполнен анализ фактических показателей качества холодного и горячего водоснабжения в крупнейшем городе Российской Федерации с открытыми системами теплоснабжения – Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: теплоснабжение, открытые системы теплоснабжения, закрытые системы теплоснабжения, холодное водоснабжение, горячее водоснабжение.

По состоянию на 01.01.2019 г. около 70% потребителей Санкт-Петербурга охвачено централизованной системой горячего водоснабжения (ГВС), остальная часть снабжается горячей водой от автономных котельных и местных водонагревателей. Централизованное ГВС города осуществляет около 350 источников, в том числе 14 ТЭЦ и более 330 котельных. При этом около 90% потребителей подключено к тепловым сетям по открытой схеме с отбором горячей воды из тепловой сети в ИТП зданий или в ЦТП с последующей ее передачей по квартальным сетям ГВС [2].

Преобладание открытых систем связано с их сооружением в период массового строительства жилья в 1960–70-е годы в Ленинграде, когда использование мягкой ($pH < 8,0$) невской воды, не требующей серьезной химической обработки, способствовало экономичному развитию теплофикации и централизованного ГВС населения города.

Учитывая приближающийся срок начала действия запрета на использование открытых систем ГВС и для определения актуальности для Санкт-Петербурга прекращения использования существующих открытых систем ГВС ниже рассмотрены:

- укрупненные сравнительные характеристики открытых и закрытых систем теплоснабжения (табл. 1);
- результаты производственного контроля качества питьевой воды и горячей воды основных ресурсоснабжающих организаций Санкт-Петербурга в сфере тепло- и водоснабжения;
- статистика обращений потребителей холодной и горячей воды на ее качество.

При условии поддержания качества горячей воды в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 [3] сравнительный анализ данных таблицы 1 не показывает явных

преимуществ закрытых систем теплоснабжения над открытыми, которые являлись бы основанием массового прекращения использования последних в короткие сроки.

Таблица 1

Укрупненные сравнительные характеристики
открытых и закрытых систем теплоснабжения

Характеристика	Тип систем теплоснабжения	
	Открытые	Закрытые
Защита от внутренней коррозии стальных труб горячего водоснабжения	+	-
Простота и невысокая стоимость строительства и эксплуатации тепловых пунктов	+	-
Утилизация низкопотенциального тепла ТЭЦ	+	-
Сокращение затрат электроэнергии на транспорт тепла на источниках, ЦТП и НПС	+	-
Возможность использования однотрубной схемы подачи тепла	+	-
Стабильный гидравлический режим тепловых сетей	-	+
Простота санитарного контроля и стабильное качество горячей воды	-	+
Сокращение расхода подпиточной воды и емкости баков-аккумуляторов	-	+
Возможность использования технической воды в качестве теплоносителя для систем отопления	-	+
Контроль герметичности системы теплоснабжения по объему подпитки	-	+

В соответствии с Федеральным законом от 07.12.2011 № 416 «О водоснабжении и водоотведении» [4] контроль качества исходной холодной и горячей воды осуществляется в соответствии с утвержденными Программами производственного контроля качества питьевой воды и горячей воды. Контролирующим органом по контролю за качеством воды в Санкт-Петербурге является Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу (далее – Роспотребнадзор СПб), которая осуществляет согласование и контроль за выполнением указанных программ.

В Санкт-Петербурге в системах ГВС используется вода питьевого качества. Для анализа фактического состояния качества воды рассмотрены следующие организации:

– ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», являющийся поставщиком воды для ТЭЦ и котельных города;

– ПАО «ТГК-1» (теплосетевые активы консолидированы в дочерней компании АО «Теплосеть Санкт-Петербурга»), ГУП «ТЭК СПб» и ООО «Петербургтеплоэнерго», на долю которых приходится более 77% установленной тепловой мощности, 86% протяженности тепловых сетей и 90% теплоотпуска [2]. Таким образом, анализ качества горячего водоснабжения этих теплоснабжающих организаций позволяет дать оценку качеству ГВС в Санкт-Петербурге в целом.

В ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» контроль качества воды организован на всех уровнях производства и транспортировки (рис. 1).



Рис. 1. Система контроля качества воды в Санкт-Петербурге

С 2007 года в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» действует уникальная двухступенчатая технология комплексного обеззараживания питьевой воды на водопроводных станциях Санкт-Петербурга, включающая использование высокоэффективного и одновременно безопасного реагента – гипохлорита натрия (химический метод) и ультрафиолетовую обработку воды (физический метод). Эта комбинация позволяет полностью гарантировать эпидемиологическую безопасность водоснабжения Санкт-Петербурга, а также полное соответствие микробиологических показателей качества воды действующим нормативам. Санкт-Петербург стал первым мегаполисом, в котором вся питьевая вода проходит обработку ультрафиолетом и который полностью отказался от использования жидкого хлора для обеззараживания воды.

С 2011 года на Южной водопроводной станции ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» работает новый блок К-6 (рис.2,3), где использованы самые современные технологии водоподготовки, позволяющие справиться с любыми изменениями состояния воды в реке Нева, а также снизить экологическую нагрузку т.к. вода, которой промывают фильтры, не сбрасывается в реку, а очищается и снова используется. К основным этапам производства питьевой воды на К-6 относятся:

- предварительное озонирование воды;
- осветление воды: коагуляция, флокуляция и отстаивание в полочном отстойнике;
- фильтрация через скорые гравитационные фильтры с двухслойной загрузкой (песок и активированный уголь);
- первая ступень обеззараживания: гипохлорит натрия в сочетании с сульфатом аммония;

– вторая ступень обеззараживания: обработка ультрафиолетом.

Еще одним из передовых достижений ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» является уникальная система биомониторинга качества воды, основанная на диагностике функционального состояния речных раков и рыб. Метод, разработанный в Научно-исследовательском центре экологической безопасности РАН, предусматривает измерение кардиоритма аборигенных речных раков и анализ поведения рыб. Если в воде, которую берут из Невы, окажутся токсичные вещества, у раков участится сердцебиение, а у рыб резко изменится поведение. Сейчас система биомониторинга используется на всех водопроводных станциях города. На Главной водопроводной станции в «штате» – 12 речных раков. Рабочий график: двое суток в аквариуме под наблюдением, затем – четверо суток отдыха и активной еды.



Рис. 2. Озонаторная на блоке К-6

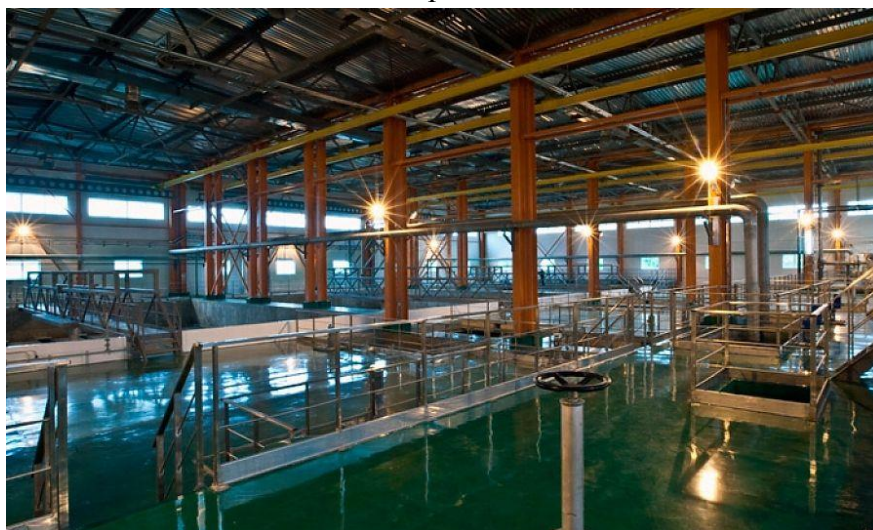


Рис. 3. Новый блок водоподготовки К-6 на Южной водопроводной станции

Результаты контроля качества питьевой воды на выходе с водопроводных станций и в контрольных точках распределительной сети подтверждают их соответствие

нормативным требованиям. Кроме того, Роспотребнадзором СПб с 13 ноября по 08 декабря 2017 была проведена плановая выездная проверка. По итогам проверки нарушений, оказывающих негативное влияние на качество питьевой воды, не выявлено.

Статистика жалоб, поступивших в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» за период 2016-2018 гг., на качество холодной воды представлена в таблице 2. Причиной временных нарушений качества питьевой воды в местах водоразбора стали нарушения производства строительно-монтажных работ и правил эксплуатации на водопроводных сетях, водопроводных вводах зданий и внутридомовых сетях. При этом качество питьевой воды на выходе с водопроводных станций и в точках распределительной водопроводной сети соответствовало требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [3]. Представленные данные подтверждают соответствие качества холодного водоснабжения в Санкт-Петербурге нормативным требованиям.

Таблица 2

Статистика жалоб на качество холодной воды

Годы	Количество жалоб на качество холодной воды	Доля жалоб от общей численности населения, обслуживаемого ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»
2018	410	0,008 %
2017	447	0,009 %
2016	537	0,010 %

Программой производственного контроля качества и безопасности питьевой и горячей воды на ТЭЦ филиала «Невский» ПАО «ТГК-1» в Санкт-Петербурге, согласованной Роспотребнадзором СПб, утвержден объем производственного контроля на 74 пробоотборных точках (табл. 3) [5].

Таблица 3

Объем производственного контроля качества питьевой и горячей воды на теплоэлектроцентралях филиала «Невский» ПАО «ТГК-1»

Показатели	Место отбора проб, кратность				
	Вода из гор. водопровода	Подпиточная вода перед поступлением в сеть	Вода, выходящая с ТЭЦ (прямая магистраль)	Вода, возвращаемая на ТЭЦ (обратная магистраль)	Примечание
1	2	3	4	5	6
Микробиологические показатели					
Общее микробное число	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Общие колиформные бактерии	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Термотолерантные колиформные бактерии	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Сульфитредуцирующие клостридии			1 р./мес.		

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Легионеллы	По эпид. показаниям *		По эпид. показаниям *		* По указанию Управления Роспотребнадзо ра СПб
Обобщенные показатели					
Водородный показатель	1 р./10 сут.	1 р./10 сут. *	1 р./10 сут. *	1 р./10 сут. *	* При дозировании силиката 1 р./сут.
Жесткость общая, кальциевая	1 р./мес.		1 р./мес.		
Щелочность	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.		
Окисляемость перманганатная	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./10 сут.	1 р./мес.	
Нефтепродукты	1 р./мес.		1 р./мес.		
Органолептические показатели					
Запах	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	
Цветность	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	
Мутность	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	
Химические показатели					
Сульфаты	1 р./мес.		1 р./мес.		
Хлориды	1 р./мес.		1 р./мес.		
Железо	1 р./10 сут.	1 р./10 сут.	1 р./10 сут. *	1 р./10 сут. *	* При превышении норм 1р./сут.
Алюминий	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Медь	1 р./мес.		1 р./мес.		
Цинк	1 р./мес.		1 р./мес.		
Никель	1 р./мес.		1 р./мес.		
Хром	1 р./мес.		1 р./мес.		
Хлороформ	1 р./мес.		1 р./мес.		
Сероводород		1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Взвешенные вещества		1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	
Сухой остаток	1 р./мес.		1 р./мес.		
Температура		1 р./мес.	1 р./мес.	1 р./мес.	По приборам автоматич. контроля
Кремниевая кислота	1 р./10 сут. *	1 р./10 сут. *	1 р./10 сут. *		* При дозировании силиката
Растворенный кислород	Выполняется в соответствии с технологическими графиками				
Свободная CO2	Выполняется в соответствии с технологическими графиками				

Общее количество обращений граждан по вопросам качества горячей воды за 2019 г. составило 22 (около 0,001% от общей численности населения, обслуживаемого АО «Теплосеть Санкт-Петербурга»), по 7 из которых совместно с Роспотребнадзором СПб в АО «Теплосеть Санкт-Петербурга» выполнены отборы проб, в результате которых

нарушений норм СанПиН не выявлено. Представленные данные подтверждают соответствие качества воды в зонах теплоснабжения ПАО «ТГК-1» и АО «Теплосеть Санкт-Петербурга» нормативным требованиям.

