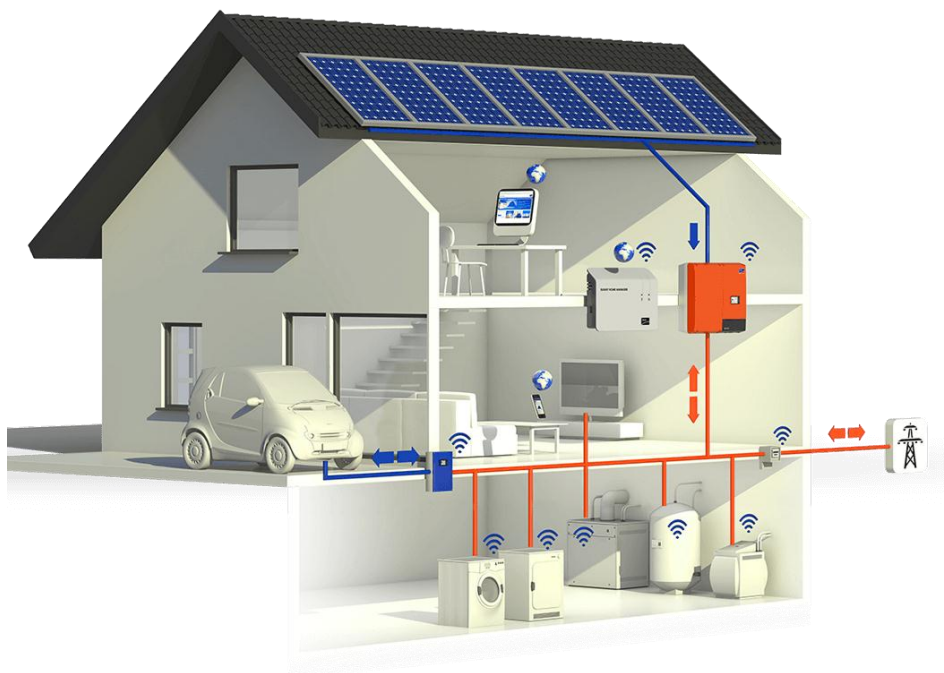


МАТЕРИАЛЫ

IV Международной научно-практической конференции обучающихся и преподавателей «ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ»

Научное издание
2021 • Часть 2



Санкт-Петербург
2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики

МАТЕРИАЛЫ

IV Международной научно-практической конференции обучающихся и преподавателей «ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ»

Научное издание
2021 • Часть 2

*Под общей редакцией кандидата технических наук,
доцента Т.Ю. Коротковой*

Санкт-Петербург
2021

УДК 620.9
ББК 31
Э 651

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор *В.В. Барановский*
(Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз»)

доктор технических наук, профессор *В.В. Пеленко*
(Национальный исследовательский университет ИТМО)

кандидат технических наук, доцент *Г.А. Стеклова* (Санкт-Петербургский
государственный университет промышленных технологий и дизайна)

Э 651 Материалы IV Международной научно - практической конференции обучающихся и преподавателей. В 2 ч. / Минобрнауки РФ; ФГБОУ ВО «Санкт-Петерб. гос. ун-т промышленных технологий и дизайна»; сост. М.С. Липатов, Г.А. Морозов; под общ. ред. Т.Ю. Коротковой. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. - Ч. 2 — 212 с. ISBN 978-5-91646-261-6

В настоящем сборнике представлены материалы IV Международной научно - практической конференции обучающихся и преподавателей «Энергетика и автоматизация в современном обществе», состоявшейся 04 июня 2021 года в г. Санкт-Петербурге.

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Материалы представлены в авторской редакции. Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Организаторы конференции не несут ответственность перед авторами и/или третьими лицами за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

ISBN 978-5-91646-261-6

УДК 620.9
ББК 31

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2021

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА: ПУТЬ К ZERO-ENERGY ОТЕЛЯМ

канд. экон. наук, доцент **Киселева Людмила Сергеевна**
Российский государственный педагогический
университет им. А.И. Герцена,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена концепция строительства отелей с почти нулевым потреблением энергии. Обобщены технические решения, которые применяются в первом zero-energy отеле Breeze. Использование энергоэффективных и экологических решений обеспечивает гостинице дополнительные преимущества в достижении лояльности потребителей гостиничных услуг. Строительство zero-energy отелей соответствует сущности экономики космонавтов.

Ключевые слова. Энергосбережение, рекуперация, умный отель, экономика космонавтов.

ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE HOSPITALITY INDUSTRY: THE ROAD TO ZERO-ENERGY HOTELS

Kiseleva Liudmila Sergeevna

Abstract. The article discusses the concept of building hotels with almost zero energy consumption. The technical solutions used in the first zero-energy hotel Breeze are summarized. The use of energy efficient and environmentally friendly solutions provides the hotel with additional benefits in achieving customer loyalty in hotel services. Building zero-energy hotels fits the essence of the astronaut economy.

Keywords. Energy saving, recuperation, smart hotel, astronaut economics.

Современные энергосберегающие технологии дают возможность значительно снизить затраты на энергообеспечение без ущерба для комфорта гостей отеля. Стимулом для более активного внедрения энергоэффективных технологий в РФ стало постановление Правительства РФ № 275 от 07.03.2017 года, которым определяется, что при новом

строительстве (для всех типов зданий) и капитальном ремонте должно быть установлено оборудование, позволяющее обеспечивать автоматическое регулирование потребления тепла в системах отопления и вентиляция в зависимости от температуры наружного воздуха с поддержанием заданной температуры горячей воды в системе горячего водоснабжения. Энергосбережение в области теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования гостиничного комплекса может сократить платежи за коммунальные ресурсы на 40-60 %.

Весьма интересным с точки зрения обеспечения энергоэффективности гостиничных комплексов является реализация европейского проекта neZEN(NearlyZeroEnergyHotels - отели с почти нулевым потреблением энергии) в комплексном строительстве. Проект neZEN начался в 2013 году в рамках программы IEE (IntelligentEnergyEurope - Интеллектуальная энергетика) и имеет целью повышение темпов модернизации уже существующих гостиниц в здания с нулевым потреблением энергии, а также оказание поддержки лидерам этой модернизации. Особое внимание проект neZEN уделяет мелким и средним отелям, которые составляют 90 % от общего количества отелей европейского гостиничного сектора [5].

Диаграмма энергопотребления систем отеля (рисунок 1) отражает то, что самые большие затраты в энергопотреблении приходятся на системы отопления/охлаждения и водоснабжения [3, с. 46].

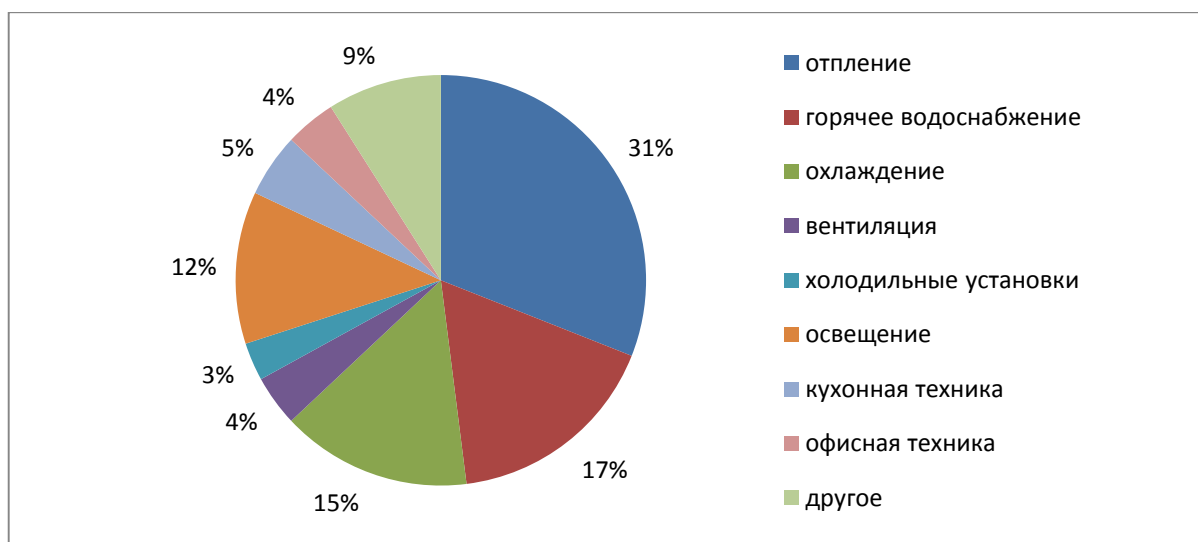


Рис.1 - Диаграмма энергопотребления систем отеля

Значительно сократить затраты на электроэнергию и даже свести их к нулю владельцы гостиниц могут с помощью нетрадиционных источников энергии. Наибольшей популярностью пользуются солнечные

батареи, состоящие из фотоэлектрических преобразователей. В климатических зонах с постоянными ветрами хорошим дополнением к солнечным батареям могут стать ветрогенераторы. Владельцы датского отеля Crowne Plaza Copenhagen Towers предлагают следующий интересный подход: в фитнес-центре гостиницы установлены два велосипеда-генератора, которые подключены к основному источнику питания здания. Любой человек может внести свой вклад в энергообеспечение здания, просто покрутив педали как минимум 10 минут [5, с. 47].

В настоящее время в Европе построен первый zero-energy отель BREEZE hotel Amsterdam (г. Амстердам, Нидерланды) с ориентацией на экологичность, энергоэффективные технологии и устойчивое развитие. Отель BREEZE является частью нового экорайона Амстердама на острове Айбург. При строительстве данного отеля практически полностью были реализованы цели проекта neZEN (отели с почти нулевым потреблением энергии).

По своей сути zero-energy отель воплощает концепцию развития экономики на основе правила 4R: Reduce, Reuse, Recycle and Recover (Сокращение, Повторное использование, Рециклинг, Восстановление), послужившего основой циркулярной экономики [3, с. 333].

Отель BREEZE построен и эксплуатируется с учетом самых высоких стандартов экологичности и энергоэффективности. В частности, воплощение нашли следующие идеи и технические решения:

1) *Альтернативные системы кондиционирования с минимальным энергопотреблением*, без использования фреона и стандартных способов охлаждения воздуха. Прототипом системы послужило устройство африканских термитников. В здании есть три шахты: две из них с воздухом, который либо нагревает, либо охлаждает воду в подземных цистернах в зависимости от температуры атмосферы, одна шахта с мелкодисперсным водяным водопадом - климат-каскадом, охлаждающим либо подогревающим воздух до +18 градусов С. В случае, когда нужно поднять температуру воздуха, в каждом номере установлена сплит-система, которая подогревает воздух до нужной температуры. Нагретый и отработанный воздух через рекуператоры выводится в атмосферу. Рекуператоры возвращают снятую энергию обратно в энергосистему здания. Преимущества таковы: в здании всегда свежий и очищенный воздух; отсутствуют шум и вибрация от установок кондиционирования; экономия пространства за счет отсутствия громоздких охлаждающих аппаратов [2].

2) *Использование нетрадиционных источников энергии.* Весь фасад здания, кроме остекления, покрыт солнечными панелями, поэтому потребность отеля в электричестве полностью покрывается выработанной им же энергией. Тренажеры в спортивном зале подключены к энергосистеме здания, а гостю, который выработал энергию, при выезде из отеля, возмещается часть ее стоимости. Здание оснащено датчиками подачи электроэнергии, чтобы не было неэффективного расходования.

3) *Экологический менеджмент.* Униформа персонала (от одежды до обуви) сшита из повторно используемых материалов, а постельное белье в номерах сделано из переработанного сырья. Мебель для конференц-залов сделана из переработанных пластиковых бутылок, выловленных в каналах Амстердама. Косметика NaturalLab закупается у производителя, использующего только натуральные ингредиенты.

4) *Экологический ресторан отеля* - предприятие общественного питания, реализующий пищу из натуральных продуктов, оказывающий своей деятельностью минимальный вред окружающей среде. На кухне отеля BREEZE используются сезонные и местные продукты, частично выращенные внутри отеля в мини-оранжерее.

Грамотная экологическая политика в гостиницах, как отмечают эксперты, приводит к экономии денежных средств. Способы для экономии средств - установка безводных смывных бачков в туалетах, экономичных посудомоечных устройств, люминесцентных ламп и энергосберегающих лампочек, датчиков движения, использование при строительстве гостиниц энергии термальных вод для получения и использования энергии [1].

Реализация проекта neZEN и строительство zero-energy отелей является, с нашей точки зрения, перспективной идеей по следующим соображениям:

- посетители отелей могут повторять в своих домах архитектурные решения, которые они увидели. Концепция SmartHouse становится привлекательной и понятной каждому потребителю, ведь в «умном» отеле есть возможность управлять каждой комнатой индивидуально, установив специальные «пульта», состоящие из экрана и поворотной клавиши для выбора нужных функций;

- энергопотребление в отелях выше, чем в жилых домах, поэтому возможностей для реализации энергосберегающих технологий здесь больше;

- в индустрии гостеприимства существует высокий уровень конкуренции, следовательно, преимущества, достигнутые отелями в рамках концепции zeroenergy, будут стимулировать конкурентов к

подобным действиям. Лояльность клиентов в последние годы стала зависеть от того, как в гостинице подходят к вопросам экологии, и для многих постояльцев реализация гостиницей экологических инициатив будет являться дополнительным преимуществом.

К.Ю. Боулдинг - американский экономист и социолог в своем эссе «Экономика космического корабля Земля» использовал космический корабль в качестве метафоры для планеты. С подачи Боулдинга закрепился термин «экономика космонавтов», в которой мы, в первую очередь, заботимся о поддержании жизнеобеспечения и любые технологические изменения, приводящие к возможности поддерживать заданный общий уровень жизнеобеспечения посредством уменьшенного потока ресурсов (то есть с меньшим производством и потреблением), очевидно, являются благом. Концепция zero-energy отеля как нельзя лучше соответствует смыслу, вкладываемому в понятие экономики космонавтов.

Список использованных источников:

1. Абарников О. «Зеленые» гостиницы - безусловный тренд последних лет // URL: <http://www.businesstravelrussia.ru/news/news-abt/zelenye-gostinitsy-bezuslovnyy-trend-poslednikh-let/> (дата обращения 20.04.2021).
2. Андриевская А. Первый в мире zero-energy отель: устойчивая архитектура на форуме ART-WERK 2019 // URL: <https://recyclemag.ru/article/pervii--otel-ustoichivaya-arhitektura-forume-> (дата обращения 20.04.2021).
3. Мишенин Е.В., Коблянская И.И. Перспективы и механизмы развития «циркулярной» экономики в глобальной среде // Маркетинг и менеджмент инноваций. 2017. № 2. С.329-343.
4. Семёнов М. Кошелёк владельца гостиницы: как сократить затраты на электроэнергию // Sustainable Building Technologies. 2016. № 4. С. 44-47. URL: http://zvt.abok.ru/articles/360/Koshelyok_vladeltsa_gostinitsi_kak_sokratit_zatrati_na_elektroenergiyu (дата обращения 27.04.2021).
5. Энергоэффективные отели // Тепловые насосы. 2018. № 3. URL: <https://heatpumpjournal.com.ua/arhiv-statej/634/jenergojeffektivnye-oteli> (дата обращения 26.04.2021).

© Л.С. Киселева, 2021

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

студент гр. 10604117 **Ерёменко Михаил Александрович**,

студентка гр. 10604117 **Чешун Юлия Александровна**,

Науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Качан Светлана Аркадьевна**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются возможности аддитивного производства для повышения эффективности энергетики, в том числе возобновляемой. Приведены примеры стартапов применения 3D-печати в производстве аккумуляторных батарей, солнечных панелей и ветроэнергетических турбин, в том числе в изготовлении микротурбин и массивных запасных частей на месте монтажа. Отмечается роль 3D-печати не только при производстве новых энергоустановок, но и при их ремонте.

Ключевые слова. Возобновляемая энергетика, аддитивное производство, 3D-печать, аккумулирование, солнечные панели, ветротурбины.

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN ENERGY

Eremenko Mikhail Alexandrovich,

Cheshun Yulia Alexandrovna

Abstract. The possibilities of additive manufacturing to improve the efficiency of energy production, including renewable, are considered. Examples of startups using 3D printing in the production of batteries, solar panels and wind turbines, including in the manufacture of microturbines and massive spare parts at the installation site, are given. The role of 3D printing is noted not only in the production of new power units, but also in their repair.

Keywords. Renewable energy, additive manufacturing, 3D printing, storage, solar panels, wind turbines.

В наши дни глобальная энергетическая инфраструктура переживает радикальную трансформацию в направлении увеличения доли возобновляемых источников энергии. Рассмотрим некоторые прорывные

решения в аддитивном производстве материалов и устройств для энергетики, в том числе возобновляемой.

Аддитивное производство (АП) или 3D-печать – это процесс изготовления деталей по данным 3D-модели, обычно слой за слоем, в отличие от субтрактивного производства и формирующих технологий производства [1]. В отличие от последних, при помощи 3D-печати можно производить компоненты со сложной геометрией, потребляя меньше сырья и производя меньше отходов, при этом с сокращением потребления энергии и времени выхода на рынок.

Аддитивное производство может ускорить сроки разработки до 75%, сократить потребление материальных ресурсов до 65% и выбросы газов до 30% [1]. Более того, одна деталь может быть изготовлена в один этап, не требуя вторичного процесса соединения.

Известно, что солнце и ветер являются нестабильными источниками энергии: выработка электроэнергии зависит от погодных условий, времени суток. Чтобы сделать эти возобновляемые источники энергии более жизнеспособными, требуются эффективные технологии накопления энергии.

Химическое хранение энергии обеспечивает большую гибкость и более высокую плотность энергии, чем механическое или физическое хранение. Выработанная электроэнергия может храниться в химических связях, например, при зарядке аккумуляторов для автомобилей и производстве топлива (углеводородов, метанола, водорода и аммиака).

Учитывая стремительное развитие рынка электромобилей, аддитивное производство в секторе аккумулирования энергии направлено на создание аккумуляторов сложной внутренней структуры и повышенной емкости. Гибкость в форме и размерах может быть достигнута за счет использования новых материалов с прецизионной печатью. 3D-печать и улучшенные составы батарей ускоряют внутренние химические реакции, обеспечивая чистое и эффективное накопление энергии. Американская стартап-компания Graphene 3D Lab производит графеновые нити для 3D-печати дисковых электродов в аккумуляторных батареях [2]. Их графеновые решения упрощают и усиливают литий-ионные настройки, основанные на контроле проводимости, гибкости и устойчивости батарей.

Снижение затрат, связанных с производством солнечной энергии, и повышение ее доступности по-прежнему остаются проблемой в отрасли возобновляемых источников энергии.

3D-печать может решить эту проблему, заменив многоступенчатый процесс производства солнечных панелей более быстрым послойным производством. Кроме того, 3D-печатные солнечные панели легче, чем традиционные, что снижает вероятность повреждения и позволяет легко транспортировать их. Израильская инновационная стартап-компания Utilight разрабатывает технологию 3D-печати под названием Pattern Transfer Printing для оптимизации процесса металлизации фотоэлектрических элементов при производстве кристаллических кремниевых солнечных элементов [2]. Кроме того, это нововведение позволяет повысить эффективность солнечных панелей при значительном снижении производственных затрат на фотоэлектрические элементы.

Аддитивное производство находят применение и в ветроэнергетике, позволяя сделать ее более конкурентоспособной на рынке современных технологий.

Транспортировка и монтаж ветроэнергетических турбин требуют значительные временные и транспортные ресурсы. Аддитивное производство решает эти проблемы путем создания ветряных турбин с улучшенными характеристиками, а также микротурбин и 3D-изготовления массивных запасных частей на месте монтажа, что в итоге требует меньших затрат времени и более простой транспортировки. Американская стартап-компания RCAM Technologies производит сверхвысокие башни ветроэнергетических турбин для наземных и морских применений [2]. Компания использует свою запатентованную технологию производства добавок к железобетону (RCAM) для производства конструктивно эффективных башен большого диаметра на месте установки, используя облегченные методы армирования и более дешевый бетон.

Производственное управление Министерства энергетики США приступило к печати пресс-форм для лопастей с использованием технологий аддитивного производства (рис.1) [1]. Пресс-форма, показанная на рис. 1, была напечатана с помощью соединения нескольких печатных секций, созданных в 3D-принтере Big Area Additive Manufacturing (BAAM, рис. 2) в Национальной лаборатории Ок-Риджа [1]. Окончательная секция лопасти была успешно изготовлена с использованием пресс-формы аддитивного производства (рис. 3).



Рис. 1 - АП-форма для лопастей ветротурбин

Другой проект под названием «A Small Wind Turbine for a Big Difference» имеет целью установить небольшие пластиковые 3D-печатные ветряные турбины в отдаленных труднодоступных районах [1]. Основатель этого проекта, Кайл Бассетт, начал с проектирования турбины, способной хранить выработанную энергию в батареях для личного пользования.



Рис. 2 - 3D-принтер ВААМ

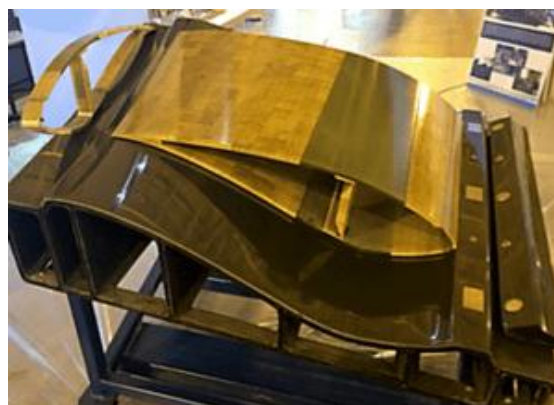


Рис. 3 - Сечение лопасти, полученное 3D-печатью

В итоге была разработана масштабная модель турбины (рис. 4) с использованием простого металлического 3D-принтера Printrbot [1]. Проект включал лопасти, ступицы, соединители ротора, раму и концы лопастей, которые были бы самыми дорогими компонентами, если бы они были изготовлены традиционными методами производства.



*Рис. 4 - Ветряная турбина,
разработанная Кайлом Бассеттом*



*Рис.5 - Крышка гондолы, изготовленная
компанией AMIE project*

По проекту Additive Manufacturing Integrated Energy (AMIE) успешно изготовлена конструкция гондолы ветроустановки (рис. 5) [1].

В заключение отметим, что несмотря на то, что основное внимание уделяется производству новых элементов, важным является ремонт изделий и деталей, которые нуждаются в улучшении или частичной замене из-за износа. С этой целью также могут применяться технологии аддитивного производства.

Список использованных источников:

1. Inês Castro. 5 Opportunities for Additive Manufacturing in the Wind Energy Industry [Электронный ресурс] // URL : <https://matmatch.com/blog/additive-manufacturing-in-the-wind-energy-industry/> (дата обращения: 05.04.2021).
2. 4 Top Additive Manufacturing Startups Impacting The Energy Industry [Электронный ресурс] // URL : <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/4-top-additive-manufacturing-startups-impacting-the-energy-industry/> (дата обращения: 06.04.2021).

© М.А. Ерёменко, Ю.А. Чешун, 2021

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

студент гр. А-17-16 **Блинов Александр Викторович**,
Науч. руководитель: кандидат техн. наук, доцент **Нусс Сергей Викторович**
Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
г. Лысьва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрены автоматизированные системы мониторинга технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов и основные способы реализации. Проведен литературный обзор с охватом классической и современной литературы по теме. Целью работы является описание работы автоматизированной системы мониторинга технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов.

Ключевые слова. Автоматизация, мониторинг, силовой трансформатор, маслонаполненный.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF POWER OIL-FILLED TRANSFORMERS

Blinov Alexander Viktorovich

Abstract. This article discusses automated systems for monitoring the technical condition of power oil-filled transformers and their implementation. Literary analysis has been carried out. The purpose is to describe the operation of an automated system for monitoring the technical condition of power oil-filled transformers.

Keywords. Automated, monitoring, power transformer, oil filled.

В современном мире большинство предприятий переходят на автоматизацию производства. Автоматизация помогает людям сократить и предотвратить аварии на производстве, сделать работу проще и более безопасной для работников. Как и во многих производствах, так и в

энергетике силовые трансформаторы стали неотъемлемой частью, являясь основным оборудованием распределения электроэнергии. По техническим и конструкционным параметрам процесс замены трансформатора составляет большую сложность, потому как вывод из строя данного оборудования означает, что нормальное функционирование подстанции будет ограничено и может привести к недостатку электричества у потребителя, которое приведет к финансовым потерям предприятия и определенным сложностям [3].

Основной целью диагностики трансформаторного оборудования является периодический контроль устройств защиты и измерений. Этот метод контроля недостаточно эффективен, так как в процессе взятия проб и их анализа может пройти достаточно времени для отказа электрооборудования [4,5,7]. Существуют различные методы оценки технического состояния силовых трансформаторов, наиболее подходящими методами будут те методы, в которых снятие рабочего напряжения не обязательно. Так как трансформатор представляет собой статическое электромагнитное устройство задачей которого является преобразование одной или нескольких переменных напряжений за счет электромагнитной индукции, различают несколько типов трансформаторов: двухобмоточные и трехобмоточные, а также многофазные трансформаторы, которые имеют несколько обмоток высокого и низкого напряжения. По конструкционному исполнению трансформаторы бывают масляные и сухие. Сухие трансформаторы охлаждаются воздухом, а в масляных трансформаторах магнитопровод и обмотки опускаются в бак и охлаждаются в нем за счет трансформаторного масла, такое масло обладает хорошими изоляционными и охлаждающими свойствами. Мощность и напряжение у масляных трансформаторов может быть выше, поэтому они считаются более эффективными [2- 5, 7, 12, 19].

Множество современных трансформаторов оснащаются различными устройствами для контроля коэффициента трансформации. Регулировка проходит под напряжением или, когда трансформатор отключен. Для регулировки трансформатора у обмотки должны быть ответвления, между которыми происходит переключение.

Большое количество различных датчиков имеют автоматизированные методы диагностики силовых трансформаторов. Эти датчики расположены на всех узлах и системах. Благодаря этому система получает сигнал о неблагоприятных возникающих процессах на раннем этапе [7, 8].

Использование автоматизированных систем диагностики позволяет выявлять негативные аспекты эксплуатации на ранней стадии благодаря размещению широкого спектра датчиков, осуществляющих мониторинг ключевых параметров объекта или процесса. Использование этих методов позволяют продлить срок службы силового трансформатора, а также упрощает работу персонала.

Трансформатор достаточно сложное техническое оборудование, подверженное негативным воздействиям, он с легкостью может сломаться [10].

Исходя из исследований в области диагностики ремонтпригодности, чаще всего такими вредоносными воздействиями могут служить

- Грозовые и коммутационные перенапряжения
- Токи КЗ
- Повышение рабочего напряжения
- Токи намагничивания
- Перегрузка силовых трансформаторов
- геомагнитно-индуцированные токи

Автоматизированные системы непрерывного контроля оповещают о дефектах, возникающих при работе силового трансформатора, используя различные датчики, поэтому они обладают высокой эффективностью [7, 9, 15, 18].

Автоматизированная система непрерывного контроля должна на ранней стадии выявить дефект при работе трансформатора. Существует много автоматизированных систем, которые охватывают определенные области, где происходят дефекты. Наибольшую популярность получила автоматизированная система непрерывного контроля –TPAS (Transformer Performance Analysis System), эта система от компании Siemens. Система получает информацию от датчиков, установленных на трансформаторе, далее обрабатывает и анализирует полученные данные в процессе работы. Благодаря этому она заранее выявляет дефекты для их устранения на пульте управления. Использование этой системы позволяет следить за состоянием трансформатора, что снижает расходы его обслуживания, тем самым увеличивая срок службы [13, 17].

Автоматизированная система TPAS одна из первых была разработана в США для обслуживания силовых трансформаторов. Она способна выявить большинство дефектов, такие как повреждения изоляции, повреждения устройств для управления под напряжением, повышение

температуры обмоток и др. Система периодически собирает информацию и делает отчет о состоянии трансформатора [3, 8].

Система TPAS выполняет множество функций. Она следит за температурой масла, как на нижнем, так и на верхнем уровне, контролирует газы, находящиеся в масле, что бы их концентрация не превышала допустимой нормы. А также при превышении температуры сердечника или обмоток дает оповещение. Структурная схема работы системы TPAS представлена на рисунке 1 [7, 8, 9].

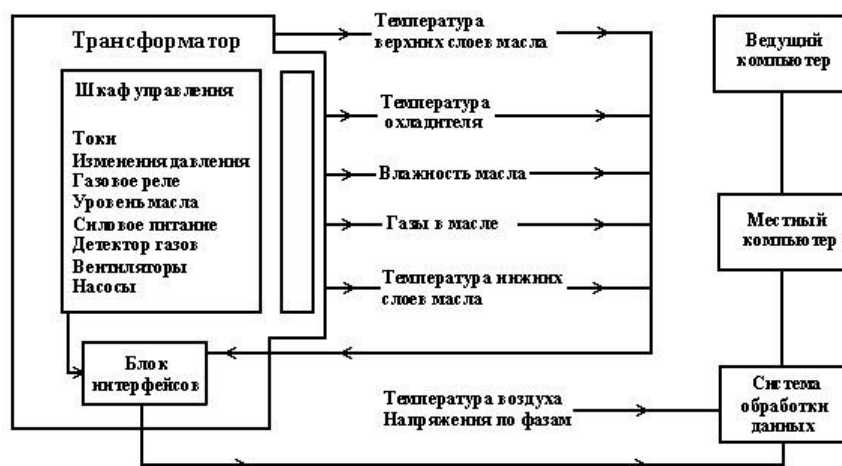


Рис. 1 - Структурная схема работы системы TPAS

Для прогнозирования поведения трансформатора в различных условиях работы используется математическая модель (Model Based Monitoring). Модель содержит переменные и постоянные значения и исходя из них делает прогноз. Работа математической модели представлена на рисунке 2 [13, 20].