В 2018 году в рамках реализации административных расследований, инициированных Роспотребнадзором СПб на основании обращений граждан по фактам неудовлетворительного качества горячей воды в многоквартирных домах, в отношении ГУП «ТЭК СПб» было возбуждено три дела об административных правонарушениях, по два из которых предприятие признано виновным в совершении административного правонарушения с назначением административных штрафов, по одному делу - нарушений в действиях предприятия выявлено не было, производство прекращено. Таким образом, доля подтвержденных фактов нарушений составила менее 0,1% от общего числа жалоб в зоне теплоснабжения ГУП «ТЭК СПб» (табл. 4).

Таблица 4

Статистика жалоб на качество горячей воды

Годы	Количество жалоб на качество горячей воды (запах, цветность, мутность)	Количество жалоб на температуру горячей воды	Итого	Доля жалоб от общей численности населения, обслуживаемого ГУП «ТЭК СПб»
2018	636 (206)	686 (155)	1 322 (361)	0,06 %
2017	330 (254)	559 (115)	889 (369)	0,04 %
2016	-	-	1 954	0,09 %

* в скобках указано количество письменных обращений, поступивших в ГУП «ТЭК СПб»

Согласно таблице 4 в адрес ГУП «ТЭК СПб» в 2018 году поступило 206 письменных обращений абонентов с жалобами на качество горячей воды, на основании которых произведено 210 отборов проб горячей воды (таблица 5). По результатам повторных отборов проб после проведения мероприятий по устранению нарушений качество горячей воды нормализовано. Представленные данные подтверждают соответствие качества воды в зонах теплоснабжения ГУП «ТЭК СПб» нормативным требованиям.

Таблица 5

Письменные жалобы абонентов на качество горячей воды за 2018 г.

Источник теплоснабжения	Количество жалоб абонентов на качество ГВС	Количество отборов проб, произведенных по обращениям абонентов	Количество повторных отборов проб после проведения мероприятий по устранению нарушений
1	2	3	4
Котельная Парнас	19	19	0
Приморская котельная	20	20	0
2-Колпинская котельная	20	20	0
Гражданская котельная	25	25	0
Чернореченская котельная	26	26	0

Продолжение табл.5

1	2	3	4
Коломяжская котельная	16	16	0
ГСР ТЭЦ	5	5	0
Пискаревская котельная	5	5	0
2-Невская котельная	12	12	0
6-Пушкинская котельная	3	3	0
2-Правобережная котельная	4	4	0
ЦТП по адресу ул. Бабушкина, д. 51 (подготовка воды осуществляется на ЦТП)	4	7	3
2-Красносельская котельная	3	3	0
Котельная по адресу ул. Комсомола, д. 6	1	1	0
3-Выборгская котельная	7	7	0
4-Красносельская котельная	8	8	0
2-Пушкинская котельная	6	6	0
6-Выборгская котельная	1	1	0
Кадетский бульвар, д. 15	3	3	0
Северомуринская котельная	5	5	0
2-Фрунзенская котельная	1	1	0
1-Московская котельная	1	1	0
Цитадельская котельная	10	10	0
Котельная по адресу ул. Малая Балканская, д. 39	1	2	1
Итого	206	210	4

Статистика обращений в ООО «Петербургтеплоэнерго» по вопросам качества горячей воды за период 2016-2018 гг. представлена в таблице 6. В результате проверок по жалобам установлено, что качество горячей воды соответствует нормативам.

Представленные данные подтверждают соответствие качества воды в зонах теплоснабжения ООО «Петербургтеплоэнерго» нормативным требованиям.

Таблица 6

Статистика жалоб на качество горячей воды

Годы	Количество жалоб от управляющих компаний, граждан	Количество определений Роспотребнадзора по жалобам абонентов	Доля жалоб от общей численности населения, обслуживаемого ООО «Петербургтеплоэнерго»
2018	2	0	0,0004 %
2017	12	2	0,0024 %
2016	12	5	0,0024 %

Представленные материалы подтверждают соответствие качества холодного горячего водоснабжения в Санкт-Петербурге нормативным требованиям. Временные нарушения органолептических показателей воды (запах, цветность) у потребителей наблюдались при нарушениях производства строительно-монтажных работ и правил

эксплуатации на сетях, вводах зданий и внутридомовых сетях. Таким образом, практикой многолетней эксплуатации систем теплоснабжения мегаполиса подтверждается, что открытые и закрытые системы теплоснабжения позволяют в равной степени обеспечивать качество горячей воды [6].

С учетом вышеизложенного целесообразно рассмотреть возможность внесения следующих изменений в статью 29 Федерального закона «О теплоснабжении»:

- предусмотреть возможность сохранения существующих открытых систем теплоснабжения: ввести критерии необходимости перевода открытых систем теплоснабжения на закрытую схему для отдельных систем ГВС (экономическая эффективность, качество горячей воды и пр.);

- предусмотреть возможность подключения объектов капитального строительства к существующим открытым системам теплоснабжения по открытой схеме с целью сохранения возможности утилизации низкопотенциального тепла на ТЭЦ, сокращения объемов параллельной работы систем теплоснабжения по открытой и закрытой схеме, и снижения капитальных и эксплуатационных затрат на узлы приготовления горячей воды;

- с целью повышения топливной экономичности предусмотреть возможность строительства открытых систем теплоснабжения на базе ТЭЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 27.07.2010 года № 190 «О теплоснабжении»
2. Схема теплоснабжения Санкт-Петербурга, утвержденная приказом Минэнерго РФ от 13.11.2019 № 1207
3. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.»
4. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416 «О водоснабжении и водоотведении»
5. Программа производственного контроля качества и безопасности питьевой и горячей воды на теплоэлектроцентралях филиала «Невский» ПАО «ТГК-1»
6. Мележик, А.А. Рассмотрение способов перевода систем теплоснабжения на закрытую схему на примере Санкт-Петербурга, Материалы международной научно-практической конференции «Модернизация и инновационное развитие топливно-энергетического комплекса» / А.А. Мележик, И.Г. Черненко. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2019. – №2.

УДК 620.91
ГРНТИ 44.37

Худяков Е.А., Мамонов Р.В., студенты, 2 курс

Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент

Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. ГЕЛИОСТАНЦИИ: РЕАЛИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об альтернативных источниках энергии: их сущность, виды, преимущества и недостатки. Делается акцент на работе солнечных электростанций. Обосновывается актуальность применения современных перспективных технологий в энергетике.

Ключевые слова: экология, научно-технический прогресс, энергетика, альтернативные источники энергии, гелиостанция.

К основным современным экологически чистым и достаточно безопасным, а также экономически выгодным источникам электроэнергии относят: энергию ветра и Солнца, энергию приливов и отливов волн и так далее. Мы более подробно рассмотрим солнечную энергию как один из перспективных источников электричества. Одним из популярных и самых безопасных источников энергии является использование Солнца, поскольку каждый день на планету Земля поступает энергия солнечных лучей, которой хватит на более чем 7 миллиарда населения планеты.

Самой крупной электростанцией в Оренбургской области является Орская солнечная электростанция (СЭС) им. А.А. Влазнева, основана в декабре 2015 г. На момент пуска станции мощность составляла 25 МВт. Для Оренбургской области на данный момент актуальны именно СЭС, поскольку эксперимент по запуску первой СЭС прошел успешно, то и дальнейшее развитие данной сферы – строительство солнечных электростанций – идет непрерывно. Суммарно в Оренбуржье успешно функционируют 7 солнечных станций, суммарной мощностью 195 МВт.



Рис. 1. Общий вид Орской СЭС им. А.А. Влазнева

Мировая экологическая обстановка постоянно ухудшается, и человечество активно ищет способы по сохранению нашей планеты и сбережению природных ресурсов. В настоящее время активно обсуждаются вопросы по созданию и внедрению альтернативных источников энергии. Речь идёт не только о солнечных электростанциях, но и об установках, использующих силу ветра, воды для генерации тока. Мы провели опрос среди студентов ОрИПС – филиала СамГУПС. Всего приняли участие в опросе 126 человек. Студентам был задан вопрос: «Считаете ли Вы необходимым проектирование и постройку экологически чистых электростанций на территории Российской Федерации, в Оренбургской области?». Практически 100% опрошенных считают получение «чистой» электроэнергии большим прогрессивным шагом на пути к сохранению экологического благополучия нашей планеты и человечества в целом.

Такой результат неудивителен. Большинство электростанций получают электричество путём сжигания ископаемого топлива. Вследствие этого в атмосферу выделяется огромные объёмы углекислого газа и других веществ, увеличивающие уровень парникового эффекта. Также в ходе эксплуатации таких станций используются те природные ресурсы, возобновление которых невозможно, поэтому их количество постепенно уменьшается. И это ещё не все недостатки, связанные с ними.

С экологически чистыми источниками энергии решаются множество проблем современных электростанций. К примеру, солнечным панелям не нужно ископаемое топливо для выработки энергии, нет необходимости в большом количестве персонала обслуживания. Бесшумная работа позволяет располагать панели прямо в городах и посёлках. Потенциал гелиосистем растёт с развитием науки. Новые открытия учёных позволяют в разы увеличить мощность таких станций.

Но у всего есть свои недостатки. Так, эффективность гелиостанций (СЭС) напрямую зависит от погодных условий и времени суток. Также техническое обслуживание солнечных панелей – это достаточно трудный процесс, следовательно, требуется высококвалифицированный персонал. Достаточно мощные гелиостанции с лёгкостью занимают площадь в сотни гектаров и поэтому нужно тщательно относиться к выбору места для установки солнечных панелей. И главный минус – высокая стоимость. Это вызвано применением редких элементов: теллура и индия, а также аккумуляторные батареи, необходимые для стабильной работы станции, обходятся в немалые суммы. На наш взгляд, именно этот минус мешает повсеместному распространению таких станций в России и мире.



Рис. 2. Панели Орской СЭС им. А.А. Влазнева

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орская СЭС им А.А.Влазнева. – URL : <http://www.tplusgroup.ru/org/orenburg/organization/orskaja-sehs-im-aa-vlazneva/>
2. Преимущества и недостатки солнечной энергии. – URL: <https://solarelectro.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii>

УДК 63:502.171

ГРНТИ 68.01.91

Ракитин С.А., студент, 2 курса 7448

Научный руководитель – Мармус Т.Н., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ АО «ЛУЧ»

Аннотация. В статье ставится задача рассмотреть эффективность биогазовых установок в условия предприятия АО «Луч». Произведен подробных анализ характеристик сельскохозяйственного комплекса, выполнен расчет возможной выработки электрической и тепловой энергии.

Ключевые слова: биогаз, биогазовая установка, электроэнергия, сельское хозяйство, животноводство.

Биогаз – смесь газов. Его основные компоненты: метан (CH₄)-55-70% и углекислый газ (CO₂)- 28-43%, а также в малых количествах сероводород (H₂S).

Биогазовая установка – это комплекс инженерных сооружений, состоящий из устройств:

- подготовки сырья
- производства биогаза и удобрений
- очистки и хранения биогаза
- производства электроэнергии и тепла
- автоматизированной системы управления

Акционерное общество «Луч» было образованно в результате реорганизации колхоза «Луч» 10 апреля 2015 года. Колхоз «Луч» был создан в декабре 1983 года, в период разделения большого колхоза «Родина» на два хозяйства: «Луч» и «Родина». Расположен в Ивановском районе Амурской области, в 35 км от города Благовещенска (областного центра).

АО «Луч» – одно из передовых хозяйств Ивановского района и Амурской области по производству сельскохозяйственной продукции. Общество вносит весомый вклад в экономику района и области.