Рис.2 - Структурная схема модуля с математической моделью

Система непрерывного контроля над состоянием трансформатора состоит из комплекса устройства сбора информации, аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и непосредственно компьютерной части.

Модульная система непрерывного контроля изображена на рисунке 3. Физически все компоненты системы устанавливаются в изолированном шкафу. Дополнительно устанавливается устройство обогрева/охлаждения, обеспечивающие функционирование системы в сложных погодных условиях. При фиксировании достижения пороговых значений параметров влажности и температуры система автоматически приводится в действие [20].

Есть и второй вариант установки, где ПК находится в здании и с его помощью следить за состоянием системы. Задачей компьютера является обработка и запоминание данных об измерениях.

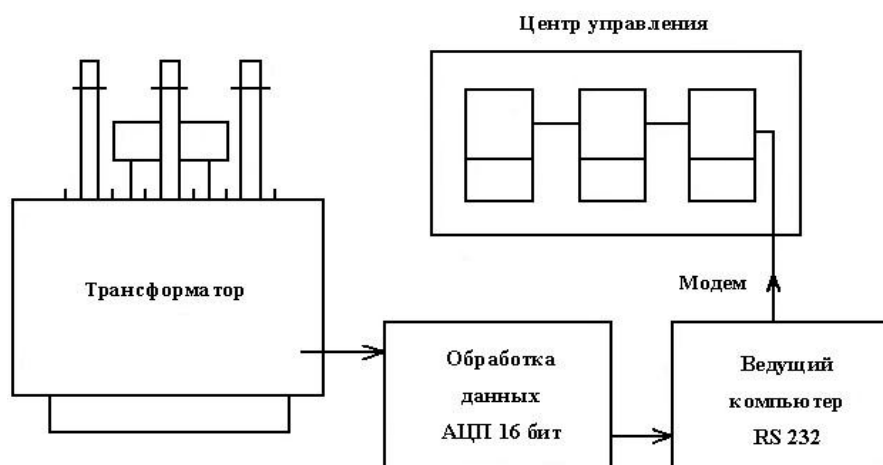


Рис.3 - Система непрерывного контроля силового трансформатора компании Siemens

Современные системы технической диагностики выявляют дефекты возникающие в процессе работы силовых трансформаторов на раннем этапе. Полученные показания позволяют своевременно ликвидировать дефект до возникновения аварийной ситуации. Так же эта система сокращает и исключает простои и обслуживание трансформатора, которые влекут за собой экономические потери [3, 18, 20].

В конце концов, мы делаем переход от послеаварийного ремонта к простому и своевременному обслуживанию трансформаторов.

Применение непрерывных систем мониторинга и диагностики дает множество плюсов. Начиная от продления срока службы до предотвращения выхода из строя дорогого оборудования.

В экономическом плане при небольших затратах на эксплуатацию мы получаем

- Уменьшение расходов на ремонт из-за уменьшения аварий
- Уменьшение внеплановых отключений из-за аварий
- Уменьшение простоя электрооборудования
- Уменьшение затрат на персонал

Трансформатор, вышедший из строя, доставит много хлопот. В первую очередь это ударит по экономическому положению, диагностика же уменьшит потери и затраты на ремонт электрооборудования. Дефект, выявленный на ранней стадии можно устранить быстро и на месте установки трансформатора. Благодаря ремонту на месте уменьшается ряд проблем, начиная от вводов и заканчивая засорением трубок охладителя. Вовремя проведенная диагностика оценивает состояние электрооборудования и дает возможность снизить критические сроки, чтобы экономические потери были минимальны [12, 15, 18].

Исходя из этого, в первую очередь идет контроль и оценка состояния электрооборудования. Далее, выявляются какие-либо дефекты, и устраняются пока, они не вылились в большую проблему, то есть капитальный ремонт.

На данный момент в мире разработано большое количество автоматизированных систем контроля. Наиболее совершенные автоматизированные системы применяются за рубежом. В последние годы идут разработки с внедрением в системы искусственных нейронных сетей и применением в этих системах нечеткой логики. Так же будет эффективно введение систем, обладающих экспертным мнением. Они без труда определяют поломку и дадут указания по устранению дефекта, тем самым облегчая работу персонала. Благодаря этому повысится надежность электрооборудования [12, 13, 14, 19].

В ближайшем будущем в автоматизированной системе планируется развитие, а именно определение фуранов в масле и бумаге, продукты влияющие на старение масла будут выявляться. Так же планируется использовать обмотки переходных функций трансформатора, которые в свою очередь будут контролировать состояние электрооборудования [4, 5].

Используемые методы контроля состояния трансформатора, применяемые за границей практически идентичны методам, которые используют в России. За последние годы мы сильно продвинулись в этой области за счет применения современных методов оценки и средств выявления дефектов автоматизированных систем контроля состояния трансформаторов [8, 22].

Список использованных источников:

1. Правила устройств электроустановок (ПУЭ). – СПб.: - Энергоатомиздат, 2008.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2013.
3. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Приказ Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. N 229.
4. РД 153-34.3-46.304-00. Положение об экспертной системе контроля и оценки состояния и условий эксплуатации силовых трансформаторов, шунтирующих реакторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения.
5. Ц-06-88 (э) от 27.07.1988. О мерах по повышению надежности герметичных вводов 110-750 кВ.
6. Методы контроля состояния силовых трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов. – М.: ОГРЭС. – 2007.
7. Алексеев, Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов/ Б.А. Алексеев. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2008.
8. Алексеев, Б.А. Системы непрерывного контроля состояния крупных силовых трансформаторов. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2009.
9. Анализ причин повреждений и результаты обследования технического состояния трансформаторного оборудования/ В.С. Богомоллов, Т.Е.Касаткина, С.С. Кустов// Вестник ВНИИЭ, 2014.
10. Васютинский, С.Б. Вопросы теории и расчета трансформаторов/ С.Б. Васютинский. – СПб.: Энергия, 2012.
11. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов: учеб. пособие для вузов/ Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.
12. Гурт, В.В. Обследование силовых трансформаторов в эксплуатации/ В.В. Гурт// Электротехника. – 2011– №12.
13. Климов, А.Г. Диагностическое оборудование и средства неразрушающего контроля для объектов энергетики/ А.Г.Климов, В.Р. Козлов // Энергетик. – 2013. - №1. – С. 42.

14. Короленко, В.В. Обнаружение повреждений силовых трансформаторах при коротких замыканиях/ В.В. Короленко //Электрические станции. – 2010. - № 7.
15. Лоханин, А.К. Обеспечение работоспособности маслонаполненного высоковольтного оборудования после расчетного срока службы / А.К. Лоханин // Электро. – 2014. - № 1. – С. 10 – 12.
16. Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей / Е.Ф. Макаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.
17. О повреждениях силовых трансформаторов напряжением 110 – 500 кВ в эксплуатации / Б.В.Ванин и др. – М.: АО ВНИИЭ-МЭИ (ТУ) - РАО «ЕЭС России».
18. Силовые трансформаторы: справочная книга/ под ред. Лизунова С.Д. – М.: Энергоатомиздат, 2004.
19. Строганов, Ю.В. Мониторинг трансформаторного оборудования / Ю.В. Строганов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. - №2. - 2013.
20. Экономические потери от нарушений электроснабжения потребителей / В.А. Непомнящий. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
21. Elovaara, J. Finnish experience with grid effect of gic's / J. Elovaara. Fingrid Oyj. P.O. Box 530. F1-00101 Finland // Space Weather. 2007. – P. 311 – 326.

© А.В. Блинов, 2021

ОПИСАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА КОНТАР И СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ КОНГРАФ

магистрант гр. 519 **Воропанова Мария Андреевна**,
Науч. руководитель: канд. техн. наук, доцент **Дятлова Елена Павловна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье излагаются основные сведения о главной составляющей программно-технического комплекса КОНТАР – промышленном контроллере MC8. Кроме того, в статье описывается инструментальная программная система КОНГРАФ, благодаря которой производится программирование этого контроллера. Также приводятся сведения о языке программирования FBD, с помощью которого и создаются эти программы управления.

Ключевые слова. Программно-технический комплекс КОНТАР, программируемый промышленный контроллер, инструментальная программная система КОНГРАФ, FBD.

DESCRIPTION OF THE INDUSTRIAL CONTROLLERKONTAR AND DEVELOPMENT ENVIRONMENT CONGRAPH

Voropanova Mariya Andreevna

Abstract: This article provides basic information about the main component of the KONTAR software and hardware complex – the industrial controllerMC8.Besides, the article describes the KONGRAF tool software system, which is used to program this controller. It also provides information about the FBD programming language, which is used to create these control programs.

Keywords. Software and hardware complex KONTAR, programmable industrial controller, KONGRAF instrumental software system, FBD.

Автоматизация охватывает все сферы деятельности человеческой жизни. Она используется в современном производстве, в сфере обслуживания. При строительстве новых промышленных и социальных объектов обязательно возникает вопрос их автоматизации.

Самыми распространенными новыми объектами, требующими автоматизации, являются новые жилые дома, в которых нужны автоматизированные системы кондиционирования и вентиляции. Для автоматизации этих процессов используются различные технические средства автоматизации, контроллеры и диспетчерские станции. Существует большое количество производителей автоматики для вентиляции. В их числе и Московский завод тепловой автоматики, разработавший в сотрудничестве с американскими коллегами программно-технический комплекс (ПТК) КОНТАР.

ПТК КОНТАР предназначен для автоматического управления, сбора и передачи информации (мониторинга) и дистанционного управления (диспетчеризации) технологическими процессами [1].

Одной из главных составляющих ПТК КОНТАР является контроллер МС8, представленный на рисунке 1.

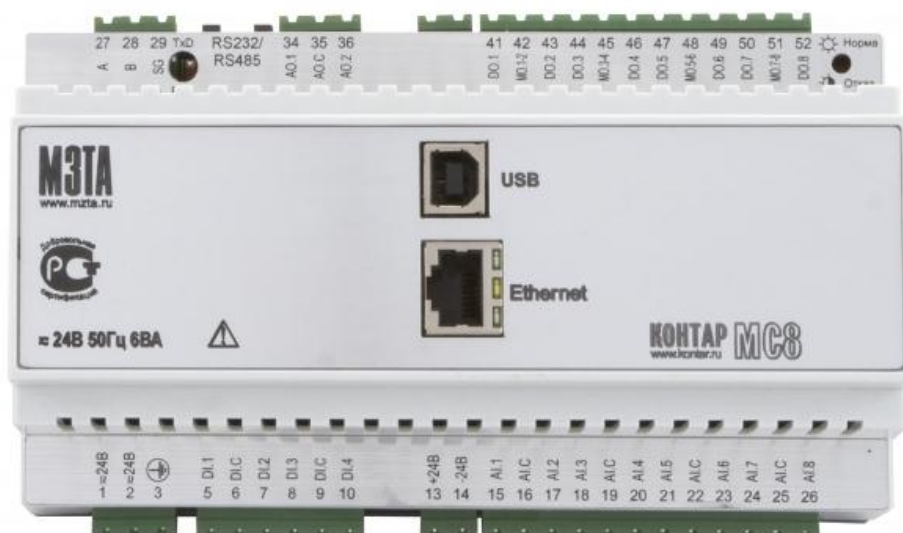


Рис. 1 – Внешний вид контроллера МС8

Он может использоваться не только в составе данного ПТК, но и как автономный программируемый промышленный контроллер (ПРК), или в одной локальной сети с другими контроллерами [2].

Контроллер МС8 выполняет следующие основные функции:

- ввод/ измерение и преобразование в цифровую форму сигналов, которые поступают от аналоговых и дискретных датчиков технологических параметров;
- формирование аналоговых и дискретных выходных сигналов для управления технологическим процессом;

- реализацию алгоритмов, обеспечивающих обработку данных, регулирование технологических параметров, выдачу заданий оборудованию и т.д.;
- вывод информации на экран оператора (на дисплей встроенного пульта, на виртуальную панель, на монитор компьютера и т.п.) по интерфейсу RS-232C или Ethernet;
- предоставление возможности управления технологическим процессом в режиме реального времени;
- обеспечение связи между контроллерами и модулями по интерфейсу RS-485;
- обеспечение связи с периферийными устройствами (например с модемом) по интерфейсу RS-232C (на основной плате);
- обеспечение связи с сервером при работе в локальной сети и сети Интернет по интерфейсу Ethernet.
- обеспечение связи с оператором или сервером при помощи сотового (SMSили GPRS), телефонного или радио-модемов.

Контроллер имеет по 8 аналоговых и дискретных входов, 8 дискретных и 2 аналоговых выхода.

МС8 выпускаются в двух исполнениях в зависимости от питания. Для питания от сети переменного тока 220 В это контроллеры с транзисторными выходными ключами, а для питания от сети переменного тока 24 В – с симисторными гальванически изолированными выходными ключами.

Программирование контроллера МС8 производится в инструментальной программной системе (ИПС) КОНГРАФ, внешний вид которой изображен на рисунке 2. Данная среда разработки создана тем же производителем и является бесплатной.

Для создания программы управления в КОНГРАФ используется графический язык программирования FBD(Function Block Diagram) стандарта МЭК 61131-3.

Язык программирования функциональных блоков FBD – это набор программно реализованных блоков, каждый из которых предназначен для выполнения какой – то определённой функции по преобразованию сигнала.

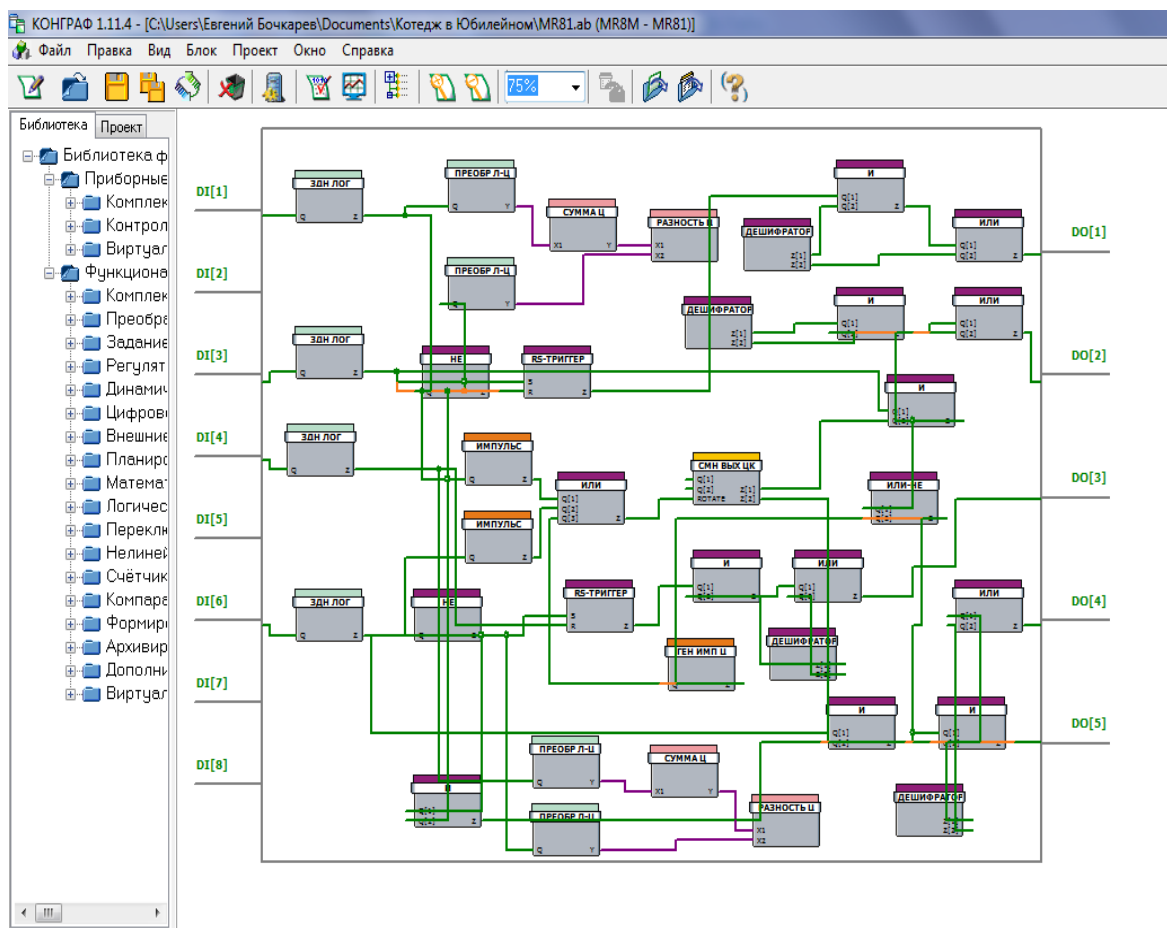


Рис. 2 – Инструментальная программная среда КОНГРАФ

Программа для контроллера, разработанная на данном языке программирования состоит из некоторого списка «цепей», которые будут выполняться последовательно. Эти «цепи» имеют вид функциональных блоков, которые соединены линиями связи. Выходы блоков могут быть поданы как на входы других блоков, так и на выходы контроллера.

В ИПС КОНГРАФ имеется большая библиотека блоков, которую можно наращивать. Кроме блоков отдельных функциональных узлов в библиотеке имеются готовые проекты управления типовыми объектами [3]. Отсутствующий в библиотеке для написания программы блок, можно создать самостоятельно и добавить в пользовательскую библиотеку.

Данная среда разработки позволяет разрабатывать программы не только для одного контроллера, но и для контроллеров и модулей объединенных в единую сеть (1 Master и до 31 Slave-устройства).

В случае, если разрабатывается программа для сети приборов, то протокол обмена данными между ними будет протокол KontarBUS.

Если же программа создается для одного Slave-контроллера, то тогда будет использоваться протокол BACnetMS/TCP.

В ИПС КОНГРАФ можно отладить весь алгоритм или только его отдельную часть до загрузки в контроллер.

Очень удобной функцией в данной среде является симуляция. Благодаря ей разработчик программы может выявить и устранить явные ошибки, не используя при этом дополнительные приборы.

После разработки проекта проводится компиляция. Ее можно выполнить разными способами:

- если на компьютере установлено программное обеспечение Компилятор KeilC51, то компиляция производится локально;
- если имеется постоянное или коммутируемое подключение к сети Интернет, в том числе GPRS, CDMA или dial-up, то компиляция осуществляется удаленно с помощью компилятора на Интернет сервере МЗТА (IP-адрес: 80.240.100.130).

Результатом компиляции являются bin-файлы, в которых содержится исполняемый код. Эти файлы загружаются в сами приборы.

Таким образом, рассмотрены возможности использования контроллера МС8 с его ИПС КОНГРАФ для управления различными процессами и объектами. Показана простота применения программной системы при отладке алгоритмов управления.

Список использованных источников:

1. ООО прибор.ru: КОНТАР – Программно-технический комплекс КОНТАР [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ooo-pribor.ru/descriptions/20689/> (дата обращения 16.02.2021).
2. МГТУ им. Баумана: Системы автоматического управления – Семестр 10 - Управляющие ЭВМ и комплексы (Суханов) – КОНТАР [Электронный ресурс]. URL: [https://baumanka.pashinin.com/IU1/sem10/Управляющие%20ЭВМ%20и%20комплексы%20\(Суханов\)/_5_2011.pdf](https://baumanka.pashinin.com/IU1/sem10/Управляющие%20ЭВМ%20и%20комплексы%20(Суханов)/_5_2011.pdf) (дата обращения 18.02.2021).
3. Московский завод тепловой автоматики: Программное обеспечение – КОНГРАФ [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mzta.ru/produkcziya/program/kongraf> (дата обращения 17.02.2021).

© М.А. Воропанова, 2021

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ TESSERACT

студент гр.521725 **Парфенов Павел Дмитриевич**,

Науч. руководитель: ст. препод. **Платоненков Сергей Владимирович**
Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова, Институт судостроения и морской арктической техники,
г. Северодвинск, Российская Федерация

Аннотация. В статье приводится обзор технологии оптического распознавания символов и исследование возможностей применения библиотеки Tesseract. Приведены достоинства и недостатки, а также принципы распознавания текста с изображений при помощи данного программного обеспечения. Представлены небольшие примеры использования данной технологии в интеграции с библиотекой компьютерного зрения OpenCV.

Ключевые слова. Автоматизация, компьютерное зрение, оптическое распознавание символов, OpenCV, Python, библиотека Tesseract.

IMAGE TEXT RECOGNITION USING TESSERACT LIBRARY

Parfenov Pavel Dmitrievich

Abstract. This article contains overview of optical character recognition technology and exploration the possibilities of using the Tesseract library. The paper describes the advantages, disadvantages and methods of text recognition from images using the Tesseract library. The work contains small examples of using this technology in integration with the OpenCV computer vision library.

Keywords. Automation, computer vision, optical character recognition, OpenCV, Python, Tesseract library.

В настоящее время многие информационные системы используют технологию оптического распознавания символов. Данную технологию применяют для получения текста с изображений, она позволяет преобразовывать различные типы документов в редактируемые текстовые форматы с возможностью поиска. Например, можно перевести текст в

электронный формат с документа или данные с чека, с банковской карточки для дальнейшего редактирования.

Среди всех доступных бесплатных библиотек распознавания символов стоит выделить библиотеку Tesseract [1]. Данный продукт легко встраивается в автоматизированные системы и интегрируется с другим программным обеспечением. На общедоступных ресурсах присутствует мало информации об особенностях разработки программ на языке программирования Python с использованием Tesseract в интеграции с библиотеками компьютерного зрения.

Вследствие этого в данной статье предлагается провести формальное знакомство с технологией оптического распознавания при помощи библиотеки Tesseract, а также рассмотреть небольшие примеры её использования совместно с инструментами обработки изображений.

Tesseract - это бесплатное программное обеспечение оптического распознавания символов с открытым исходным кодом и большой базой языковых и символьных моделей. Данная библиотека использует нейронные сети для поиска и распознавания текста на изображениях. Программа ищет шаблоны в пикселях, буквах, словах и предложениях.

Для успешного и правильного распознавания текста на изображении необходимо его заранее обработать. Для этого можно использовать библиотеки алгоритмов обработки изображений. В данной работе будет использоваться библиотека OpenCV [2]. Данный программный продукт является бесплатным, открытым и кроссплатформенным, а также включает в себя большое количество функций необходимых для устранения визуальных недостатков и зонирования объектов на исходных изображениях. Программы будут разрабатываться на языке программирования Python.

Процесс распознавания текста можно разложить на несколько этапов (рисунок 1).

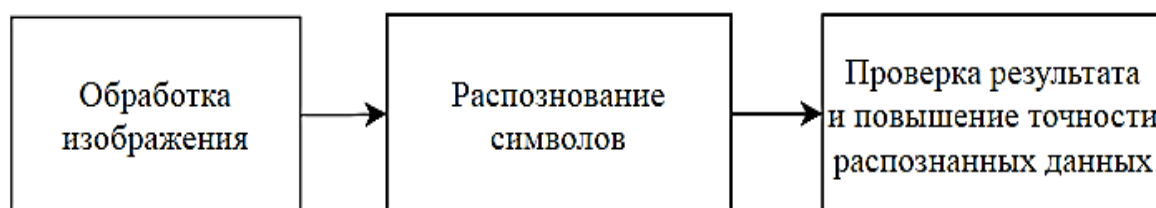


Рис. 1 – Процесс распознавания текста на изображении

На первом этапе происходит предварительная обработка изображения. Программа при помощи библиотеки OpenCV выделяет необходимый объект, преобразует образ в оттенки серого, удаляет лишний шум и выделяет символы. После обработки получается изображение с темными символами на светлом фоне.

На втором этапе, на обработанном изображении происходит разделение каждого символа и распознавание всех символов пикселей и пробелов. Обработка каждого символа позволяет системе распознавать определенные группы символов как слова. Обычно распознавание основано на двух методах:

- извлечение функций;
- матрица соответствия.

На третьем этапе программное обеспечение повышает точность распознавания, путём повторной обработки. Также полученные данные можно улучшить с помощью различных функций редактирования строк или регулярных выражений. Далее происходит сохранение полученного текста для последующей обработки.

Изучить процесс распознавания текста можно с помощью примеров его применения. Для автоматизированных роботов или систем есть необходимость получить символы или целый текст с изображения для дальнейшего принятия решения или передаче его оператору.

В качестве примера распознаем текст с изображений стандартной печатной строки из нескольких символов, номера автомобиля и снимка судна с его названием.

В листинге 1 представлен программный код, с помощью которого можно распознать текст без предварительной обработки на обычном черно-белом изображении.

```
import pytesseract #Библиотека распознавания символов
from IPython.display import Image
import cv2 #Библиотека для обработки изображения
image = cv2.imread("text.png") #Чтение изображения
text = pytesseract.image_to_string(image) #Функция распознавания
print('Текст с изображения:\n', text) #Вывод полученных данных
Image('text.png') #Вывод изображения на экран
```

Листинг 1 – Программный код для распознавания текста на черно-белом изображении

Результат работы программы представлен на рисунке 2.

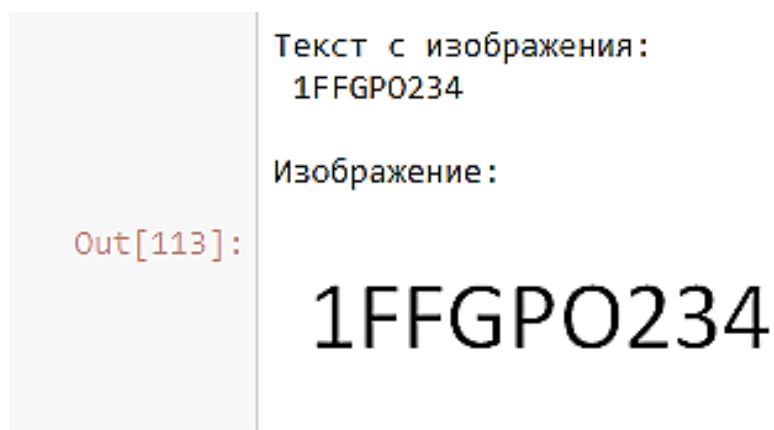


Рис. 2 – Результат работы программы для распознавания текста на изображении

Рассмотрим более сложный пример применения данной технологии. Для распознавания символов на снимке автомобильного номера необходимо добавить в программу предварительную обработку изображения. Библиотека Tesseract обеспечивает корректное распознавание символов, если существует отделение текста от фона. Следовательно, исходное изображение необходимо обрезать для кадрирования желаемого текста, преобразовать в оттенки серого, а затем сделать черно-белым. Также стоит настроить конфигурационные параметры для функции распознавания. Параметры отвечают за режимы сегментации текста, подключения языков, пользовательских словарей. После распознавания полученный текст можно проверить согласно шаблону или отредактировать.

На рисунке 3 представлена последовательность обработки изображения и результат распознавания символов с автомобильного номера. Полученный текст редактируется с помощью функции преобразования строки в верхний регистр, а также удаляются символы, которые точно не могут присутствовать в номере. После отредактированные данные записываются в текстовый файл.

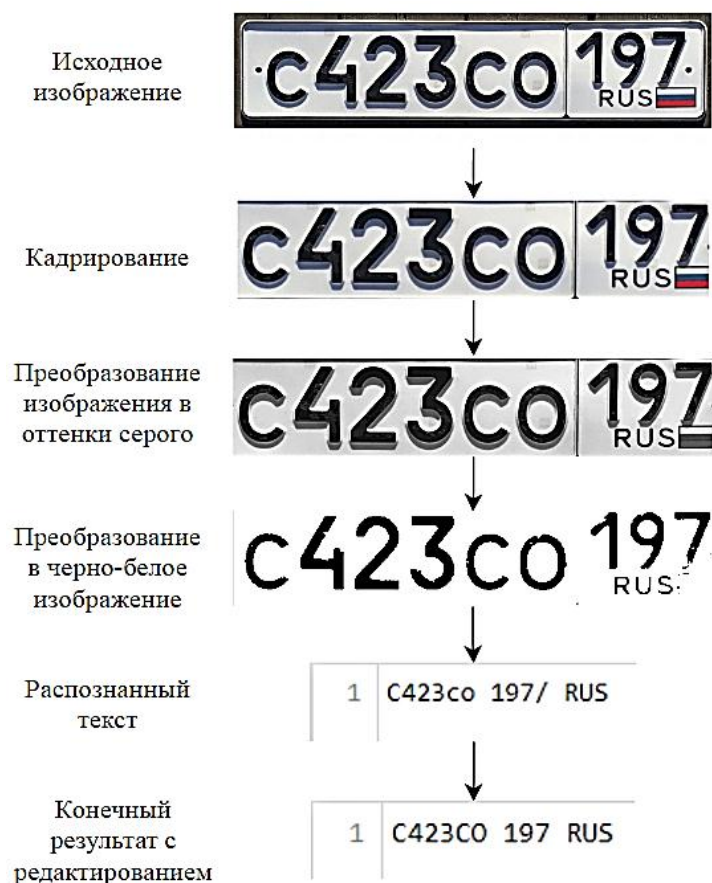


Рис. 3 – Распознавание символов на автомобильном номере

Ещё один пример представлен на рисунке 4. В качестве исходного изображения было выбрано фото судна с его названием. Для успешного распознавания достаточно было преобразовать снимок в оттенки серого и установить сегментацию текста в произвольном порядке, что обеспечило распознавание всех возможных символов. Далее в программе использовались регулярные выражения, с помощью которых в полученных данных удалились пробелы, переносы на новые строки и символы, не являющиеся буквами. Полученный текст можно сохранять в текстовый файл или выполнять его дальнейшую обработку.