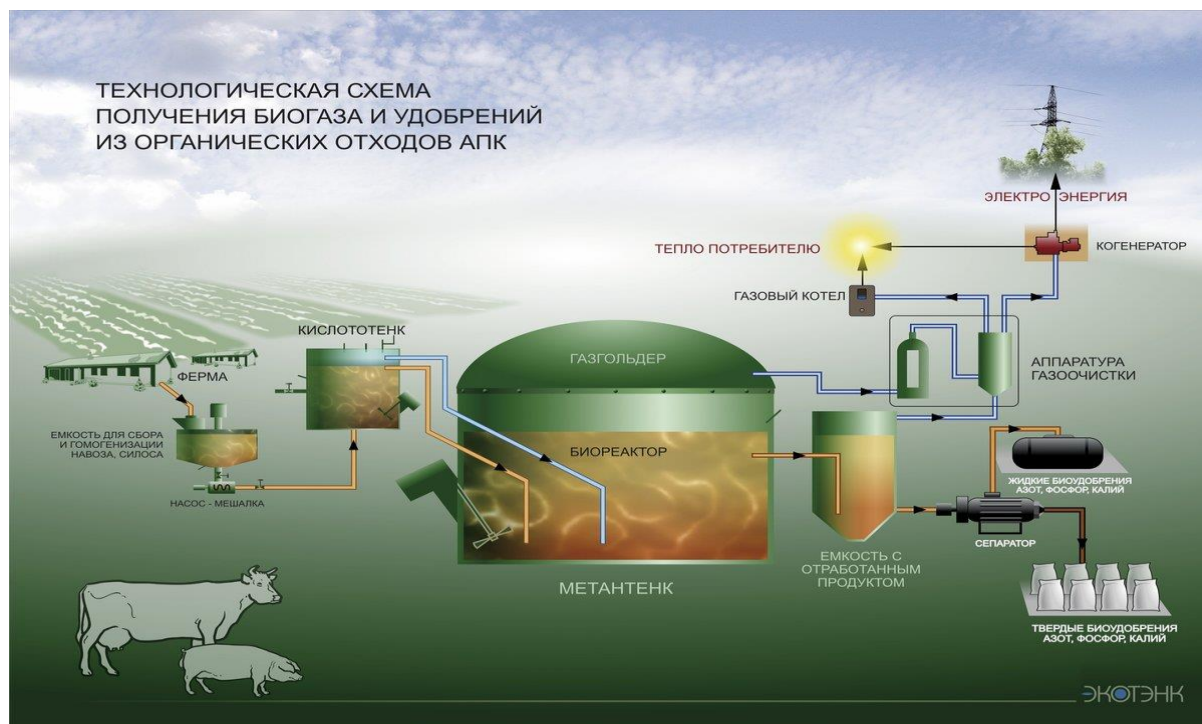


Рис. 1. Технологическая схема получения биогаза

В хозяйстве работает 263 человек. За последние пять лет увеличились посевные площади и производство зерна и сои более чем в 2 раза. В 2019 году посеяли 2855 га зерновых, сои 11405 га, кормовых 4170 га. Планируется получить 5657 тонн зерновых, заготовить 9150 тонн сенажа, 3000 тонн соломы зерновых и сои, 1620 тонны сена многолетних трав, 15940 тонн сои, 1700 тонн зерна кукурузы, заготовить силоса 20201 тонн, соевой соломы 500 тонн. На протяжении ряда лет АО «Луч» является специализированным семеноводческим хозяйством по производству репродукционных семян зерновых и сои.

В целях сохранения и развития приоритетных направлений развития животноводства в 2013 году завершено строительство комплекса на 1200 коров. Создано 3100 скотомест. Проектная мощность молочного комплекса - производство 7,32 тыс. тонн молока в год и 247 тонн мяса (в живом весе) крупного рогатого скота.

За период с 2007 года завезено 1172 голов племенных телок и нетелей краснопестрой породы. По состоянию на 31.12.2018 года в хозяйстве имеется 3257 голов крупного рогатого скота, в том числе 1200 коровы.

За 2018 год произведено 8564,1 тонны молока, продуктивность на одну фуражную корову составила 7136 кг, производство мяса в живом весе 449 тонн, получено 1291 головы приплода.

В целях дополнительного рынка сбыта мясной продукции хозяйство занялось производством мясных полуфабрикатов. В мае 2017 года на базе АО «ЛУЧ» был открыт склад по реализации молочной продукции, мяса КРС и мясных полуфабрикатов собственного производства. При содержании такого поголовья неизбежно возникает вопрос утилизации отходов, решением этой проблемы является использование биогазовых установок.

Выход биогаза зависит от большого количества местных факторов. Усредненные показатели выхода биогаза из различных видов сырья животного происхождения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Удельные объемы выхода биогаза и основных видов сырья

Субстрат животного происхождения	Выход м ³ / т
Навоз КРС (природный 85-88% влажности)	54
Навоз КРС (самосплавный 95% влажности)	22
Навоз свиной (природный 85% влажности)	62
Навоз свиной (самосплавный 85% влажности)	25
Птичий помет клеточный (75% влажности)	103

Суточный выход биомассы для сбраживания

$$m_{\text{сут}} = \sum N_i \cdot m_i = 3257 \cdot 35 = 114 \text{ т} \quad (1)$$

где N_i – кол-во КРС на предприятии (3257);

m_i – суточный выход навоза от крупно рогатого скота .

Суточный выход навоза с учетом содержимого прочих примесей (подстилка, остатки корма и пр.).

$$m_{\text{сут}}^{\text{общ}} = m_{\text{сут}} \cdot k_n = 114 \cdot 1.6 = 182.4 \text{ т} \quad (2)$$

где k_n - поправочный коэффициент, учитывающий примеси (1,3-1,6)

Выход биомассы за год

$$m_{\text{год}} = m_{\text{сут}}^{\text{общ}} \cdot 365 = 182,4 \cdot 365 = 66576 \text{ т} \quad (3)$$

Влажность навоза

$$m_{1\text{кг.сух}} = \frac{100}{100-85} = 6,6 \text{ кг} \quad (4)$$

Тогда, масса сухого вещества:

$$m_{\text{сух}} = \frac{182,4}{6,6} = 27,6 \text{ кг} \quad (5)$$

Выход биогаза измеряется литрами либо кубометрами на килограмм сухого вещества, содержащегося в навозе. Из таблицы 1 видно, что для разных видов сырья значения выхода биогаза на килограмм сухого вещества будет различным. Для навоза КРС 85-89% влажности это значение составит в пределах 0,054 м³ . Это значит, что 1 кг сухого вещества (6,6 кг свежего навоза) выделяет 0,054 м³ биогаза, тогда 182,4 тыс. кг. выделяет 9849,6 м³ биогаза за сутки. Для того чтобы узнать сколько энергии вырабатается биогазом, нужно знать его теплотворную способность или теплоту сгорания. Теплота сгорания зависит от содержания в газе метана.

Таблица 2

Количество вырабатываемой электроэнергии от биогаза при различном содержании метана

	Выход биогаза	50% метана		60% метана		70% метана	
	Тыс.м ³	МДж	МВт	МДж	МВт	МДж	МВт
За год	3595,1	63992851	17775	76791421,44	21330	89877500	24965,9
За сутки	9,84	175100	48,63	210182,4	58,3	246000	68,3
За час	0,41	7290	2,02	8757,6	2,43	10250	2,847

Так при 50%- ном содержание получают 17,8 МДж энергии, при 60%-ном получают 21,36 МДж, а при 70% 25 МДж энергии. Произведем расчет для граничных показателей выработки биогаза за год, за сутки и за час. И посчитаем количество вырабатываемой электрической энергии. По теплоте сгорания 1м³ биогаза эквивалентен 0,8 м³ природного газа. При сгорании 1 м³ природного газа вырабатывается 2,2 кВтч электроэнергии. Т.е., для выработки 1 кВтч нам потребуется 0,56 м³ биогаза.

Считаем количество вырабатываемой электроэнергии, которую сможем использовать:

$$P = \frac{410}{0,56} = 732 \text{ кВтч} \quad (6)$$

В результате нам известно, что исходного топлива в сутки составит 182,4 тонн. Выход биогаза в сутки - 9840 м³. Количество вырабатываемой энергии, которую можно использовать для обеспечения электроснабжения хозяйства, равно 732 кВтч.

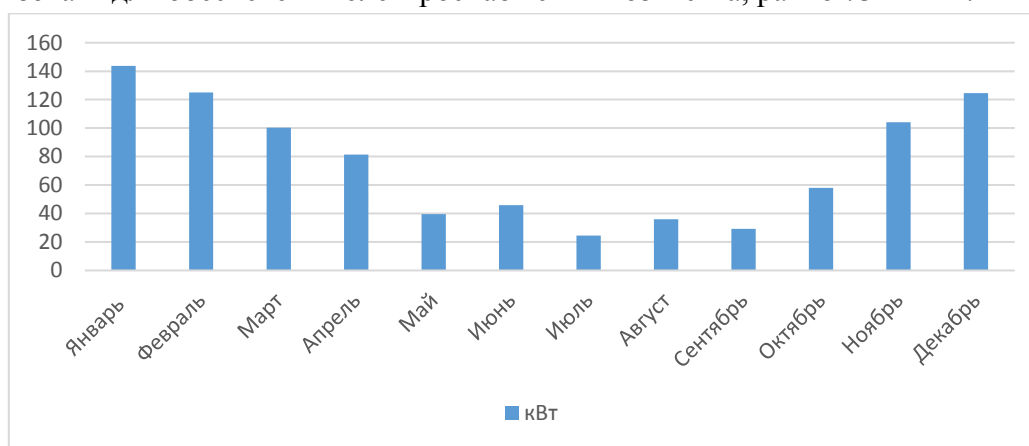


Рис. 1. Потребление электрической энергии на мегаферме

Проведённые расчёты позволяют сказать, что молочная ферма АО «ЛУЧ» обладает хорошим биогазовым потенциалом, способным обеспечить электропотребление фермы. Так же биогазовая установка решает проблему утилизации отходов, при этом в процессе брожения на выходе мы получаем высоко качественное жидкое удобрение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биогазовая установка. – URL: <https://alter220.ru/bio/biogazovaya-ustanovka.html>
2. Использование биогаза. – URL : <http://biogaz-russia.ru/ispolzovanie-biogaza/>

УДК 662.278
ГРНТИ 52.13.19

Садкин И.С., студент, 4 курс
Научный руководитель – Щинников П.А., д-р техн. наук, профессор
НГТУ, г. Новосибирск.

ОПЫТ РАБОТЫ ЮЖНО-АБИНСКОЙ СТАНЦИИ «ПОДЗЕМГАЗ»

Аннотация. В статье рассмотрен опыт работы Южно-Абинской станции подземной газификации угля.

Ключевые слова: подземная газификация угля, Южно-Абинская станция

Сегодня технология подземной газификации угля воспринимается весьма неоднозначно, имеет своих сторонников и критиков. Масштабные работы по данному направлению в России не ведутся уже более 20 лет, с момента закрытия в 1996 г. последнего в РФ опытно-промышленного предприятия – Южно-Абинской станции «Подземгаз» (г. Киселевск, Кемеровская область).

Станция была пущена в работу весной 1955 года и за 40-летний период работы накопила значительный опыт ведения процесса подземной газификации угля, который во многом уникален и может быть востребован даже сегодня.

Следует отметить, что в 1950-е годы к вопросу подземной газификации, как к новому методу отработки угольных месторождений проявлялся общегосударственный интерес. В то время в разных регионах страны уже работали несколько опытных станций «Подземгаз» (Шатская, Подмосковная, Лисичанская). Они имели прямое подчинение Министерству газовой промышленности СССР. Координатором всех работ был Главподземгаз в г. Москве, в подчинении которого находились несколько НИИ.

Участок горного отвода Южно-Абинской станции располагался в пределах Прокопьевско-Киселевского месторождения на крутопадающих пластах. Предусматривалось газифицировать пласты II, IV, VIII внутр., Горелый с мощностями соответственно (1,82-6,06), (4,19-10,61), (0,9-2,82), (5,8-6,83) метров [1]. По качеству угли участка относятся к рядовым энергетическим марок Г и СС, слабосернистые. Содержание золы до 11,8%, серы от 0,27 до 0,56%, рабочая влажность 9%. Выход летучих на горючую массу 21,78-35,79% при теплоте сгорания 7000-7500 ккал/кг. Пласты по своим характеристикам относятся к опасным по метану и пыли, прорыву воды, горным ударам; уголь весьма склонен к самовозгоранию. Пласты имеют геологические нарушения в границах отвода станции. Средние водопритоки составляют 20 м³/час.