Рис. 4 – Распознавание символов на снимке судна

Согласно вышеприведенным примерам, библиотека Tesseract лучше всего справляется с работой, когда существует чёткое отделение текста переднего плана от фона. На практике это выполнить весьма сложно. Следовательно, необходимо создавать классификаторы и детекторы на базе инструментов компьютерного зрения, специфичные для определенных объектов.

Для точного распознавания текста необходимо настраивать конфигурационные параметры, а также использовать функции проверки и редактирования. Исходное изображение должно быть чётким и без бликов. Тогда можно будет гарантировать правильное распознавание текста.

В данной работе было продемонстрировано применение библиотеки оптического распознавания символов Tesseract совместно с библиотекой компьютерного зрения OpenCV. Приведенные примеры демонстрируют принцип работы программного обеспечения, а также его достоинства и недостатки. Обработка изображения перед распознаванием позволяет выделить в кадре необходимую область и повысить точность результата.

Данные системы распознавания могут применяться во многих отраслях. Например, обработка счётов, обработка данных пациентов в медицине и последующее размещение полученной текстовой информации в базах данных. Для примера в робототехнике существует задача, когда роботу необходимо найти, затем идентифицировать объект, сделать его снимок и распознать текст на нём, а полученные данные сохранить в файл. Таким образом, данные информационные системы помогают упростить, улучшить и автоматизировать процесс обработки данных.

Список использованных источников:

1. Tesseract. [Электронный ресурс]. URL: <https://tesseract-ocr.github.io/> (дата обращения 22.04.2021)
2. Ян, Э. С. Программирование компьютерного зрения на языке Python [Текст] / Э. С. Ян; пер. с англ. А. А. Слинкин. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 312 с.

© П.Д. Парфенов, 2021

АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

студентка гр.10607117 **Башаркевич Елизавета Константинова**,
Науч. руководитель: ст. преподаватель **Корсак Екатерина Павловна**
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В данной статье проводится анализ достижения целей устойчивого развития в энергетике. Приводятся цели устойчивого развития, и варианты их достижения, что включает в себя оптимизацию энергосистемы, совершенствование энергетического ландшафта, использование передовых технологий, переход на экологический транспорт. Рассматриваются существующие технологии и средства по минимизации загрязнения окружающей среды, проводится анализ использования возобновляющих источников энергии, а также внедрение установок, работающих на ядерном топливе.

Ключевые слова. Устойчивое развитие, экология, электротранспорт, атомная энергия, возобновляемые источники энергии

ANALYSIS OF THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS IN ENERGETICS

Basharkevich Elizaveta Konstantinovna

Abstract. In this article sustainable development goals analyses in the energy sphere are shown. There are goals of sustainable development and options of its achievements, including optimization of the energy system, improvement of an energetical landscape, using innovational technologies, implementation of the eco transport. Existing technologies and means of minimization of environmental pollution, using of renewable energy sources and implementation of nuclear power installations are considered.

Keywords. Sustainable development, ecology, electro transport, nuclear power, renewable energy sources

С увеличением численности населения растёт и потребность в энергоснабжении. Если раньше электроэнергия дала толчок для начала нового технологического цикла, промышленного производства и развитию научно технического прогресса, теперь же, кроме всего этого, она стала ответственна и за поддержание комфортной жизнедеятельности практически каждого человека, так как сейчас мир невозможно представить без электричества. Из этого следует, что для увеличения выработки электрической и тепловой энергии следует решить ряд задач, таких как:

- а) решение вопроса топливной базы;
- б) обеспечение бесперебойности поставок;
- в) доступность для конечных потребителей;
- г) экологическая безопасность.

Все эти задачи входят в цели устойчивого развития в энергетической сфере. Для их достижения главным является внедрение изменений во всех этапах получения и снабжения энергией: от поиска ископаемого топлива до оптимизации её потребления. Практика показывает, что только начиная экологический путь развития общество может быть уверено в энергетической обеспеченности нашего будущего. Если проблемы с изменением климата и загрязнением окружающей среды так и не будут решены, то под угрозу ставится непрерывность и надёжность энергоснабжения, чем нельзя пренебрегать, так как от этого зависит и экономика государств [1].

Целью устойчивого развития является обеспечение всеобщего доступа к надёжным и недорогим источникам энергии, необходимым для обеспечения условий полноценной жизни, безопасности, и охраны здоровья, учитывающим неизбежные ограничения в глобальном масштабе, вызванные изменением климата. Более того, достижение остальных целей устойчивого развития в большой степени зависит именно от доступности энергии для каждого жителя нашей планеты. Надёжное энергообеспечение решает ряд таких задач, которые представлены на рисунке 1.

Рассмотрим ряд оптимальных решений для достижения целей устойчивого развития:

Во-первых, оптимизация энергосистемы. Всегда был и остаётся актуальным вопрос повышения энергоэффективности, который способствует развитию энергетики. На данном этапе изобретено множество способов, оптимизирующих использование ископаемого

топлива и возобновляемых источников, а также произведенной электроэнергии. Но этим мер всё ещё не предоставляют нам возможности снижения выбросов парниковых газов до минимума.



Рис. 1 – Главные задачи надёжного энергоснабжения

Этот вопрос в большей степени может решить только использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и оптимизация графиков нагрузки. Для этого потребуются консолидация технологий и объединения усилий многочисленных операторов рынка с перспективой создания новыми бизнес-моделями. Таким образом, помимо введения инноваций в каждом компоненте оборудования по всей цепочке преобразования энергии, цифровизация в дальнейшем будет иметь ключевое значение для поддержания стабильной работы и обеспечения устойчивого развития энергетической системы и ее отдельных частей. Достичь экологически устойчивой энергетики реально, но для этого нужно преобразовать глобальную энергосистему, то есть развить соответствующую технологическую базу.

Во-вторых, преобразование энергетического ландшафта. Из-за роста потребности в электроэнергии появляется много новых способов её производства, увеличивается количество станций, установок, средств

получения энергии, её распределения, хранения и потребления, что, в свою очередь, значительно усложняет энергетический ландшафт. Одним из примеров является вспомогательный источник мощности в лице ВИЭ, которые дополняют мощности крупных электростанций, а это требует внедрения интеллектуальных сетей, чтобы эффективно управлять колебаниями выработки электроэнергии.

В-третьих, использование передовых технологий. Предлагается широкий спектр продуктов, технологий и решений – от самых современных компрессоров, турбин и генераторов до виртуальных электростанций, интеллектуальных систем управления сетями и инновационных решений для хранения энергии. По средствам внедрения таких технологий идёт непрерывное развитие системы энергоснабжения, появляются «умные» установки в производстве, совершенствуются средства энергоснабжения. Теперь для каждого объекта может быть разработано индивидуальное решение, учитывая его специфику. Более того, все инновации направлены на уменьшение вредного воздействия на экологию и обеспечение бесперебойного энергоснабжения даже в условиях дефицита ресурсов [2].

Прогнозируется бурное развитие технологий аккумулирования энергии, особенно литий-ионных аккумуляторов. Еще один тренд – масштабный переход к светодиодному освещению [3].

Более того, преобразования должны исходить не только со стороны энергогенерирующих объектов, но и от конечного пользователя. Самым наглядным примером является сфера транспорта. Внедрение электротранспорта позволило бы решить массу экологических проблем, главной из которых является увеличение выбросов выхлопных газов. Исследования показали, что в 2019 году продажи электромобилей выросли на 68% и сейчас прослеживается дальнейшая тенденция роста, что может быть свидетельством того, что за такими машинами стоит будущее. Изменения происходят как в городском, так и промышленном транспорте. Автомобильная логистика выходит на новый уровень: в эксплуатацию начинают запускать электрогрузовики, строятся электрифицированные дороги, разрабатываются новые карты дорог и планы грузоперевозок.

Отдельное внимание стоит уделить возобновляемым источникам энергии – они являются обязательным условием достижения седьмой цели устойчивого развития ООН. Однако, как бы стремительно ни развивалось

это направление, текущий общемировой объем производства электроэнергии по средствам ВИЭ недостаточен для достижения почти нулевого выброса CO_2 к 2050 году, так как уже к 2035 году спрос на электроэнергию, особенно в развивающихся странах, будет продолжать расти и увеличится на 30%. Для достижения целей устойчивого развития генерацию энергии от солнечных и ветряных станций следует увеличить примерно в 3-5 раз, только в этом случае можно рассчитывать на весомые изменения в экологии. Однако для этого нужна политическая воля и согласованные действия различных государств, одним из примеров являются государственные и корпоративные вложения в НИОКР.

Так как достижение нулевого уровня выбросов CO_2 в ближайшем будущем только по средствам ВИЭ не является возможным, следует рассмотреть ещё один источник экологической энергии – атомная энергия. В симбиозе с ВИЭ данный путь развития открывает множество возможностей для достижения целей устойчивого развития. Среди перспективных вариантов атомных установок он выдвигает на первый план ториевые реакторы низкого давления на расплавах солей. Согласно проекту, такие установки могут располагаться на судах и транспортироваться в регионы, нуждающиеся в электроэнергии. Таким образом, они могут стать доступными энергоисточниками, особенно для развивающихся стран, не имеющих средств для строительства собственных ядерных установок. В результате это повысит качество жизни их граждан и поднимет производство.

Однако есть ряд преград, решение которых необходимо обеспечить. Главная из них – разные уровни и стадии развития государств, с точки зрения имеющихся у них энергетических мощностей, технологических решений и инфраструктурной доступности. Большую роль в разрыве между государствами могут сыграть региональные объединения, которые обеспечат обмен идеями и выработают общий план действий [4].

Итак, подводя итоги, можно сделать вывод, что с увеличением численности населения потребности в экологически чистой энергии будут только расти, и если способы производства, передачи и распределения энергии оставить без изменения, то это повлечет за собой негативное воздействие на окружающую среду. Проводя анализ достижения целей устойчивого развития в энергетике было выявлено, что необходима оптимизация энергосистемы, преобразование энергетического ландшафта,

использование передовых технологий, цифровизация, увеличение доли ВИЭ, в частности ветровых и солнечных станций, интеграция ВИЭ и атомной энергии, совершенствование технологической и нормативно-правовой базы государств, а также их взаимодействие друг с другом.

Список использованных источников:

1. Энергия и устойчивое развитие. – Электронные данные. – https://www.iaea.org/sites/default/files/41104080206_ru.pdf – (дата обращения 30.04.2021).
2. Устойчивое развитие энергетики. – Электронные данные. – <https://new.siemens.com/ru/ru/kompaniya/klyuchevye-temy/ustojchivoe-razvitie-energetiki.html> – (дата обращения 30.04.2021).
3. ТАСС Наука [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – <https://nauka.tass.ru/nauka/6869460> – (дата обращения 30.04.2021).
4. Атомная энергия [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – <https://www.atomic-energy.ru/news/2019/04/18/94140> – (дата обращения 30.04.2021).

© Е.К. Башаркевич, 2021

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РОССИИ И МИРЕ

студент гр. 513 Савенко Александр Вячеславович,

Науч. руководитель: ст. преподаватель Зятиков Илья Дмитриевич

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализированы динамика роста электромобилей в России и мире. Разобраны основные преимущества автомобилей с электроприводом, приведен график изменения продаж за последние годы. Также подробно описаны основные причины малого спроса электромобилей в России. Определены основные необходимые меры для обеспечения развития электромобилей в России.

Ключевые слова. Электромобиль, развитие электромобилей, электропривод, электротранспорт.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLES IN RUSSIA AND THE WORLD

Savenko Aleksander Vyacheslavovich

Abstract. The article analyzes the dynamics of the growth of electric vehicles in Russia and the world. The main advantages of electric cars are analyzed, a graph of changes in sales for recent years is shown. The main reasons for the low demand for electric vehicles in Russia are also described in detail. The main necessary measures have been identified to ensure the development of electric vehicles in Russia.

Keywords. Electric vehicle, electric vehicle development, electric drive, electric transport.

Автомобильная промышленность стала одной из важнейших мировых отраслей не только в экономическом плане, но и с точки зрения исследований и разработок. Все чаще в транспортные средства внедряется больше технологических элементов, направленных на повышение

безопасности, как пассажиров, так и пешеходов. Все это привело к увеличению автомобилей на дорогах и вследствие этого загрязненности воздуха в городской среде. Кроме того, согласно отчету Европейского Союза за 2019 г., транспортный сектор отвечает за 28% загрязнений углекислым газом. Поэтому власти большинства развитых стран начали активно поощрять использование электромобилей, чтобы сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. В частности, они помогают за счет налоговых льгот, выделенной парковки, бесплатного проезда по автомагистралям и другим специальными мерам, направленным на развитие электротранспорта. За счет этой поддержки в большинстве стран наблюдается стремительный рост количества электромобилей на дорогах.

Поданным журнала EV-volumes мировыми лидерами по продажам электромобилей в 2020 году стали пять стран: Китай (1,3 млн), Германия (0,4 млн), США (0,3) млн), Франция и Великобритания (по 0,2 млн) [1]. К сожалению России в этом списке нет, но по темпам роста наша страна обгоняет многие Европейские государства. Так, в течении 2020 года было зарегистрировано на 95% больше электромобилей, чем за аналогичный период 2019.г. и общее количество составило более 9 тыс. единиц [2].

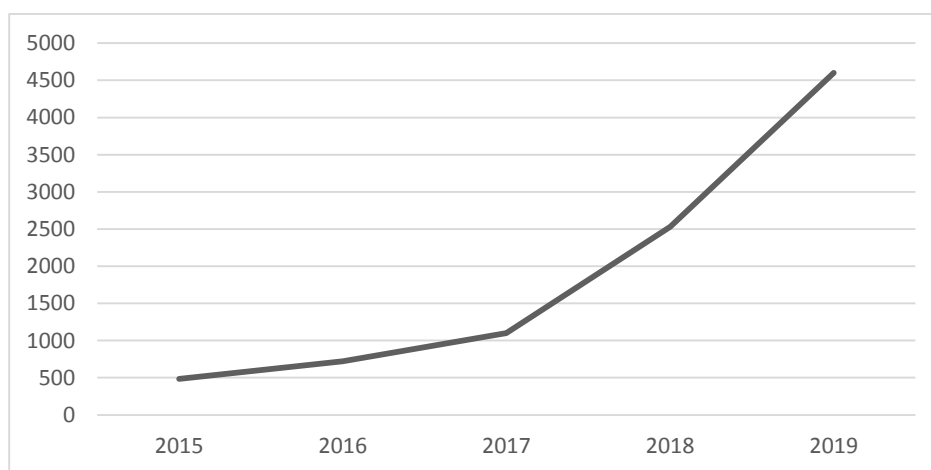


Рис.1 - Динамика продаж электромобилей в России

Но несмотря на бурный рост, есть ряд причин, которые существенно ограничивают повсеместное развитие электромобилей в России. К ним относится недостаточность зарядочных станций. В Европе, например, целевым значением является 10 электромобилей на одну зарядную станцию. Парк электромобилей в России составляет около 9 тыс. единиц, так что требуемое количество зарядочных станций в общественном

доступе — 1200 штук. Сейчас, по различным оценкам, их около 300-400, то есть в 3-4 раза меньше потребности [3]. Так же стоит отметить, что распределение зарядочных станций в основном сконцентрировано в европейской части России, что серьезно усложняет путешествие на электротранспорте на дальние расстояния. К тому же сильно ограничивает повсеместный переход на электротранспорт небольшой запас хода литий-ионных аккумуляторов примерно в 300-350км, а при температуре -20 С, что для широт России не редкость, он падает до 200 км [4]. Но несмотря на определенные трудности, переход с двигателя внутреннего сгорания на электропривод имеет ряд преимуществ таких как:

1) Экологичность: автомобили этого типа не выделяют загрязняющих веществ в выхлопные трубы, CO_2 , ни азот диоксид (NO_2). Кроме того, производственные процессы более экологичны к окружающей среде, чем при производстве транспорта с двигателем внутреннего сгорания.