Южно-Абинской станции изначально предстояло работать в новых горно-геологических условиях, впервые газифицируя столь сложные пласты. Первый подземный газогенератор был пущен в работу в 1955 году на пласту IV-вн. с применением подземных горных работ, потому что иные методы в тот момент отработаны не были. Поэтому коллективу станции с первых дней ее работы ставилась задача усовершенствовать технологию, исключить подземные работы, создать новые

методы подготовки и эксплуатации газогенераторов, повысить управляемость и стабильность процессов газообразования.

1960-е годы ознаменовались для станции большим объемом строительно-монтажных работ: после проведения реконструкции компрессорного хозяйства и сети газопроводов производительность по газу возросла до 500 млн.м³ в год.

Не последнюю роль в этом сыграл ее директор - Александр Иванович Ворогов [2], который возглавлял предприятие с 1968 по 1994 год, работая на станции с момента ее открытия. Именно вторая половина 1960-х и 70-е годы стали временем наибольшего расцвета предприятия. Если первый газогенератор был подготовлен с использованием подземных работ, то все последующие 20 газогенераторов были пущены в работу без их применения.

Была разработана и впервые внедрена в производство огневая фильтрационная сбойка технологических скважин газогенератора, широкое применение получил гидроразрыв пласта, впервые опробованный на Лисичанской станции. Накопленный с годами опыт ведения процесса подземной газификации на воздушном дутье позволил установить минимальный стандарт качества газа – 900 ккал/м³. Согласно среднесуточным значениям в период наибольшей выработки газа (1960-1980 гг.), его состав включал (объемный %) [3].

Таблица 1

Состав газа

H_2S	CO_2	C_mH_n	O_2	H_2	CO	CH_4	N_2
0,03	13,7	0,2	0,2	14,9	11,8	2,7	56,47

Теплота сгорания такого газа составляет 1000 ккал/м³, а теоретическая температура горения не превышает 1500°C, что дает преимущество при энергетическом использовании газа, т.к. снижается интенсивность образования оксидов азота.

При наличии в газе большого количества сероводорода газ поступает в цех сероочистки. Опыт работы Подмосковной станции «Подземгаз» подтвердил возможность эффективной очистки газа с получением комовой серы и технического гипосульфита высокого качества.

Стоит отметить, что при охлаждении и очистке получаемого газа образуется конденсат (140-400 г/м³) с высоким содержанием (г/м³ исх.газа) побочных химических продуктов: аммиак (2-2,5), бензольные углеводороды (1-2), смола (0,3-5,7), пиридиновые основания (0,44-0,67) и другие. Их выделение в виде товарной продукции позволяет повысить технологическую и экономическую эффективность станции при большом производстве газа.

Александр Иванович Ворогов не раз вспоминал [4], что Южно-Абинская станция «Подземгаз» во многом была передовой в своей отрасли, а достижения советских инженеров в области освоения технологии имели мировое признание и вызывали огромный интерес у зарубежных специалистов. Так, например, в 1971 г. впервые в мире был подготовлен газогенератор на глубине 350 метров. Примерно в то же время была сооружена биохимическая очистная установка, которая не имела аналогов. Степень очистки конденсата от аммиака составляла около 98% в виде 25%-ной аммиачной воды. После очистки конденсата от аммиака из сточных вод выделялись фенолы (90%) в виде

фенолята натрия. Обесфеноленный конденсат выводился на биохимическую очистку, где планктон кормился остатками фенолов. Степень очистки от фенолов – 98,5%.

В разные времена Южно-Абинскую станцию посещали делегации в составе чехов, венгров, югославов, американцев, корейцев, новозеландцев. В 1975 году американцы заплатили 2 млн. рублей за 10-дневный визит, чтобы перенять советский опыт ведения процесса. В том же году компания «Техас Ютилитиз» купила у Советского Союза лицензию на технологию.

Потребителями газа Южно-Абинской станции являлись 14 котельных предприятий города Киселевска и Прокопьевска. О безопасности его применения говорит и тот факт, что он использовался на Хлебозаводах №1, и №3, а станция «Подземгаз» не имела больших претензий со стороны санитарной службы города, собственная химлаборатория бдительно следила за составом газа и качеством сточных вод. Промплощадка «Подземгаза» утопала в зелени и не вызывала каких-либо ассоциаций с угольной промышленностью: никаких выработок и отвалов породы. Изучение заключений экспертов после исследования отработавших газогенераторов по частному заказу ЗАО «Тугайголь» [5] на наличие пустот путем глубинного электрического зондирования показало, что полости не превышали 2 метров в диаметре. За всё время работы не было допущено ни одного тяжелого, а тем более смертельного случая по вине производства, хотя оно и считалось повышено опасным.

Однако при проектировании станции не учли, что котельные – сезонный потребитель газа, в результате чего летом его излишки сжигались на факелах, что отрицательно сказывалось на экономических показателях. Поэтому в 1970 г. при активном участии директора А.И. Ворогова было принято решение о создании цеха металлоконструкций (ЦМК), чтобы повысить рентабельность станции. ЦМК занимался выпуском нестандартизированной продукции для газокompрессорных станций магистральных газопроводов Советского Союза.

Прямое соседство отвода станции с шахтами и разрезами, ведущими буровзрывные работы, заставляло иметь значительные предохранительные целики, что негативно сказывалось на возможностях расположения газогенераторов. Всего за период 1955-1991 гг. выработано 9,78 млрд.м³ газа, передано потребителям 8,93 млрд.м³ с теплотой сгорания 900 ккал/м³. Утечки через толщу пород составили 8,7% [1]. Выгазовано 2295 тыс.т. угля, еще 833 тыс.т. – потери в целиках. Энергетический КПД процесса газификации – 54,8%.

С открытием огромных месторождений природного газа интерес к подземной газификации ослаб. Недостатком было и то, что до середины 1980-х не уделялось необходимого внимание вопросам бурения, что зачастую не позволяло обеспечивать наиболее эффективный подвод дутья в зону реакции. Лишь к концу 1980-х началось изучение опыта нефтегазового сектора и внедрение направленного бурения. Но время ушло. С началом перестройки был закрыт ЦМК, по-прежнему негативно сказывалась сезонность потребления, а после распада СССР станция оказалась на грани выживания: «Подземгаз» передали в ведение Минуглепрома [2], а оттуда в объединение «Киселевскуголь», и при решении любых вопросов наблюдалось равнодушное отношение к подземной газификации. В 1991 г. выработка газа упала в 40 раз от уровня 1975 года. В 1996 году Южно-Абинская станция «Подземгаз» была ликвидирована с формулировкой «бесперспективная и стабильно убыточная».

Однако станция создавалась как опытно-промышленная в плановой экономике и ее оценка по стандартам рынка после распада государства не может быть убедительной! Кроме того, с учетом научно-технического прогресса последних десятилетий, можно на новом уровне говорить о повышении эффективности за счет современного бурового оборудования; перехода на большие глубины, что дало бы возможность сократить потери в цеках и реализовывать повышенные давления дутья без угрозы утечек газа; применения паровоздушного и парокислородного дутья; выделения попутных химсоединений. Таким образом, подземная газификация угля не лишена технической и экономической эффективности и имеет право на существование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пояснительная записка на списание части запасов угля с баланса Южно-Абинской станции «Подземгаз» / АОТ «Киселевскуголь». – г. Киселевск, 1996.
2. Корнилов, Д. Есть ли будущее у подземной газификации углей? / Д. Корнилов // Наука в Сибири. – 2004. – № 31-32 (2467-2468). – С.10.
3. Крейнин, Е.В. Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье. / Е.В. Крейнин. – Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. – 302 с.
4. Прокопенко, С.А. Новые возможности освоения угольных месторождений / С.А. Прокопенко // Горная промышленность. – 2013. – №2 (108). – С.21-34.
5. Садкин, И.С. Подземная газификация углей: прошлое или будущее? / И.С. Садкин, В.А. Ворогов // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика: Т.1. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. – С. 340-346.

УДК 628.1-58

ГРНТИ 45.37

Щекин Д.А., студент, 4 курс

Научный руководитель – Ижевский А.С., канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ И ХОЛОДНОЙ ВОДЫ НА ОДНОМ УРОВНЕ В КОММУНАЛЬНЫХ ДОМАХ

Аннотация. В данной статье рассматриваются устройства, которые могут стабилизировать давление горячей и холодной воды на одном уровне в коммунальных домах.

Ключевые слова: Редуктор давления, вода, устройства, температура, давление.

На протяжении всей жизни мы сталкиваемся с такой проблемой как нестабильность температуры воды в душе, она вызвана из-за непостоянного давления воды в трубах.

Мы думаем и другие люди с ней постоянно сталкиваются. Поэтому мы решил поинтересоваться, что в этом плане исследовано, изучено и какие варианты предлагаются для решения этой проблемы.

Мы нашли несколько вариантов решения данной проблемы, первый регулирования с помощью редуктора давления, и второй электронно-механическим устройством.

Редуктор давления – служит для уменьшения и поддержания давления воды до заданного значения на выходе, вне зависимости от расхода. Такие устройства еще называют клапанами понижения давления. Предназначением которых является защита от гидравлических ударов и поддержание стабильного напора в системе.

Основная необходимость установки редукторов:

- Высокое давление воды на входе в здание;
- Экономия воды;
- Гарантия постоянного давления воды на выходе;
- Защита от гидроудара ваших труб;
- Снижение шума.
- Постоянная температура воды.

Поэтому, редуктор – это основной инструмент для предотвращения нежелательных последствий от гидроударов, который можно самостоятельно установить в домашней системе водообеспечения.

Существует два вида редукторов, отличающихся по конструкции:

- поршневые;
- мембранные.

Они названы так по главному действующему элементу, расположенному внутри корпуса.

Поршневые редукторы (рис. 1). Рабочей деталью является поршень или поршневой узел, который под воздействием пружины закрывает створ.



Рис. 1. Редуктор давления (поршневой)

Принцип действия поршневого редуктора состоит в том, что когда вода начинает поступать под увеличенным напором, пружина давит на поршень, он уменьшает проходное сечение. Таким образом, жидкость во входной камере находится под большим давлением, чем в выходной. Следовательно, напор в разводке, находящейся после редуктора, сохраняется в норме.

Мембранные редукторы (рис.2). Они считаются более мощными, прочными, износостойкими, менее чувствительными к плохому качеству жидкости в трубах. Однако и стоимость их выше, чем поршневых аналогов.

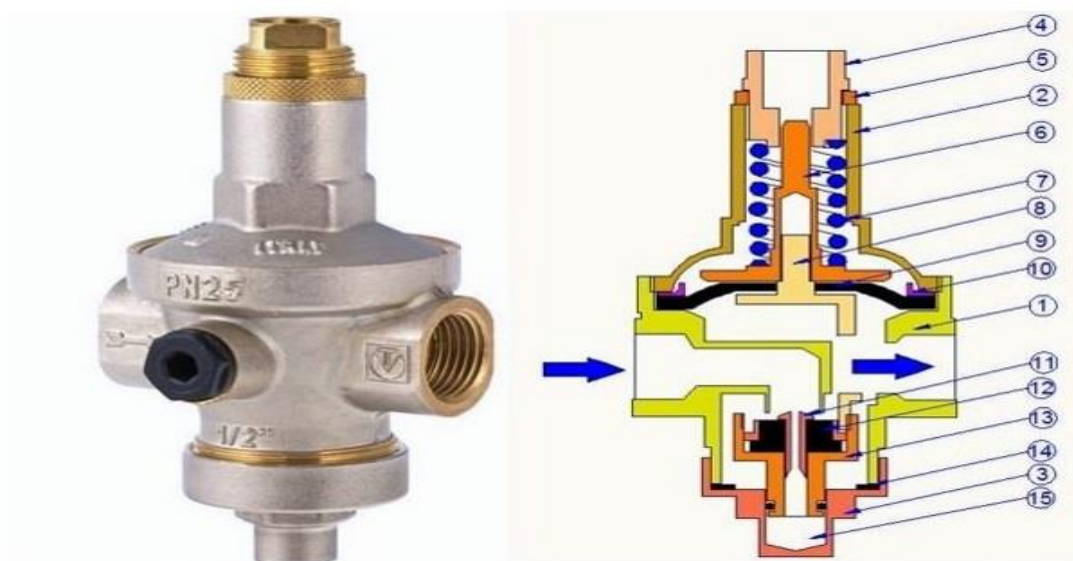


Рис. 2. Мембранный редуктор

1 – корпус; 2 – крышка корпуса; 3 – пробка корпуса; 4 – настроечная втулка; 5 – фиксирующая гайка; 6 – верхняя часть штока; 7 – пружина; 8 – цилиндрическая часть штока; 9 – мембрана; 10 – распределительное кольцо; 11 – винт золотника с каналом; 12 – золотниковая прокладка; 13 – нижняя часть штока; 14 – уплотнительное кольцо; 15 – демпферная камера.

Принцип работы мембранного редуктора похож на выше описанный. Вода поступает под высоким давлением во входную камеру, давит на шток. Под напряжением, созданным пружиной и штоком, образуется щель, через которую вода попадает на выход уже с меньшим давлением.

Электронно-механические устройства. Данный способ интересен тем что, на трубах устанавливаются датчики давления и задвижки с электроприводом. При подключении их к блоку управления на приборной панели микроконтроллера отображаются характеристики давление на входе.

Такая автоматика позволяет регулировать ту или иную для нас температуру.

Использование такой схемы актуально на промышленных предприятиях, где постоянно требуется контроль температуры. Ниже приведена схема автоматики. (рис. 3)

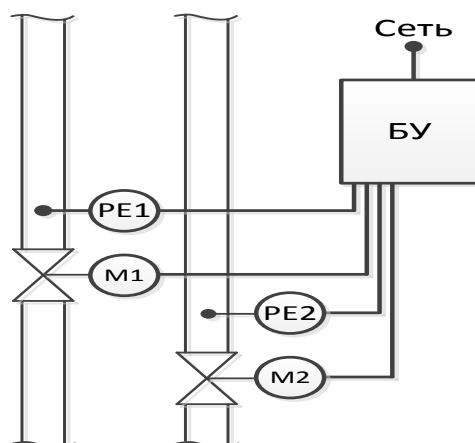


Рис. 3. Схема управления

PE1, PE2 – датчики давления; M1, M2 – электропривод задвижки.

Стоимость оборудования и их характеристики приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Характеристики мембранного и поршневого редукторов

Оборудование	Средняя стоимость, рублей	Рабочая температура, °С	Рабочее давление, Мпа	Срок службы, мес.	Диапазон давления на выходе, Бар
Редуктор давления (поршневой) VT.088.N	1597	от -80 до +80	До 16	12-18	1-5,5
Редуктор давления (мембранный) VT.085.N	5689	от -80 до +80	До 25	20	1-7

Таблица 2

Характеристики электронно-механического устройства контроля давления воды в системе

Оборудование	Средняя стоимость, рублей	Рабочая температура, °С	Срок службы
Датчик давления (2штуки) ЭМИС-БАР	4500	от -40 до +80	12 лет
Задвижка с электроприводом АВРА А40 Ду50 Ру16 (2штуки) (рабочее давление 16 Бар)	33047	от -20 до +120	Более 20 лет
Блок управления-микроконтроллер 2ТРМ1	4920	от -20 до +50	100000 часов

Из перечисленных вариантов, мы решили проэкспериментировать поршневой редуктор, так как он прост в эксплуатации, в монтаже и доступен по цене потребителю.

В течение 2019 года, мы вели контроль расхода горячей и холодной воды в коммунальной квартире, где установили редукторы давления, для сравнения эффективности данных устройств мы взяли показания расхода воды за 2018 год этой же квартиры (табл. 3, рис. 4, 5).

Таблица 3

Показания расхода горячей и холодной воды

Без редукторов													
Название	Нач. измер.	Ежемесячные показания											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Холодная вода	56	60	64	69	74	79	85	91	98	106	112	117	120
		4	4	5	5	5	6	6	7	8	6	5	3
Горячая вода	51	58	64	70	76	81	85	88	92	97	103	110	117
		7	6	6	6	5	4	3	4	5	6	7	7
С редукторами													
Название	Нач. измер.	Ежемесячные показания											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Холодная вода	121,476	124,543	127,455	132,246	137,134	141,375	146,723	152,456	159,131	167,103	172,486	176,741	179,486
		3,727	3,912	4,791	4,888	4,241	5,348	5,733	6,675	7,972	5,383	4,255	2,745
Горячая вода	118,794	125,203	130,468	135,896	141,203	145,568	149,236	152,131	155,630	160,123	165,746	172,101	178,420
		6,409	5,265	5,428	5,307	4,365	3,668	2,895	3,499	4,493	5,623	6,355	6,319

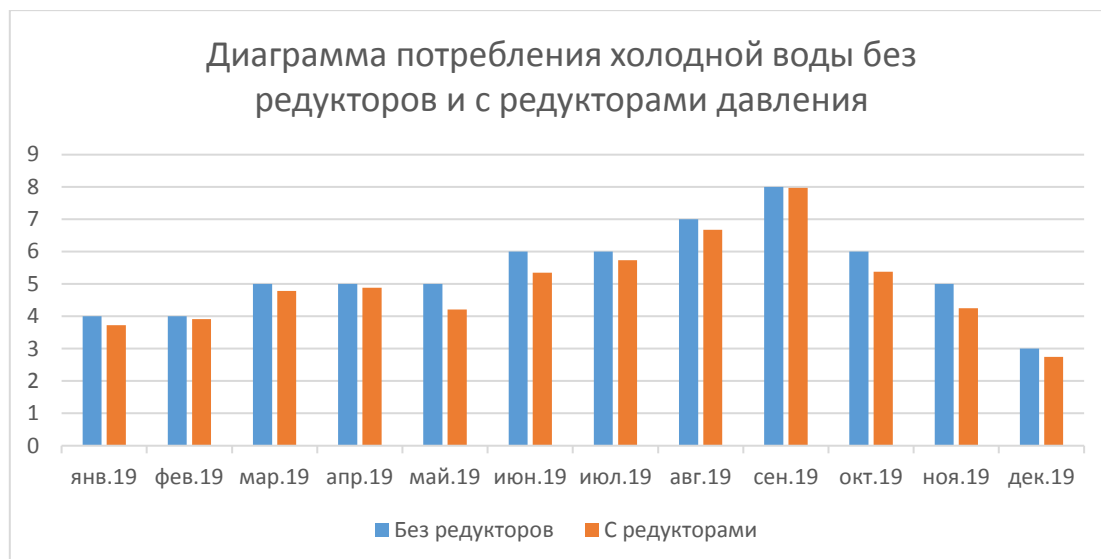


Рис. 4. Потребление холодной воды

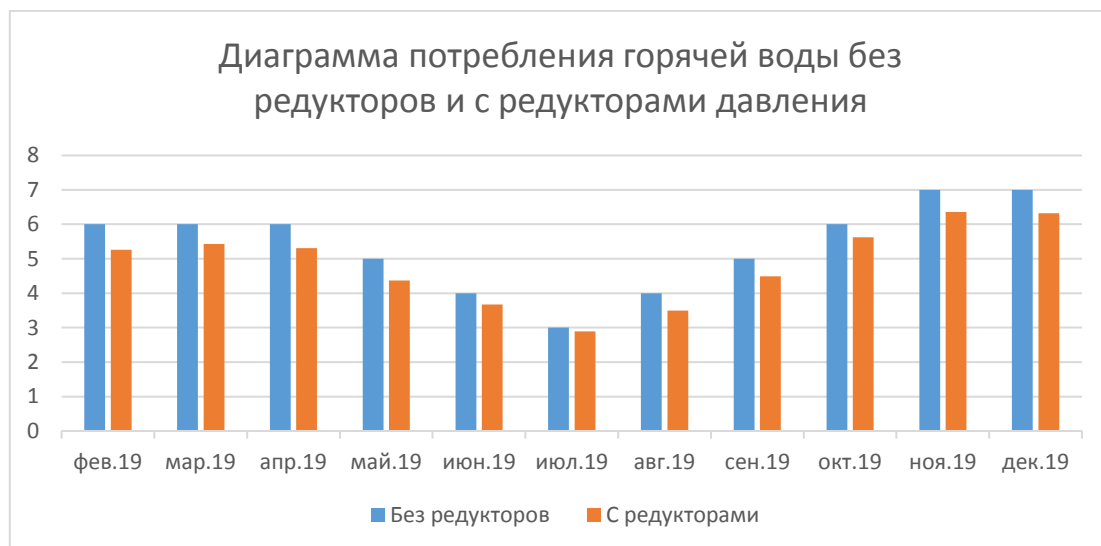


Рис. 5. Потребления горячей воды

Исследования показали, что с установкой редукторов экономится около 7 кубов горячей воды и 5 кубов холодной воды. На 2019 год 1 куб горячей воды составляет в среднем 121,56 руб., а холодной 15,45 руб.. При расчете за год с установкой редукторов экономится 850,92 рублей горячей воды и 77,25 руб. холодной воды. В сумме экономится 928,17 руб. в год. Оборудование вместе с установкой примерно стоит 3694 рубля, оно будет окупаться около 4 лет. После установки редукторов, люди, проживающие в данной квартире, стали довольными тем, что перепад температуры воды в смесителе прекратился.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоренко, Н.С. Редуктор давления воды в системе водоснабжения: назначение, устройство, правила регулировки: интернет-энциклопедия / Н.С. Федоренко. – Совет

инженера, 2019. – с. // Совет инженера: [сайт]. – URL: <https://sovet-ingenera.com/vodosnab/v-drugoe/reduktor-davleniya-vody-v-sisteme-vodosnabzheniya.html>. (дата обращения: 01.12.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Анфимов, М.И. Редукторы. Конструкции и расчет: учебник / М.И. Анфимов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: «Машиностроение», 1993. – 463 с.

3. Модели 1х1 датчики давления для вспомогательных процессов ПД100-ДИ0,016-111-1,0 . Овен, 2019. – с. // Овен: [сайт]. – URL: <https://owen-prom.ru/katalog/datchiki/preobrazovateli-davleniya/pd100-di0016-111-10/> (дата обращения: 01.12.2019). – Режим доступа: свободный.

4. Системы водоснабжения. Пикуча, 2019. – с. // Пикуча: [сайт]. – URL: <https://pikucha.ru> (дата обращения: 01.12.2019). – Режим доступа: свободный.

5. Бойко, Л.С. Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения: учебник / Л.С. Бойко, А.З. Высоцкий, Э.Н. Галиченко. – Москва: «Машиностроение», 1984. – 247 с.

6. Электронный регулятор расхода и давления ELECTROVAREM. Насосы и принадлежности, 2019. – с. // Насосы и принадлежности: [сайт]. – URL: <https://nasos-pump.ru/elektronnyj-regulyator-rasxoda-i-davleniya-electrovarem/> (дата обращения: 01.12.2019). – Режим доступа: свободный.

УДК 620.91

ГРНТИ 44.37

Зохидов Д.Р. Угли, студент, 4 курс

Научный руководитель – Адзынова Ф.А., ст. преподаватель

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Ташкент

ПРИМЕНИМОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Аннотация. В работе проанализировано использование солнечных электростанций малой мощности для вспомогательных объектов, как источников электроэнергии с точки зрения технической и технологической целесообразности их использования и экономической рентабельности от их реализации. Рассмотрены возможные области применения солнечных электростанций малой мощности в качестве альтернативных источников энергоснабжения в нефтегазовых объектах Республики Узбекистан.

Ключевые слова: Альтернативные источники, гибрид, рентабельность, надежность, целесообразность, солнечные электростанции.

При существующем уровне научно-технического прогресса энергопотребление может быть покрыто лишь за счет использования органических топлив (уголь, нефть, газ), гидроэнергии и атомной энергии на основе тепловых нейтронов. Однако, по

результатам многочисленных исследований органическое топливо к 2030 г. может удовлетворить запросы мировой энергетики только частично. Остальная часть энергопотребности может быть удовлетворена за счет других источников энергии – нетрадиционных и возобновляемых [1].

В настоящее время становится актуальным применение возобновляемых источников электрической и тепловой энергии в производстве.

Во исполнения Закона Республики Узбекистан №ЗРУ-539 от 21.05.2019 года «Об использовании возобновляемых источников энергии» был проведён анализ «Применимость солнечной энергетики в качестве альтернативного источника электроснабжения в нефтегазовых компаний».