2) Простота конструкции: количество элементов двигателя электромобиля меньше, что приводит к более дешевому обслуживанию. Двигатели проще и компактнее, они не нуждаются в охлаждающем контуре, а также не требуют включения механизма переключения передач, сцепления или элементов, снижающих шум двигателя.

3) Надежность: меньшее количество деталей сокращает число поломок в автомобилях этого типа. Кроме того, электромобили не страдают от естественного износа, вызванного сгоранием углеводородного топлива в двигателе, уменьшается вибрация и коррозия внутренних элементов двигателя.

4) Расходы: стоимость обслуживания транспортного средства и стоимость необходимой электроэнергии намного ниже по сравнению с затратами на техническое обслуживание и топливо традиционных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Стоимость расходов на один километр пути в электромобилях значительно ниже, чем в традиционных автомобилях (рис.2).

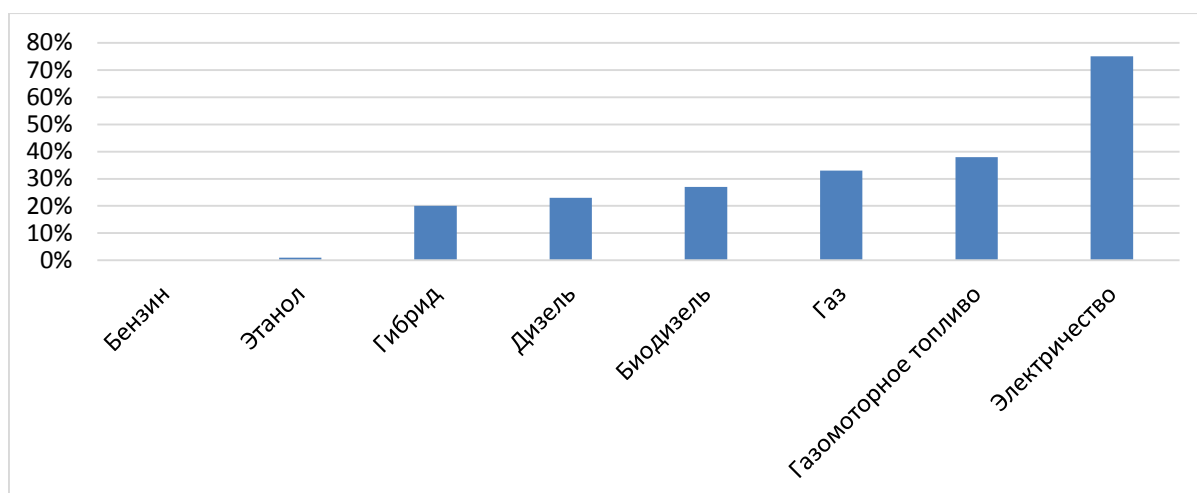


Рис.2 - Сравнение экономии затрат на километр пути

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что переход от транспортных средств, работающих на углеводороде, к электромобилям стремительно развивается, но окончательные сроки перехода еще неопределенны. Поэтому политика стран должна поощрять это развитие, предоставляя как потребительские стимулы для покупки электромобилей, таки устанавливая правила, требующие от автопроизводителей осуществлять переход на электропривод. Современные исследования в области разработки аккумуляторных батарей нового типа помогут увеличить запас хода и сделают электромобили более привлекательными для потребителя. Но несмотря на то, что сроки улучшения батарей не могут быть предсказаны, то продолжающаяся государственная поддержка, и начинающие автопроизводители, такие как Tesla, могут гарантировать, что модернизация будет продолжаться.

Список использованных источников:

1. EV-volumes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.ev-volumes.com/>
2. Libertymarketing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://express.liberty7.ru/blog/electric-cars-rossia-mir>
3. Нефть капитал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://oilcapital.ru/news/markets/24-02-2021/set-zaryadnyh-stantsiy-dlya-elektromobiley-v-rossii-nado-uvelichit-v-4-raza>
4. Tesla-cars [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://tesla-cars.by/technology/vse-o-zaryadke-tesla-model-s.html>

© А.В. Савенко, 2021

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

студентка гр.10607118 **Царик Ольга Геннадьевна**,
Науч. руководитель: к.э.н., доцент **Самосюк Наталья Александровна**
Белорусский национальных технических университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности проведения энергетического менеджмента в тепловых сетях, его этапы и возможные мероприятия по повышению энергетической эффективности.

Ключевые слова. Энергетическая эффективность, энергетический менеджмент, энергосбережение, тепловые сети.

INTRODUCTION OF ENERGY CONSUMPTION MANAGEMENT IN HEAT NETWORKS

Tsarik Olga Gennadievna

Abstract. This article discusses the features of energy management in heating networks, stages and possible measures to improve energy efficiency.

Keywords. Energy efficiency, energy management, energy saving, heating networks.

В настоящее время внедрение энергетического менеджмента на предприятиях является важным мероприятием по повышению энергетической эффективности и экологической безопасности. Его проведение позволяет принимать более оперативные управленческие решения, направленные на уменьшение потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

Энергетический менеджмент – комплекс мероприятий для обеспечения на предприятии рационального использования ТЭР путем формирования энергетической политики и разработки мер по повышению энергетической эффективности.

Внедрение энергоменеджмента состоит из нескольких этапов (рисунок), которые представлены на рисунке 1. Для того, чтобы энергетический менеджмент был эффективным нельзя проводить его лишь один раз. Это мероприятие требует постоянного повторения [2].

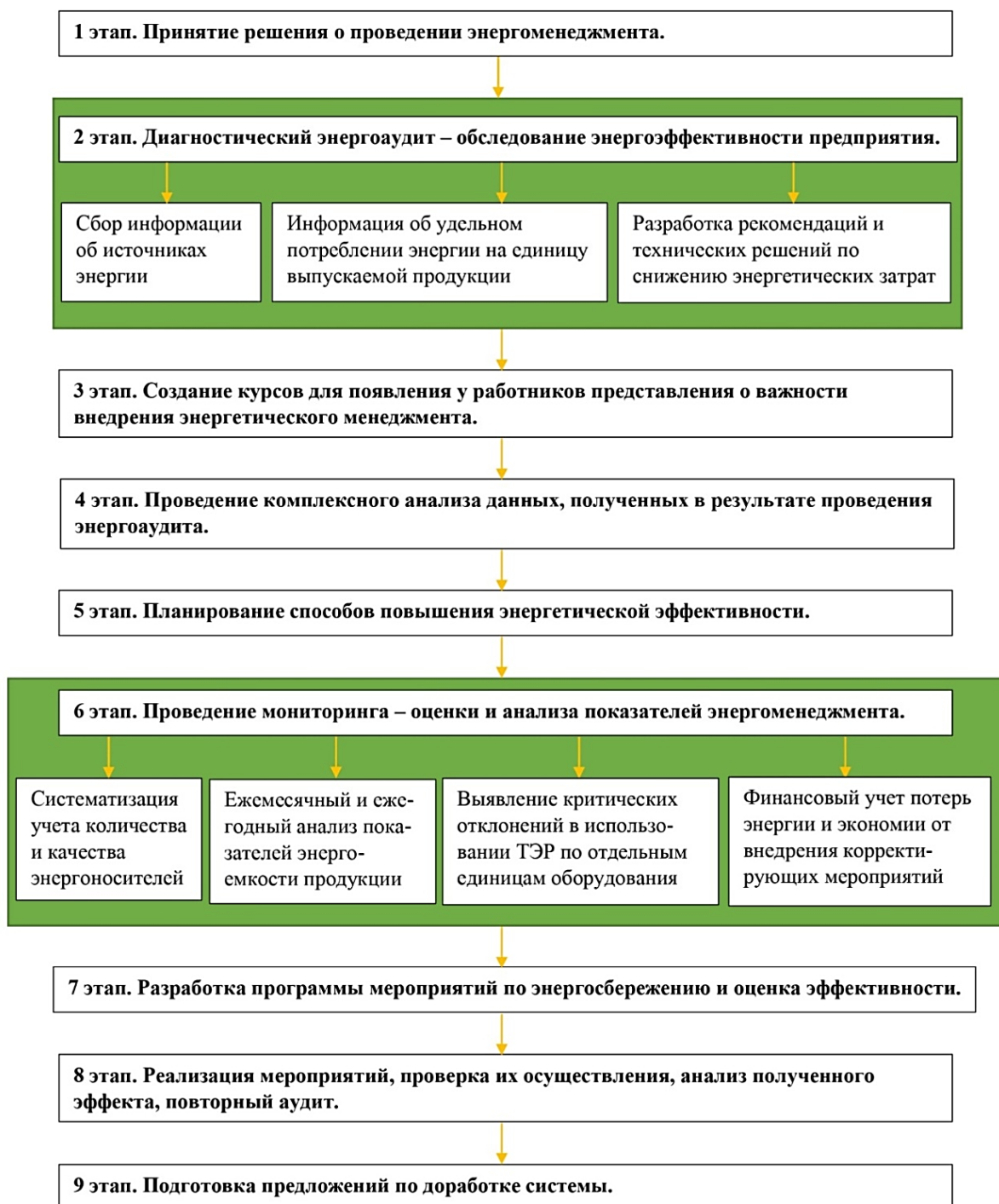


Рис. 1 – Этапы проведения энергетического менеджмента

Рассмотрим приведенные выше этапы с учетом особенностей тепловых сетей. На этапе принятия решения следует понимать, что в снижении потребления ТЭР и повышении энергоэффективности должно быть заинтересовано не только руководство тепловых сетей, но и все работники. Поэтому важно проведение информационных бесед с сотрудниками, а также их обучение.

При диагностическом аудите производится сбор информации и анализ данных в тепловых сетях (рисунок 2). По результатам обследования составляется технический отчет с выводами и мероприятиями по повышению энергоэффективности системы энергоснабжения [3].

ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ	КОТЛОАГРЕГАТЫ
Температура теплоносителя; удельный среднечасовой расход теплоносителя; разность значений температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах; протяженность тепловых сетей; количество сетей, которые подлежат замене; величина потерь; наличие средств учета отпуска тепловой энергии.	Проверка наличия режимных карт; оценка работоспособности систем авторегулирования в пусковых режимах котлов; проверка состояния средств измерений и их соответствие требованиям; оценка тепловых потерь, температуры уходящих газов, коэффициента избытка воздуха; оценка технического состояния ЦЗЛОВ и элементов каждого котла.

Рис. 2 – Показатели для оценки эффективности функционирования тепловых сетей

Следующим этапом энергетического менеджмента является планирование мероприятий и оценка их технико-экономических показателей [1]:

- реконструкция тепловых сетей ПИ-трубами;
- реконструкция программно-технического комплекса, внедрение автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ);
- замена тепловой изоляции теплотехнического оборудования;
- замена ламп на энергосберегающие;
- оптимизация режима работы установок
- замена обмуровки и обшивки топки котла;
- перераспределение тепловых нагрузок.

Затем проводят оценку экономической эффективности инвестиций в предложенные мероприятия. Мероприятия можно считать экономически выгодными, если срок окупаемости меньше срока полезного

использования, чистый дисконтированный доход имеет положительное значение, внутренняя норма доходности выше ставки дисконтирования и индекс доходности больше 1.

Затем следует этап их внедрения и анализа достигнутого эффекта, устранение каких-либо недочетов, доработка и повторное внедрение.

Таким образом, проведение энергоменеджмента является действенным инструментом для повышения энергоэффективности предприятий, оптимизации потребления ТЭР и позволит значительно модернизировать производство.

Список использованных источников:

1. Сергеев Н.Н. Методологические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий: монография. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. – 116 с.
2. Царик О. Г., Круподёрова Е. Д. Система энергетического менеджмента как инструмент повышения энергетической эффективности предприятия / О. Г. Царик, Е. Д. Круподёрова, науч. руководитель Н. А. Самосюк // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: технологии, инновации, достижения / Сборник научных статей по материалам III Международной научно-практической конференции (28 июля 2020 г., г. Уфа) – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2020. – С. 51-54.
3. Методические рекомендации и типовые программы энергетических обследований систем коммунального энергоснабжения.

© О.Г. Царик, 2021

НИЗКООМНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Сербуленко Василий Николаевич,

Науч. руководитель: преподаватель **Маевский Дмитрий Андреевич**

Одесский политехнический университет,

г. Полодьск, Украина

Аннотация. Предлагаю использовать в нагревательных элементах низкоомные элементы для преобразования электрической энергии в тепловую, а именно процесс взаимодействия фазы с нулем, т.е. электрический потенциал – тепло, при этом уходя по максимуму от процесса преобразования электрического тока в проводнике с высоким удельным сопротивлением, при этом уменьшая потери на получение тепловой энергии (точка режима короткого замыкания, в которой происходит преобразование электрической энергии в тепловую). Это, конечно, немного проблематично, так как проводник с малым удельным сопротивлением, при прямом включении в сеть, создаст в ней режим неуправляемого короткого замыкания. А вот чтоб этого не случилось необходимо применить источник питания для низкоомного термического оборудования.

Ключевые слова. Низкоомное термическое оборудование, электрический потенциал-тепло, источник питания для низкоомного термического оборудования, принцип передачи электрического потенциала по проводнику, принцип распространения электрического тока по проводнику, взаимодействие фазы с нулем- участок электрической цепи где происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии (тепловую, механическую, химическую).

LOW RESISTANCE THERMAL EQUIPMENT

Serbulenko Vasily Nikolaevich

Abstract. I propose to use low-resistance elements in heating elements for converting electrical energy into thermal energy, namely, the process of phase interaction with zero, i.e. electric potential - heat, while leaving to the maximum

from the process of converting electric current in a conductor with high resistivity, while reducing losses for obtaining thermal energy (the point of the short circuit mode in which the conversion of electrical energy into thermal energy occurs). This is of course a little problematic, since a conductor with low resistivity, which, when directly connected to the network, will create an uncontrolled short circuit mode in it. But to prevent this from happening, it is necessary to use a power source for low-resistance thermal equipment.

Keywords. Low-resistance thermal equipment, electric potential-heat, power source for low-resistance thermal equipment, the principle of transfer of electrical potential along a conductor, the principle of propagation of electric current along a conductor, the interaction of a phase with zero - a section of an electrical circuit where electrical energy is converted into another type of energy (thermal, mechanical, chemical).