Несмотря на существенное преимущество традиционных источников энергии по сравнению с солнечными, для энергообеспечения крупных потребителей, использование альтернативных источников энергии может стать наиболее рациональным и экономичным решением для объектов небольшой мощности (от 1 до 10 кВт), удаленных от основного источника питания на десятки и сотни километров.

В качестве одного из вариантов оптимизационных мероприятий рассматривается применение солнечных электростанций для автономного электроснабжения линейных объектов с небольшой нагрузкой электроприемников (1–10 кВт), таких как [2]: площадки электрифицированных узлов запорной арматуры на трубопроводах внешнего транспорта нефти и газа; станции электрохимической защиты от коррозии; системы обнаружения утечек транспортируемой среды; станции линейной телемеханики и связи.

Традиционно электроснабжение линейных потребителей трубопроводов выполняется от вдоль трассовой высоковольтной линии с установкой в районе расположения электропотребителей комплектных трансформаторных подстанций. Протяженность высоковольтной линии в большинстве случаев равна протяженности трубопроводов и может составлять как десятки, так и сотни километров. В случае применения автономных источников питания (АИП) строительство протяженных высоковольтных электрических сетей не требуется, так как АИП малой мощности размещаются в непосредственной близости от электроприемников на единой либо смежной площадке [3].

По данным Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистан на районах Бухара, Сурхандарья, Кашкадарья и Навои объём прямого солнечного излучения на плоской, незащищённой покровом территории, может достигать 1800 кВт/м² в год. При этом среднее количество солнечных дней в Республике Узбекистан составляет 320 дней, что дает в полной мере эффективно использовать энергию солнца и ветра в нефтегазовом промысле.

По результатам технических и экономических расчетов выявлен ощутимый потенциал экономии затрат на строительство системы электроснабжения линейных объектов при применении АИП на базе солнечных электростанций по сравнению с использованием линейных электрических станций. При расчетах как пример было выбрано газоконденсатное месторождение «Арслан». Было проведено расчет вырабатываемой электроэнергии солнечной электростанцией башенного типа, употребляемая электроэнергия промыслом и рядом находящимся населенным пунктом, капитальные вложения, годовая прибыль от продажи электроэнергии населению, а также

экономия метана при получении электроэнергии потребляемой промыслом и населенным пунктом и её стоимость. В итоге был проведен расчет окупаемости данной технологии.

Таблица 1

Вырабатываемая электроэнергия солнечной электростанцией
и употребляемая электроэнергия на промысле и в населенном пункте

Вырабатываемая электроэнергия, ГВт·ч	Употребляемая электроэнергия, ГВт·ч
26	25,2

Таблица 2

Капитальные вложения и годовая прибыль от продаж электроэнергии населению

Капитальные вложения	Годовая прибыль
48 млн.доллар	1,102 тыс.доллар

Таблица 3

Годовая экономия метана при получении электроэнергии
потребляемой промыслом и населенным пунктом и стоимость сжигаемого газа

Экономия метана при получении электроэнергии	Стоимость сжигаемого газа
2,7 млн.м ³	670 тыс. долларов
Окупаемость	27 лет

Оптимальным вариантом применения солнечных электростанций на объектах компании является их использование в качестве АИП удаленных линейных объектов небольшой мощности (электрифицированных узлов запорной арматуры подземных трубопроводов внешнего транспорта, станции электрохимической защиты, станции линейной телемеханики и связи и др.).

Учитывая непрерывное улучшение технических характеристик создаваемых генерирующих установок на базе возобновляемых источников энергии, требуются постоянный мониторинг развития данного направления и ежегодная актуализация оценки применимости таких установок на объектах компании АО «Узтрансгаз».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четошникова, Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Л.М. Четошникова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 69 с.
2. Голубев, С.В. Возобновляемые источники энергии в энергетике газовой отрасли. Перспективы и аспекты применения ВИЭ на объектах ПАО «Газпром» / С.В. Голубев // Газовая промышленность. – 2016. – № 12/746. – С. 72-76.
3. Григораш О.В. Автономные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии / О.В. Григораш, П.Г. Корзенков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 93. – С. 646-658.

УДК 621.315
ГРНТИ 45.09.31

Шустиков А.В., магистрант, 2 курс

Научные руководители: Печагин Е.А., канд. техн. наук, доцент

Кобелев А.В., канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «ТГТУ», г. Тамбов

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В ПЛОСКИХ ПРОВОДНИКАХ С ТОКОМ

Аннотация. В статье описаны исследования по наблюдению магнитных полей рассеяния, создаваемых плоскими проводниками, посредством электронно-оптической муаровой методики. Установлена возможность разбраковки плоских проводников с использованием измерительно-вычислительной системы, по искажениям магнитного поля, вносимым.

Ключевые слова: магнитные поля, проводник, муар, измерительно-вычислительная система.

Современные сложные электронные системы, включают в себя ряд составляющих, в том числе основополагающих таких, как: радиотехническую, вычислительную и энергетическую. Энергетические устройства, такие как монтажные платы – неотъемлемая часть всех систем. Эти составляющие фундамента электронной аппаратуры, построены на основе использования электромагнитных явлений и применении новых магнитных материалов. Поэтому измерение параметров электромагнитных полей, а также исследование электрических и магнитных свойств материалов занимают значительное место в технике.

Производственный контроль печатных плат представляет собой многопараметрический, трудоёмкий процесс, зависящий от личных качеств оператора. При расчете и моделировании неоднородных магнитных полей малой протяженности часто не поддаются учету геометрические и физические особенности границ раздела. Например, при производственном контроле соответствия серийно выпускаемых электротехнических изделий запроектированным стандартам не поддаются учету особенности, вызванные различной физико-химической предысторией систем, создающих магнитные поля рассеяния. Это способ обработки металлизированных отверстий, состояние материала и полировки рабочей поверхности, которые существенно влияют на топологию магнитного поля рассеяния. Многочисленность подобных трудно учитываемых при моделировании полной картины магнитных полей факторов требует прямых методов исследования магнитных и электрических полей рассеяния малой протяженности. К данным методам можно отнести оптические, оптические теневые, электронно-оптические методы [1].

Использование средств электронной микроскопии в совокупности с цифровой фототехникой, сопряжённой с персональным компьютером (ПК), открывает широкие возможности по созданию измерительно-вычислительных систем (ИВС) для промышленности с целью автоматизации и повышения оперативности процесса

разбраковки готовой продукции. Применение в ИВС методики электронно-оптических муаровых картин позволяет визуализировать магнитные поля рассеяния контролируемых изделий. Создание ИВС, основанной на использовании критериев, характеризующих муаровые картины от металлизированных отверстий печатных плат, открывает возможность разработки более надёжного и менее трудоёмкого метода контроля [2].

Структура ИВС контроля качества магнитных изделий включает: электронограф, цифровую фотокамеру и персональный компьютер. Визуальная картина магнитного поля рассеяния металлизированного отверстия плоского проводника в виде электронно-оптического муарового изображения, полученная на экране электронографа с помощью цифровой фотокамеры, передается через видеоконтроллер на дисплей компьютера и через программируемый порт на центральный процессор. Управляющие коды и передача графической информации осуществляется посредством шины UniversalSerialBus (USB). Управление с компьютера производится при помощи программы DigitalDesktop. Контроль за изображением ведется с входа видеосигнала фотокамеры. Обработка каждого файла из полученного пакета осуществляется разработанной программой, которая определяет фрактальную размерность по пикселям, являющимся наименьшими элементами поверхности рисунка на экране компьютера, с которыми можно манипулировать. Захват картинки с последующим переводом в BMP-формат осуществляется программными средствами, которыми комплектуется цифровая фотокамера и видеокарта с входом [3]. После обработки каждого файла графической информации разработанным пакетом программ на экране ПК появляется окно с муаровым изображением (рис.1) и данными, полученными в ходе обработки графического массива с последующим вынесением экспертного суждения о качестве изделия.

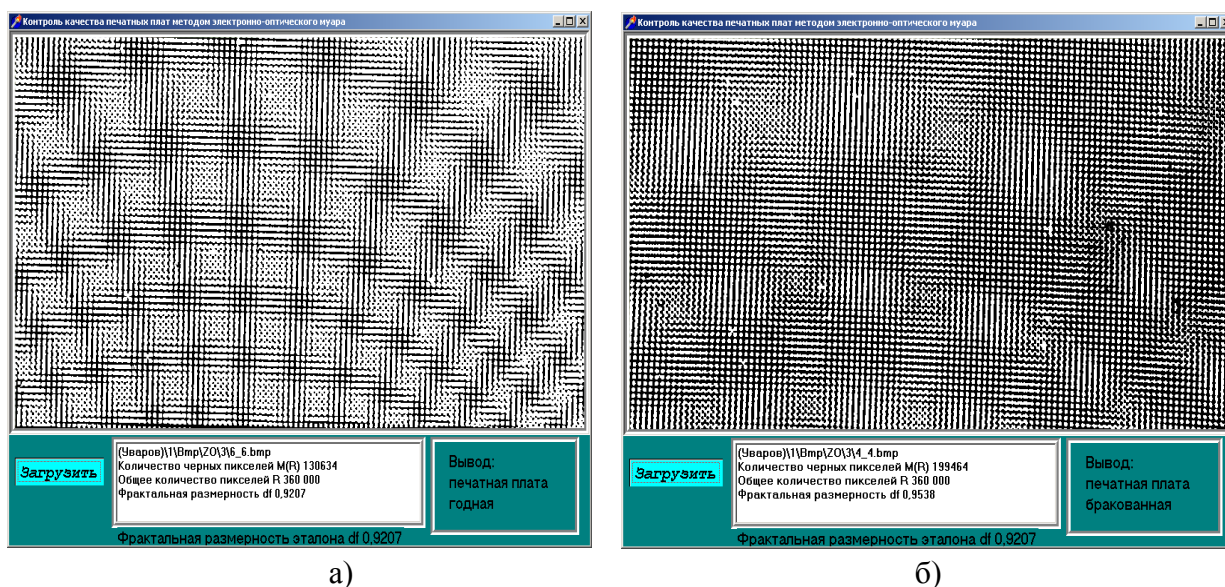


Рис. 1. Электронно-оптические муаровые картины магнитного поля рассеяния печатной платы
а) годная; б) бракованная

В ходе экспериментов по получению муаровых картин от плоских проводников с центральным отверстием, выявлены регулируемые меры оценки качества

металлизированных отверстий плоских проводников с током в виде фрактальной размерности, являющейся мерой оценки брака, на основе чего предложен метод контроля электромагнитных изделий. Фрактальная размерность плоского годного проводника лежит в диапазоне $d_{f_{\min}} > d_f > d_{f_{\max}}$. Это обусловлено тем, что нехватка меди на стенках отверстия приводит к ослаблению магнитного поля ($d_{f_{\min}}$), а наличие трещин и посторонних включений (пузырьки воздуха, примеси) приводит к нежелательному усилению магнитного поля и уменьшению фрактальной размерности.

$$M(R) \approx R^{d_f} \Rightarrow d_f = \frac{\ln M(R)}{\ln R}, \quad (1)$$

где d_f - фрактальная размерность муарового изображения;

$M(R)$ - количество черных пикселей;

R - общее количество пикселей.