В настоящее время в термическом оборудовании применяются нагревательные элементы с высоким удельным сопротивлением. В процессе преобразования электрической энергии в тепловую участвуют два вида преобразования:

Первый вид: Электрический потенциал – электрический ток – тепло. Электрический ток, протекая по нагревательному элементу с высоким удельным сопротивлением превращается в тепло, нагревая в основном данный элемент, но при этом меняет параметры сети и тепловые параметры проводников вплоть до источника питания в связи с увеличившейся нагрузкой. Высокое сопротивление элемента можно рассматривать как катализатор - участвует в процессе, но не расходуется, ограничивает рост тока и возникновения в сети режима короткого замыкания, что удобно в применении, но не рационально. Мало того, та величина напряжения, которую мы вводим в формулу определения мощности, действует только на зажимах нагревательного элемента. Она то и определяет каким быть току в нагревательном элементе. Остальной потенциал, который распределяется по нагревательному элементу практически не работает, не участвует в преобразовании электрической энергии в тепловую, а если и участвует, то с малой эффективностью, т.е. это потери;

Второй вид: Электрический потенциал – тепло. Взаимодействие фазы с нулем (точка короткого замыкания в которой начинается процесс преобразования электрической энергии в тепловую и распространяется до

источника питания – генератора, трансформатора, блока питания) также приводит к преобразованию электрической энергии в тепловую. Но в этом случае процесс преобразования начинается в начальной точке взаимодействия фазы с нулем (режим короткого замыкания) и распространяется по всей нашей сети, вплоть до источника питания. И потому этот процесс преобразования мы в основном видим в изменяющихся тепловых параметрах проводников и параметров сети вплоть до источника питания. Соотношение в преобразовании электрической энергии в тепловую первого и второго видов зависит от величины сопротивления нагревательного элемента. Чем больше сопротивление нагревательного элемента, тем больше падение напряжения в точке взаимодействия фазы с нулем, тем меньше токовая составляющая данного вида преобразования энергии электрической в тепловую и минимальное влияние на электрическую сеть, и наоборот, чем меньше сопротивление нагревательного элемента, тем меньше падение напряжение в точке взаимодействия фазы с нулем, тем больше токовая составляющая от взаимодействия фазы с нулем вплоть до срабатывания защиты от токов короткого замыкания.

Исходя из вышеизложенного предлагаю использовать в нагревательных элементах второй вид преобразования электрической энергии в тепловую, а именно процесс взаимодействия фазы с нулем, т.е. электрический потенциал – тепло, при этом уходя по максимуму от процесса преобразования электрического тока в проводнике с высоким удельным сопротивлением, при этом уменьшая потери на получение тепловой энергии (точка режима короткого замыкания в которой происходит преобразование электрической энергии в тепловую). Это конечно немного проблематично, так как проводник с малым удельным сопротивлением, который при прямом включении в сеть создаст в ней режим неуправляемого короткого замыкания. А вот чтоб этого не случилось;

Вариант 1: первое – подаем напряжение на наш нагревательный элемент, при этом воздействие на параметры сети и температурный режим проводников должен быть минимальным, а весь потенциал, независимо от места нахождения на нагревательном элементе с малым сопротивлением, будет участвовать в процессе преобразования электрической энергии в тепловую. Да, сопротивление нагревателя малое, но увеличивается ток, а в формуле он в квадрате. К тому же в формулу вводится длина, объем или

площадь поверхности применяемого нагревателя. А потому целесообразно применить нагревательный элемент с большой площадью поверхности в виде тонкой ленты;

Второе – временной интервал, через который возможно подавать напряжение на нагревательный элемент, давая время предыдущей подаче преобразоваться в тепло, но при этом процесс не должен прерываться, а потому последующая подача в цепь должна происходить тогда, когда будет пройдена максимальная точка преобразования предыдущей, т.е. когда электрический ток начнет уменьшаться. А чтоб не разорвать токовую цепь и не прервать процесс преобразования электрической энергии в тепловую временной интервал между нашими основными синусоидами необходимо заполнить синусоидами меньшего напряжения (рис. 1), которые будут подталкивать наши основные синусоиды к точке взаимодействия фазы с нулем, при этом их влияние на показатели сети будут минимальны – получаем управляемый режим короткого замыкания. А потому необходимо будет рассчитать скорость преобразования электрической энергии в тепловую в зависимости от величины потенциала синусоиды;

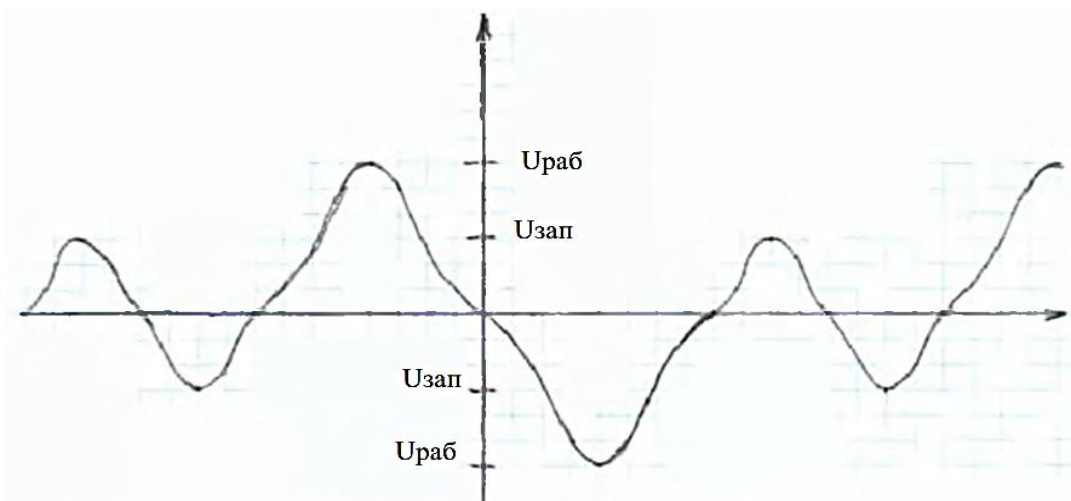


Рис. 1- Основная и подталкивающая синусоиды

третье – самое главное. Нам необходимо выделить наш нагревательный элемент, т.к. он имеет такое же сопротивление, как и наша сеть для того, чтоб процесс превращения электрической энергии в тепловую протекал непосредственно в нашем нагревательном элементе. Блок питания нагревателя ограничит влияние на сеть; в точке присоединения нагревательного элемента к питающему проводу в схему

включаем диод, который будет пропускать половину синусоиды к нагревательному элементу, в другой точке включаем тринистр или симистр, которые при определенном увеличении тока в цепи будут ее запирают, тем самым не давая процессу распространяться на сеть блока питания. Насколько это нам удастся, настолько будет возможным применение проводников с малым удельным сопротивлением в термическом оборудовании. Температура батарей отопления в жилых домах составляет 40-70 градусов. В утюгах, водонагревателях, плитах и т.д. намного больше. А потому ученым-химикам необходимо будет создать новый материал для низкоомных термических элементов, который при нагреве не будет окисляться. При увеличении частоты уменьшается площадь нашей синусоиды. А, следовательно, и уменьшается величина потенциальной энергии. Использовать синусоиду необходимо в целом виде, разрывая ее в нулевой точке. Этим самым мы избежим по максимуму остаточных явлений в сети и более точно сможем дозировать нагрузку нагревателя. А может быть добьемся того, что не выделяя наш нагревательный элемент полупроводниками, процесс преобразования электрической энергии в тепловую в следствии взаимодействия фазы с нулем не будет влиять на нашу цепь, что упростит конструкцию нагревателя и снизит его себестоимость.

Для этого необходимо, чтоб отдельный сегмент синусоиды «помещался» на нашем нагревателе. Мы знаем примерную скорость распространения электрического потенциала равную примерно 300 тыс/км/с. Промышленная частота равна 50 Гц/с, следовательно, один сегмент нашей синусоиды покрывает расстояние в шесть тыс.км. Такие параметры для нашего нагревателя не подходят. Необходимо увеличить частоту для уменьшения покрываемого расстояния синусоидой проводника с учетом коэффициента равномерного растекания синусоиды по поверхности нагревательного элемента, площадь которого будет намного больше, чем площадь проводника. Тем самым уменьшаем заряд энергии синусоиды на единицу площади нагревательного элемента и процесс преобразования электроэнергии в тепловую энергию происходит на всей площади нагревательного элемента, что сглаживает переходный процесс и не переходит в режим короткого замыкания. Это и есть управляемый режим короткого замыкания. Что касается нагревательного элемента, химикам будет над чем поработать.

В индивидуальном блоке питания по каждому из двух проводников, подключенных к термическому элементу должны подаваться одновременно электрические заряды. Два электрических заряда должны быть разными по объему, структуре, величине, чтоб не отталкивались в момент соприкосновения и для сглаживания переходного процесса, т.е. короткого замыкания. Сигнал с большим потенциалом должен поглощать сигнал с меньшим потенциалом, превращаясь из электроэнергии в тепловую энергию. Или наоборот. Чтоб сигнал с меньшим потенциалом прошивал сигнал с большим потенциалом. Проще говоря, чтоб срабатывал эффект зацепа. Для обеспечения преобразования из электроэнергии в тепловую непосредственно в термическом элементе необходимо будет чередовать местами по величине электрические заряды (рис. 2).

Сталкиваясь друг с другом в термическом элементе и создавая режим короткого замыкания, электрические заряды будут превращаться в тепло, что будет являться основным видом преобразования электрической энергии в тепловую в отличие от побочного эффекта выделения тепла в высокоомном термическом элементе. Чем меньший отрезок электрических зарядов во времени, подаваемых на нагревательный элемент, чем меньше электрическая связь с сетью, тем меньше влияние переходного процесса преобразования электрической энергии в тепловую на нашу сеть.

Скорость электрического тока примерно равна 300 тыс.км/с. Частота в сети 50 Гц/с Полная фаза синусоиды занимает 6 тыс.км. Это очень много. При таких параметрах получить управляемый режим короткого замыкания на ограниченном отрезке нашего термического элемента невозможно. Уж слишком огромное влияние на сеть через синусоиду. Уменьшить это расстояние можно увеличивая частоту и деля синусоиду на сегменты или генерировать электрический заряд, сопоставимый с длиной нагревательного элемента насколько возможно это выполнить технически. Да и сам нагревательный элемент можно выполнить в виде тонкого листа железа с большой площадью нагрева, сопоставимой с площадью поверхности батарей отопления. Ну а нагреть достаточно для начала до 60-80 градусов. Первый шаг в отходе от централизованного теплоснабжения.

При применении переменного напряжения в случае, если синусоида передается по проводнику волнообразно, два сегмента электрических зарядов, подаваемых навстречу друг другу в термический элемент должны находиться в разных плоскостях координат для предотвращения отталкивания при столкновении и для создания эффекта зацепа,

обеспечивающего преобразования электрической энергии в тепловую, а также в двигательную и световую энергию при разрыве или минимальной электрической связи с сетью.

Если же синусоида распространяется по проводнику по спирали, то два заряда, подающиеся в термический элемент должны иметь противоположное направление вращения, что также обеспечит эффект зацепа для преобразования электрической энергии в тепловую. Определить, каким образом передается синусоида по проводнику можно по пройденному расстоянию синусоиды. При волнообразной передаче синусоида проходит расстояние за единицу времени равное скорости света, т.е. 300000 км/с. Если же по спирали вокруг проводника, диаметр которого равен 10 мм, то путь, пройденный синусоидой линейно, уменьшится на следующую величину:

Согласно правилу – квадрат гипотенузы равен сумме квадратов ее катетов:

Первый катет - 6000 км – расстояние, пройденное синусоидой при волнообразной передаче одной частотой.

Второй катет – 0,0000314 км – длина дуги окружности проводника.

Длина гипотенузы для одной синусоидальной частоты -

$$6000^2 + 0,0000314^2 =$$

$$\sqrt{36000000 + 0,00098596} = \sqrt{36000000,00098596} = 6000,000000082163 \text{ км}$$

Общая длина, покрываемая синусоидой за единицу времени:

$$6000,000000082163 * 50 = 300000,0000041082 \text{ км/с}$$

Расчет линейного расстояния, покрываемого синусоидой при движении по спирали вокруг проводника будет равен:

$$300000 - 0,0000041082 = 299999,9999958918 \text{ км/с.}$$

Синусоиду можно представить как пружину в виде спирали. Чем больше растягиваем пружину, тем большее расстояние между ее витками и тем меньше диаметр витков. Чем больше начальный диаметр витков, тем на большее расстояние можно растянуть нашу пружину. То же самое происходит и с синусоидой. Чем большее расстояние, на которое мы передаем электрическую энергию, тем большее необходимо напряжение.

В связи с тем, что при передачи электрической энергии на синусоиду оказывает влияние сопротивление проводника и величина по мощности подключаемых электроприемников, то величина потенциала синусоиды будет уменьшаться от источника в сторону электроприемников в связи с потерей и падением напряжения. Считаю, что данная модель

представления синусоиды в виде пружины поможет понять, каким образом электрический потенциал передается по проводнику.

Данные расчеты помогут понять природу электроэнергии (потенциала), который можно рассматривать, как запас кинетической энергии. Превращение потенциала в электрический ток – как процесс перехода кинетической энергии в динамическую для преобразования в другой вид энергии в частности в энергию тепла, света, движения. Хотя что такое электрический ток, как и в каком направлении он протекает по проводнику или в проводнике остается открытым [1].

Хотя можно предположить, что электрический ток – это измененный вид энергии, который движется внутри проводника в отличие от потенциала. А направление движения можно определить по интенсивности нагрева проводников особенно в первоначальный период подачи электроэнергии в цепь. Направление движения электрического тока в замкнутой электрической цепи можно определить по возрастанию температуры проводников в ту или иную сторону. Устанавливаем датчики температуры на каждом проводнике электрической цепи. Направление движения электрического тока в проводниках будет определяться по показаниям датчиков тепла, а именно от участков с большей температурой нагрева в сторону меньших.

Проходя по проводнику, синусоида погружается в тело проводника на величину, обратно пропорциональную величине сопротивления проводника. Смею припустить, что синусоиде присуща такая величина, как вес. При этом на эту величину идет процесс преобразования синусоиды в другой вид энергии, а именно в тепло, т.е. то, что мы называем потерями при передаче электроэнергии по проводнику.

Это объясняет, почему при понижении температуры проводника уменьшается его сопротивление, т.е. благодаря тому, что увеличивается плотность проводника, и наоборот, при увеличении температуры увеличивается сопротивление проводника, т.е. уменьшается его плотность. Может потому у меди меньшее сопротивление, т.к. большая плотность, чем у алюминия при одинаковых температурах. А сверхпроводимость возможна только при сверх низких температур.

Считаю, что необходимо попробовать создать проводник с плотностью, достаточной для обеспечения сверх проводимости при средних земных температурах. Возможно ли это - вопрос к химикам.