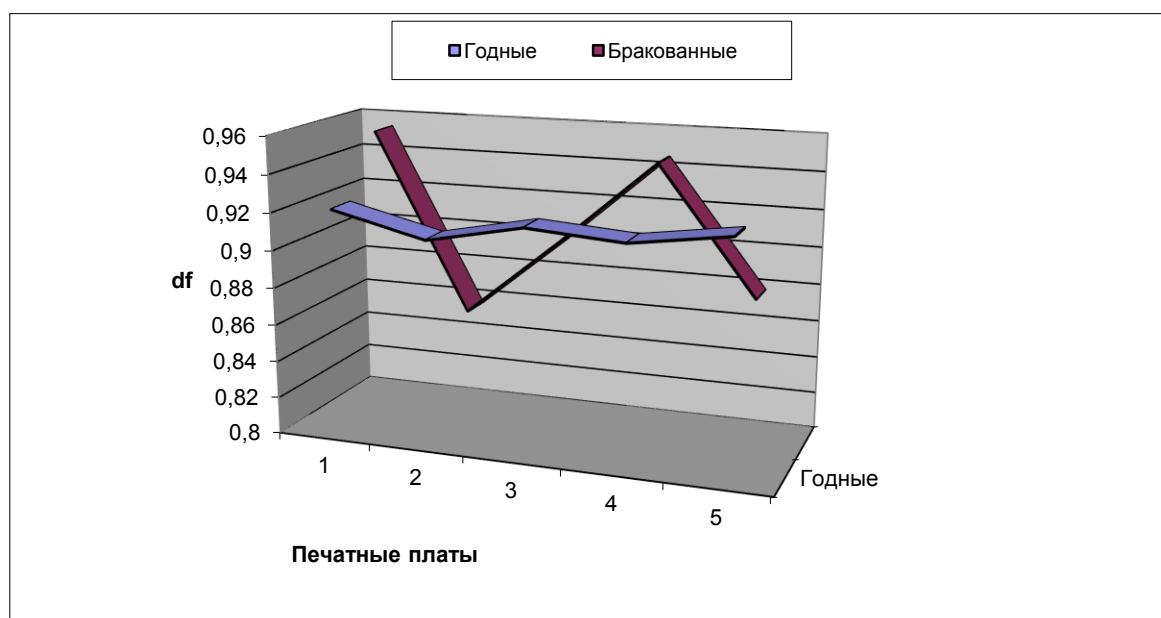


Рис. 2. Распределение плотности вероятностей фрактальных размерностей муарового изображения: годных и бракованных изделий

В результате статистической обработки экспериментальных данных для годных и бракованных плоских проводников, в частности печатных плат, по предложенным критериям качества (рис. 2), установлена точность технологического процесса.

По установленной точности технологического процесса $\bar{S}$ и допуска на контролируемый параметр $\Delta_{изд}$, а также по значениям брака контроля 1-го и 2-го рода выявлена допустимая погрешность Δ_ϕ разработанной ИВС. Установлено, что разработанный метод является решением задачи контроля качества изделий при экспериментально подтвержденной погрешности определения предложенных критериев качества в ИВС, удовлетворяющей поставленным требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печагин, Е.А. Информационная измерительно-вычислительная система анализа магнитных полей рассеяния электротехнических устройств / Е.А. Печагин, А.П. Медведев // Агротехника и энергообеспечение. – 2016. – № 1(10). – С. 64-71.
2. Контроль качества металлической разводки плат методом электронно-оптического муара / В.П. Иванов [и др.] // Прогрессивная технология и вопросы экологии в гальванотехнике и производстве печатных плат: Сб. тез. докл. Международ. конф. – Пенза, 1998. – С. 49.
3. Печагин, Е.А. Измерительно-вычислительная система контроля качества магнитных систем / Е.А. Печагин, М.Г. Егоров // Современные информационные технологии: сб. трудов международной науч.-техн. конф. Вып. 21. – Пенза: Изд-во ПГТУ, 2015. – С. 7-12.

УДК 621.318.2

ГРНТИ 45.09

Щербинин А.В., магистрант, 2 курс

Научный руководитель – Булатов В.В., канд. техн. наук, доцент

ГУАП, г. Санкт-Петербург

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. Целью данной работы является освещение актуальности применения постоянных магнитов в электрических машинах.

Ключевые слова: ветроэнергетика, постоянные магниты, электрические машины.

В данный момент осознание энергетического и экологического кризиса на нашей планете подталкивает ученых в энергетической области к очень активному поиску альтернативных экологически безвредных и эффективных источников энергии, например, на основе постоянных магнитов. В последнее время интерес к электрическим машинам на основе постоянных магнитов все больше усиливается. Это обусловлено колоссальным прогрессом в создании мощных постоянных магнитов. Перспективы развития магнитоэнергетики заключаются в том, что такая технология не требует наличия разветвленной сети дорогих трансформаторных подстанций (повышающих и понижающих), гигантских линий электропередач и многочисленного обслуживающего персонала. Именно по этим причинам магнитоэнергетика заслуживает особенной поддержки и внимания.

Для производства постоянных магнитов используют магнитотвердые материалы. Такие материалы обладают высокими значениями коэрцитивной силы H_c . Кроме того, качество магнитотвердых материалов определяется значениями остаточной магнитной индукции B_r , максимальной магнитной энергии, которую материал отдает в пространство W_{max} , коэффициентом выпуклости. Магнитотвердые материалы должны

обладать высокой временной и температурной стабильностью перечисленных параметров, а также приемлемые прочность и пластичность.

В ветроэнергетических агрегатах применяются разнообразные типы генераторов. Однако, самым известным и используемым типом генератора для ВЭУ является генератор с постоянными магнитами.

Применение постоянных магнитов в электрических машинах позволяет создавать энергоэффективные электрические машины. Именно это делает их привлекательными для использования в составе ВЭУ. Разработка и изготовление больших электрических машин с постоянными магнитами – достаточно молодая отрасль электротехнической промышленности.

Одним из наиболее важных факторов при выборе ПМ является плотность их энергии (BH_{max}) объемной единицы материала магнита.

На рисунке 1 можно заметить, что магниты из редкоземельных элементов помогли совершить серьезный рывок в повышении энергетического показателя BH_{max} . Магниты на SmCo всегда были дорогим решением для применения в генераторах.

Неодимовые магниты обладают в 1,6 раза большей плотностью энергии по сравнению с магнитами на основе самарий-кобальт, однако, до недавнего времени их главной проблемой являлась теплоустойчивость. Все же характеристики неодимовых магнитов в последнее время были значительно улучшены и они стали гораздо более устойчивыми к нагреву и коррозии.

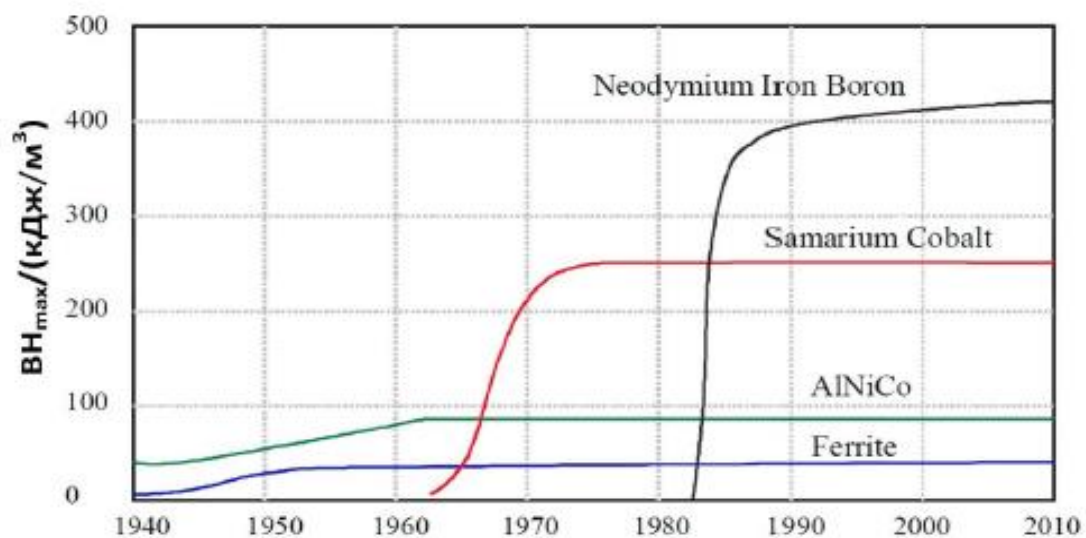


Рис. 1. Повышение энергетического показателя постоянных магнитов BH_{max}

После роста цен на неодимовые магниты, были проведены исследования на тему возможного использования других магнитов в ветрогенераторах с целью снижения экономических затрат. Для начала была рассмотрена возможность применения редкоземельных магнитов на основе самария и кобальта. Такие магниты имеют несколько меньшую плотность магнитной энергии по сравнению с неодимовыми магнитами. Отсюда можно сделать вывод, что значительных изменений в конструкции генератора быть не должно.

Исследования показали, что для того, чтобы получить те же самые магнитные свойства в электрической машине на магнитах самарий-кобальт, как в машине с неодимовыми магнитами, толщина магнитов должна быть увеличена в 1,2 раза, а это приведет к росту общей массы генератора в 1,12 раза.

Дополнительно были исследованы другие магнитные материалы. Исследование магнитов на основе алюминия-никель-кобальта продемонстрировало, что можно получить более высокий остаточный магнитный поток B_r , но, когда машина нагружается, плотность магнитного потока резко падает, и существует высокий риск размагничивания магнитов. Применение магнитов данного типа в генераторе трудно осуществить и нежелательно.

Прогресс производства постоянных магнитов на основе редкоземельных сплавов неодим-железо-бор в России существенно отличается от мирового процесса. В мире производят примерно 100000 тонн таких магнитов в год, а в России производство магнитов на основе сплавов неодим-железо-бор составляет около 100-150 тонн в год. Такое производство позволяет покрывать лишь половину всей потребности, другая половина закупается в Китае, который установил цену на неодим для внешнего рынка 300 \$/кг. С другой стороны, анализ возможных перспектив такого производства в нашей стране демонстрирует, что его в скором времени ожидает резкий скачок.

Необходимо учесть, что магнитоэнергетика развивается параллельно существующей энергетике в государстве. Она выступает как альтернативный, менее затратный и экологически чистый вид выработки энергии. Развитие магнитоэнергетики и обширного применения электрических машин на основе постоянных магнитов в Российской Федерации и по всему миру – достаточно перспективное направление.

Широкое применение магнитных источников, которые приводят в работу генераторы, в несколько раз сбавит нагрузку на экологическую систему нашей планеты, так как пропадет потребность в химических элементах питания одноразового использования и аккумуляторах, у которых возможна перезарядка. Такая технология может помочь обеспечить автономное электроснабжение разнообразных устройств освещения, электронных устройств, отдельно стоящих домов, различных производственных процессов, транспортных средств.

Кроме того, уменьшится потребность в передаче электроэнергии на большие расстояния по высоковольтным линиям электропередач, которые тянутся на десятки, сотни и тысячи километров. Не потребуется доставлять топливо в удаленные уголки государств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розин, П.А. Применение магнитотвердых материалов в электрических машинах на транспортных средствах / Розин П.А., Акимов А.В. // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – С.12-18.
2. Золотов, В.П. Постоянные магниты на редкоземельных элементах / В.П. Золотов // Автоматизированные системы в строительстве – 2014. – С. 427-430.
3. Рассылкин, А. Обзор низкоскоростных генераторов с постоянными магнитами для ветряных установок / А. Рассылкин // Вестник Псковского государственного университета – 2016. – С. 58-68.

УДК 629.039.58
ГРНТИ 45.09

Артеменков А.С., Чернов Ю.В., студенты, 4 курс
Научный руководитель – Малахова О.Ю., канд. пед. наук, доцент
Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО СамГУПС, г. Оренбург

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ: ИСТОЧНИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. Статья посвящена актуальному научному направлению – геотермальной энергетике. В работе исследуются ее сущность, цели, источники; рассматриваются ее виды; намечаются перспективные направления применения в современных технико-технологических, цивилизационных и социокультурных условиях.

Ключевые слова: электроэнергия, недра Земли, источники энергии, геотермальная энергия.

В процессе развития человеческой цивилизации изобретено немало различных способов получения электроэнергии. В природе существует много альтернативных источников: вода, ветер, солнце...

В зависимости от источника электроэнергии, возводятся различные электростанции: ГРЭС, ГЭС, АЭС, СЭС.

Усилиями современной мировой науки был обнаружен перспективный способ получения электроэнергии из недр Земли – геотермальный.

Геотермальная энергетика – актуальное направление энергетики, основанное на использовании тепловой энергии земных недр для производства электрической энергии на геотермальных электростанциях, или непосредственно, для отопления или горячего водоснабжения. Сейчас этот способ не является редкостью – эту энергию уже используют в районах, где она имеется в достаточном количестве.

Рассмотрим несколько видов подобной энергии. Как известно под земной корой располагается слой магмы. По мнению исследователей, энергия этого тепла является выше всех запасов газа и нефти всего мира. Геотермальная энергия получается из соприкосновения лавы и воды. В результате чего вода нагревается и образует на поверхности земли горячие источники и гейзеры, которые и являются так называемым неисчерпаемым источником энергии.

Если местность не богата горячими источниками и гейзерами, можно добывать энергию из недр Земли – речь идет об искусственных геотермальных источниках. Для этого в земле пробуривается скважина в форме параболы, с одной стороны которой заливается холодная вода, и она в процессе протекания нагревается от магмы Земли и становится горячей. Источники с геотермальной энергией неисчерпаемы. Они располагаются в более чем в 50 странах по всему миру (в т.ч. в России).

Данный вид используется и в бытовых целях. Так, для отопления дома нужен источник тепла, нагретый от 50 до 600 градусов Цельсия. Геотермальная система отопле-

ния отлично подойдет для отопления дома и является источником горячего водоснабжения. Теплоноситель качает горячую воду непосредственно из недр Земли в отличие от газового котла, которому нужно достаточно много времени, чтобы нагреть воду в батареях и отопить дом. Такая система отопления, конечно, дороже, чем традиционное газовое отопление, но в процессе использования полностью оправдывает все вложенные в нее средства.

В России большую часть электроэнергии, а именно 90% от всех видов добычи электроэнергии составляет так называемая «грязная электроэнергия» (ядерная, газовая, угольная и др.).

Геотермальная энергия – полезный и чистый источник энергии. На наш взгляд, спектр ее применения будет расширяться все больше, поскольку альтернативные источники энергии финансово затратны, к тому же обладают свойством практически полной исчерпаемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахова, О.Ю. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для обучающихся по специальностям ПСЖД, ЭЖД, СОДП, СЖД; направлению Менеджмент; очной/заочной форм обучения / О.Ю. Малахова. – Оренбург: ОрИПС – филиал СамГУПС., 2019. – 31 с.

УДК 631.2346681.5

ГРНТИ 68.01;50.09

Макарчук Н.О., Лесик В.Ю., студенты, 4 курс

Научный руководитель – Ляшенко Т. А., ст. преподаватель

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ТЕПЛИЦЕ С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO NANO

Аннотация. В статье предлагается вариант адаптации существующей системы контроля микроклимата теплиц к условиям климата Амурской области.

Ключевые слова: климатические условия, полевые транзисторы исполнительный механизм, микроклимат, вентиляционные установки, температурный режим, микроконтроллера.

Амурская область расположена на стыке различных географических зон. Ее экосистемы варьируют от зоны средней тайги и горных тундр до дальневосточных хвойно-широколистных лесов и восточно-азиатских прерий. Суровость разнообразных климатических условий области накладывает свой отпечаток на задачи проектирования автоматических систем контроля параметров микроклимата теплицы, на необходимые и оптимальные условия произрастания культурных тепличных растений.

Целью данной работы стала доработка автоматизированной системы контроля и поддержания необходимого микроклимата теплицы, размещенной в климатических

условиях Амурской области. Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

- оценить природно-климатические характеристики Амурской области;
- сформулировать требования к системам автоматизации теплиц, размещенных в климатических условиях Амурской области;
- доработать систему автоматизации для лучшего ее соответствия данным климатическим условиям.

Климат Амурской области континентальный с муссонными чертами. С октября по апрель климат области находится под влиянием материка. Вследствие этого в Амурской области холодные, малоснежные и маловетренные зимы. Высота снежного покрова колеблется в пределах от 10 до 30 см.

Средняя температура воздуха колеблется с юга на север от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+17,6^{\circ}\text{C}$ в июле и от $-21,6^{\circ}\text{C}$ до $-32,8^{\circ}\text{C}$ в январе.

Низкие зимние температуры в совокупности с небольшим количеством осадков приводят к глубокому ежегодному промерзанию почвы и формированию мощной, медленно оттаивающей сезонной мерзлоты, что приводит к необходимости размещения нагревательного кабеля с целью создания т.н. «теплого пола» для создания комфортной для произрастающих культур температуры почвы в $15-20^{\circ}\text{C}$. Требования к микроклимату овощных культур, произрастающих в тепличных условиях, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Агротехнологические требования производства овощей

Тепличная культура	Агротехнологические требования		
	освещенность, клк	температура, $^{\circ}\text{C}$	относительная влажность, %
Огурцы	2 - 2,4	22 - 25	70 - 80
Томаты	2 - 20	24 - 28	50 - 65
Перец	30 - 40	18 - 25	75 - 80
Салат	35 - 40	16 - 21	75 - 80

Помимо этого, система контроля микроклимата теплицы снабжена работающими в связке калориферов и вентиляционных установок, обеспечивающих подогрев воздуха до необходимой температуры и разгон нагретого воздуха по объему теплицы. При использовании теплицы в периоды с нестабильным температурным режимом (весна и осень) и увеличении температуры в помещении сверх установленного значения прекращается подогрев и открываются форточки, что позволяет уравнивать температуру внутри теплицы с температурой окружающей среды. Контроль параметров микроклимата и приведение в работу исполнительных механизмов осуществляется с использованием микроконтроллера Arduino Nano и блока автомобильных реле V23086C1001A402.

С целью демонстрации работы системы автоматизации нами за основу была принята уже существующая система автоматизированной теплицы, которая была доработана с целью обеспечения лучшего соответствия климатическим условиям Амурской области. Нами предложена система включающая «теплый пол», электрокалорифер, систему вентиляции, автоматическое открывание форточек. Для синхронной работы всех

систем управления мы использовали микроконтроллер. Была прописана программа автоматического включения систем при различных температурных режимах окружающей среды. На рисунке 1 представлена структурная схема система автоматизированной теплицы. Система получает питание от 12 В постоянного напряжения, преобразователь LM2596S понижает напряжения до необходимых для работы Arduino Nano 5 В. Четыре датчика температуры Dallas 18B20 обеспечивают контроль температуры внутри помещения, еще один – снаружи.

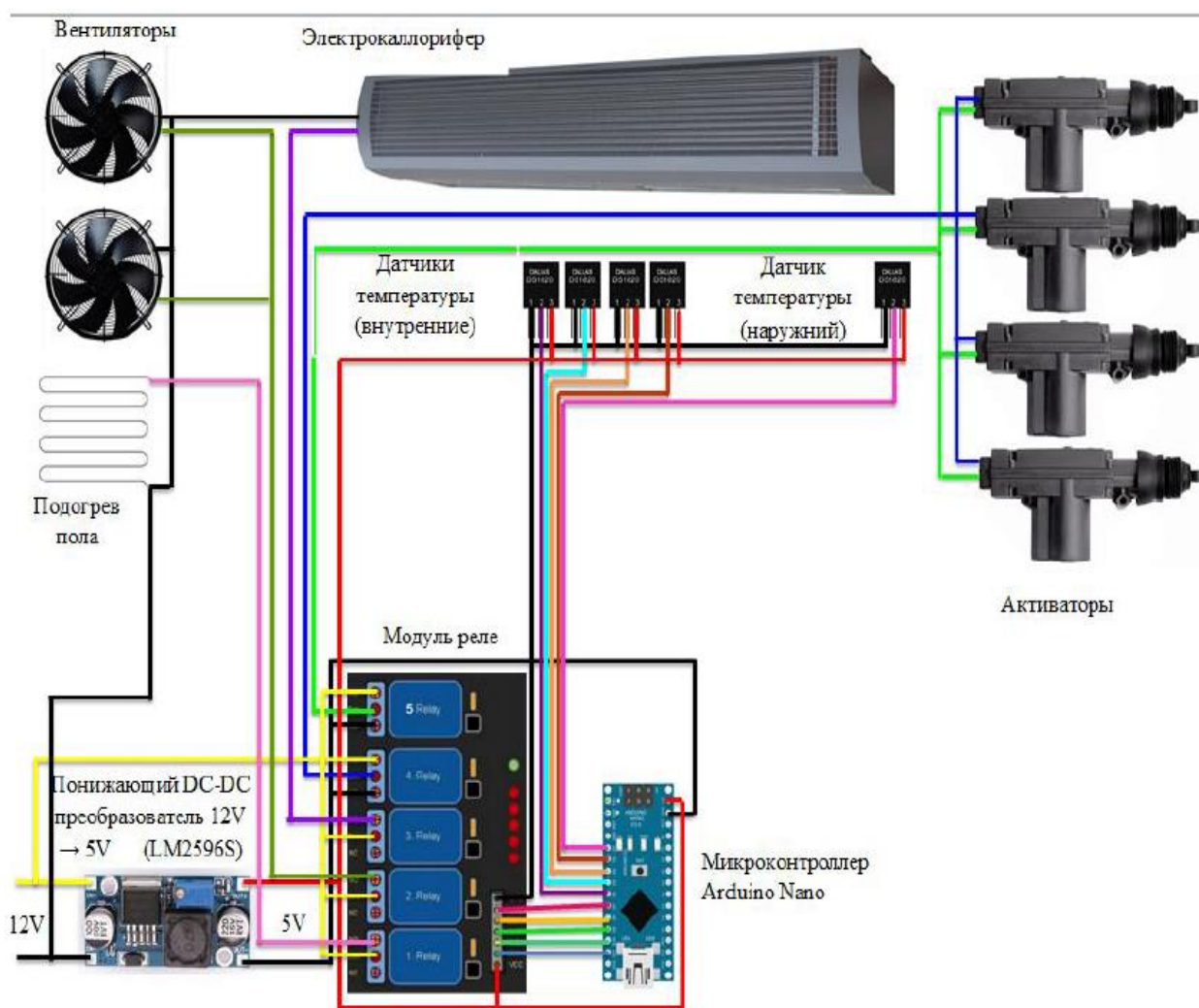


Рис. 1. Структурная схема системы контроля микроклимата

В соответствии с заложенными в программу значениями температуры на модуль реле через блок полевых транзисторов TIP41C поступает сигнал о приведении в действие исполнительных механизмов. При реализации модели в условиях тепличного комплекса предлагается использовать нагревательную систему СТК «Подогрев грунта в теплицах», обеспечивающую рекомендуемую для теплиц с одинарным застеклением мощность нагрева 70-120 Вт/м² при укладке 16,5 м кабеля «змейкой» с интервалом 0,15 м на площади 2 м². Удельная мощность кабеля тогда составит 15 Вт/м. Стоимость подобной си-

системы согласно сайту производителя 4425 руб. Работа системы подогрева почвы демонстрируется с помощью светодиодной ленты. Стоимость реализации макета системы контроля микроклимата приведена в таблице 2.

Таблица 2

Стоимость реализации макета системы контроля

Элементы	Количество	Стоимость, рублей/шт.	Стоимость, рублей
Микроконтроллер Arduino Nano	1	250	250
Реле V23086C1001A402	5	100	500
Транзистор TIP41C	5	7	35
Датчик DALLAS DS18B20	5	20	100
Кулер 12 В	2	100	200
Силовой замок 12 В	2	300	600
Преобразователь LM2596S	1	50	50
Светодиодная лента ULS-Q125	2	170	340
Итого:			2075

Таким образом, работа существующей системы контроля микроклимата была дополнена системой подогрева почв и ее автоматизацией, что позволяет в большей степени приспособить систему к климатическим условиям Амурской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попова, С.А. Энергосберегающая система автоматического управления температурным режимом в теплице: дис. ... канд. техн. наук / Попова, С.А. – Челябинск: ЧГАУ, 1995.
2. Прищеп, Л.Г. Автоматизация и электрификация защищенного грунта / Л.Г. Прищеп. – Москва: Колос, 1976 – 320с.
3. Цугленок, Н.В. Энергетическое оборудование тепличных хозяйств: учеб. пособие / Н.В. Цугленок, П.П. Долгих, Я.А. Кунгс. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2001. – 139 с.
4. Мартышевский, Ю.В. Датчик для распределенной системы управления микроклиматом / Ю.В. Мартышевский, А.В. Киселев. – URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1372529/> (дата обращения: 05.11.2019).

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ

*Материалы 8-й Всероссийской научной конференции
с международным участием,
посвященной профессиональному празднику «День энергетика»
(Благовещенск, 19 декабря 2019 г.)*

Компьютерная верстка С.В. Ковалёвой

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г. Подписано к печати 25.03.2020 г. Формат 60×90/8.
Уч.-изд.л. – 13,2. Усл.-п.л. – 25,8. Тираж 60 экз. Заказ 29.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
издательства Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86