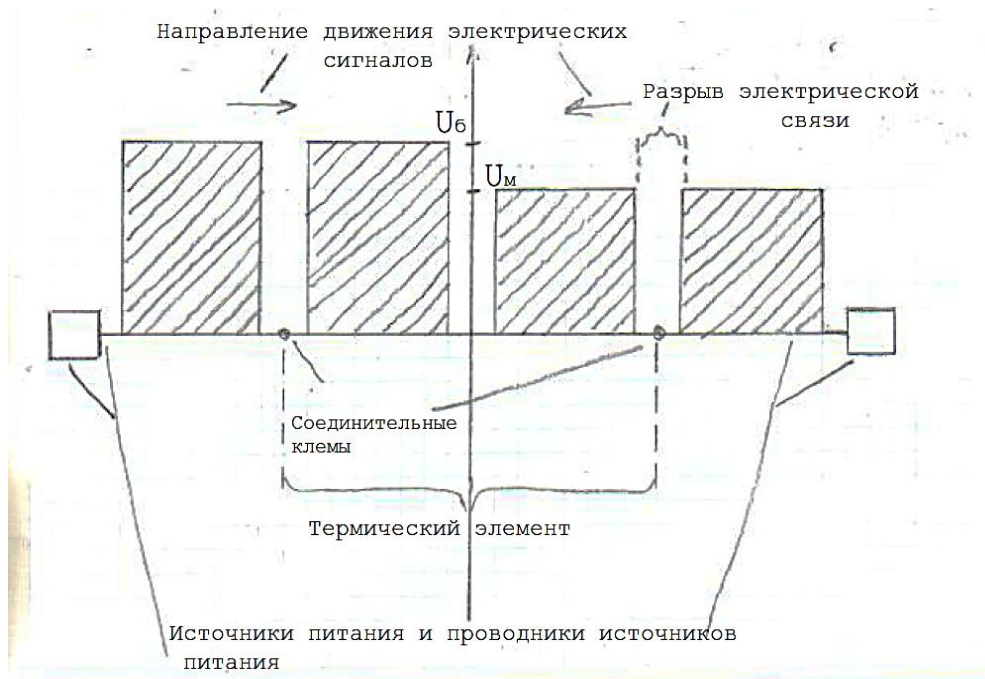


Рис. 2- Источник питания с двухсторонним электрическим сигналами

Величина напряжения, постоянное или переменное напряжение, конфигурация электрического заряда, размер, конфигурация, толщина и материал термического элемента – на все эти вопросы дадут ответ технико-экономический расчет и практика. Ну и нельзя недооценивать тот факт, что существенно уменьшится сопротивление сети 0,4 кВ при отказе от высокоомных термических элементов.

Данный принцип электропитания можно применять к двигательным и осветительным нагрузкам, уменьшив разрыв электрической связи с сетью. А мощность регулировать с помощью увеличения или уменьшения напряжения.

Список использованных источников:

1. Васильев А.А Электрическая часть станций и подстанций / М.: Энергоатомиздат 1990. - 575 с.

© В.Н. Сербуленко, 2021

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ДИЗАЙНЕ И АРХИТЕКТУРЕ

студент гр. 544 **Мурашкина Дарья Дмитриевна**,
Науч. руководитель: ст. препод. **Литвинова Александра Владимировна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье приведены и исследованы примеры применения альтернативных источников энергии в современной архитектуре и промышленном дизайне. Выявлена и обоснована необходимость дальнейшего развития связи архитектуры и современных энергетических технологий, предложены концепции применения солнечной энергии в городской среде.

Ключевые слова. Энергетика, дизайн, архитектура, источники энергии, солнечные батареи.

ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY IN DESIGN AND ARCHITECTURE

Murashkina Daria Dmitrievna

Abstract. This article provides examples and studies of the use of alternative energy sources in modern architecture and industrial design, as well as the shaping of energy supply elements. The need for further development of the connection between architecture and modern energy technologies has been identified and justified; concepts of the use of solar energy in the urban environment have been proposed.

Keywords. Energy, design, architecture, sources of energy, sun batteries.

Исследование альтернативных источников энергии является одной из главных задач, стоящих перед человеком в XXI веке. Актуальность данной задачи обуславливается рядом причин: экологическими, экономическими и общекультурными аспектами. Для реализации этой задачи проводятся многочисленные исследования и их результаты активно используются в сферах архитектуры и промышленного дизайна. В этой статье будут

приведены и рассмотрены несколько примеров использования достижений современной энергетики [1].

Одними из передовых пользователей альтернативной энергии являются страны востока, где проблема экономии ресурсов стоит особенно остро в виду повышенной населённости региона.

Международный аэропорт Чанги в Сингапуре (рис.1) является ярким примером использования воды с целью выработки энергии. В одном из терминалов спроектирован искусственный водопад, вырабатывающий электрическую энергию.



Рис.1 - Терминал №1 аэропорта Чанги, Сингапур

Энергия, вырабатываемая водопадом, тратится на обеспечение терминала освещением, играя роль автономного генератора. Помимо прочего, водопад окружен оранжереей тропических растений, привлекая интерес туристов и повышая имидж города и страны в целом.

Ещё одним распространённым альтернативным источником энергии являются УФ-излучения. За последние 10 лет применение солнечных батарей стало широко распространенным в странах Средиземноморья, где продолжительность светового дня позволяет скопить достаточно энергии. В архитектуре солнечные панели применяются все чаще и чаще, ввиду своей удобной плоской формы, позволяющей создавать интересные композиции по фасаду здания. Здания, использующие солнечные батареи, называются гелиоактивными. В строительстве существует два направления для их применения - использование теплофизических свойств самого

здания для накопления и сохранения тепла (пассивные системы) и создание специальных устройств в здании или его пределах, преобразующих энергию солнца в тепловую или электрическую.

В шведском городе Мальмё, например, мощные солнечные батареи и коллекторы отвечают за обеспечение горожан теплом и электричеством. Развивая экологическую политику, местные архитекторы соорудили целый экологически чистый квартал - Вестра-хамнен (рис.2) (Vastrahamnen - «западная гавань»). Вся электроэнергия в районе производится ветряными мельницами и солнечными установками, а также посредством переработки пищевых отходов на биогазовых станциях, а весь мусор сортируется и отправляется на дальнейшую переработку [2].



Рис. 2 - Район Vastrahamnen в Мальмё, Швеция

Батареи и солнечные коллекторы также применяют для ночного освещения городов (рис.3), работы светофоров и информационных табло на остановках общественного транспорта. На улицах Санкт-Петербурга часто можно встретить «умные» остановки общественного транспорта, а также велостанции с солнечными батареями. Более того, их встраивают в различную технику (например, калькуляторы) в качестве резервного источника питания [3].



Рис.3 - Солнечные батареи для освещения аллеи в Калининграде

Распространение альтернативных источников энергии и внедрение их через архитектурные элементы в повседневную жизнь поможет постепенно улучшить состояние экологии и снизить ущерб, наносимый производством, окружающей среде. Экономия электричества и снижение трат теплоэнергии - обширная задача, о которой нужно говорить и решения которой помогут улучшить условия жизни в мире, в котором мы живём. В дальнейшем предполагается внедрение высоких технологий в промышленность на более обширном уровне, но на данный момент, даже небольшие шаги в экологической повестке дня дают ощутимые результаты.

Список использованных источников:

1. Интернет - ресурс <https://www.c-o-k.ru/articles/ekoenergetika-v-sovremennom-stroitelstve-i-arhitekture> (дата обращения: 20.03.2021).
2. Интернет - ресурс <https://alternativenergy.ru/tehnologii/934-energoeffektivnye-tehnologii-v-arhitekture.html> (дата обращения: 22.03.2021).
3. Интернет - ресурс <https://archi.ru/russia/69178/neboskreb-kak-novyi-alternativnyi-istochnik-energii> (дата обращения: 21.03.2021).

© Д.Д. Мурашкина, 2021

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЖИГАНИЯ
ДУРНОПАХНУЩИХ ГАЗОВ В СОДОРЕГЕНЕРАЦИОННОМ
КОТЛЕ НА АРХАНГЕЛЬСКОМ ЦБК**

студент 2 курса **Богданов Данил Васильевич**,
канд. техн. наук, доцент **Смолина Наталья Владимировна**
Высшая школа энергетики, нефти и газа САФУ,
г. Архангельск, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассмотрена возможность термического обезвреживания серосодержащих неконденсированных дурнопахнущих газов (ДПГ). Они уходят из производственного цикла с газами и конденсатами и загрязняют окружающую среду. Рассмотрены способы сжигания ДПГ и вопросы техники безопасности при сборе, транспортировке и сжигании ДПГ в содорегенерационном котле на АЦБК.

Ключевые слова. Дурнопахнущие газы; содорегенерационный котел; факельная горелка; термическое обезвреживание; наилучшие доступные технологии.

**STUDY OF THE POSSIBILITY OF COMBUSTION
OF FOUL-SMELLING GASES IN A RECOVERY BOILER
AT ARKHANGELSK PPM**

**Bogdanov Danil Vasiljevich,
Smolina Natalia Vladimirovna**

Abstract. The paper considers the possibility of thermal neutralization of sulfur-containing non-condensed foul-smelling gases. They leave the production cycle with gases and condensates and pollute the environment. The methods of burning foul-smelling gases and safety issues during collection, transportation and incineration in the recovery boiler at APPM are considered.

Keywords. Foul-smelling gases; recovery boiler; flare burner; thermal neutralization; the best available technologies.

Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат (АЦБК) начал функционировать в 1940 году в г. Новодвинске. В наши дни это одно из ведущих европейских лесохимических предприятий. На АЦБК

производится целлюлоза, бумага, тарный картон. Продукция реализуется как в России, так и за рубежом [1].

В 2017 году точка А4 «Архангельский ЦБК, Новодвинск» была исключена из Перечня экологических горячих точек в российской части Баренцева региона. По результатам оценки достигнутых снижений выбросов в воздух, сбросов в водоём и количества размещаемых отходов комбинат стал первым целлюлозно-бумажным предприятием, исключённым из списка горячих точек. Разработана программа дальнейшего повышения экологической эффективности. Её цель заключается в достижении уровня воздействия на окружающую среду, соответствующему наилучшим доступным технологиям по всем показателям. Эта программа включает более 20 мероприятий природоохранного назначения, в том числе, и работу по дальнейшему снижению выбросов дурно пахнущих газов.

ДПГ (метилмеркаптан, сероводород, диметилсульфид, метанол, скипидар) образуются при варке целлюлозы и выпарке щелоков. Высококонцентрированные дурнопахнущие вещества (ВК ДПГ) образуются в баках для хранения грязного конденсата в виде неконденсируемых газов, удаляемых из выпарной установки, а также при конденсации паров от варочных котлов. Источником низкоконцентрированных дурнопахнущих газов (НК ДПГ) является оборудование по промывке небеленой целлюлозы, баки со щелочовыми растворами, емкости для хранения черного и белого щелоков. Общее количество ДПГ зависит от особенностей предприятия.

Актуальным является сбор ВК ДПГ и НК ДПГ для сжигания их в содорегенерационном котле (СРК), известерегенерационной печи или специальной печи для неконденсируемых газов, которая оборудована мокрым скруббером с целью удаления оксидов серы.

На АЦБК установлен и работает СРК-770 фирмы «Тампела» (Финляндия). Это двухбарабанный вертикально-водотрубный паровой котёл с естественной циркуляцией, с полностью экранированной топкой. Основное топливо – чёрный щёлок, вспомогательное – мазут.

НК ДПГ могут быть сожжены в составе вторичного или третичного воздуха в содорегенерационном котле [2, с. 240-241]. В настоящее время на комбинате нет системы сбора для низкоконцентрированных неконденсируемых газов. Источники НК ДПГ определены и располагаются на комбинате на целлюлозной линии и выпарных установках. На АЦБК требуется предусмотреть систему сбора ДПГ и транспортировки их от источников образования на сжигание. Газы

собираются и охлаждаются на участке технологического процесса, а затем направляются с помощью вентилятора на сжигание в содорегенерационном котле. Газы с целлюлозной линии сначала промываются в скруббере вентури, после чего подводятся в конденсатор.

Бункеры щепы на комбинате обрабатывают хвойную щепу, а для её пропаривания используется загрязненный пар от вскипания варочного щелока. Такая комбинация создает большой риск того, что газовый поток содержит высокую концентрацию скипидара и сернистых соединений, которые делают его токсичным для людей и, возможно, взрывоопасным. Во избежание риска взрыва в системе неконденсируемых газов, газ с бункеров щепы собирается отдельно. Сначала газ конденсируется для удаления влаги. Скруббер вентури установлен для удаления уносимых волокон из газового потока. Затем газ охлаждается в трубчатом конденсаторе и направляется на сжигание.

В мире насчитывается более 40 предприятий, которые сжигают крепкие ДПГ в регенерационных котлах. Концентрированные неконденсируемые газы собираются из своих источников в сборный бак, который оснащен гидрозатвором. Из бака газы направляются на горелку содорегенерационного котла с помощью парового эжектора. Эжектор управляется разрежением в газовой линии.

Сейчас объемы варки целлюлозы на АЦБК составляют более 800 тыс.т. в год. К 2025 г. планируется увеличение до 1 млн т. в год (почти на 20%). С ростом объемов производства растет и количество ДПГ. Планируемые объемы сжигания газов, образующихся на отдельных участках технологического процесса, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Планируемые объёмы сжигания ДПГ

<i>Наименование потока</i>	<i>Размерность¹</i>	<i>Объём на сжигание</i>
ДПГ выпарного участка	м ³ /ч	до 18400
ДПГ варочного участка	м ³ /ч	до 12000
ДПГ с бункеров щепы	м ³ /ч	до 4320
Концентрированные ДПГ	м ³ /ч	до 1000
ДПГ стриппинг-колонны	м ³ /ч	до 2320
ДПГ баков растворителей плава, смесителей сульфата СРК	м ³ /ч	до 28000

Негативное воздействие на окружающую среду снижается в результате модернизации производства. Предполагается частичная замена существующего оборудования. Новое оборудование должно соответствовать наилучшим доступным технологиям и требованиям природоохранного законодательства РФ и гарантировать отсутствие увеличения объемов загрязняющих веществ в выбросах (таблица 2).

Таблица 2. Нормы выбросов загрязняющих веществ при организации сжигания ДПГ на СРК

<i>Загрязняющее вещество</i>	<i>Размерность¹</i>	<i>Величина выброса</i>
Оксиды азота	мг/м ³	до 66
Общая восстановленная сера	мг/м ³	1-5
Диоксид серы	мг/м ³	5-50
Оксид углерода	мг/м ³	до 174

Остаточный уровень рассеянных ДПГ составляет 0,25-1,00 кг/т воздушно-сухой целлюлозы (является маркерным веществом для сульфатного производства целлюлозы).

Неконденсированные ДПГ являются взрывопожароопасными. Чтобы обеспечить безопасное сжигание ДПГ, следует организовать отдельные системы сбора и транспортировки ВК и НК ДПГ. ВК ДПГ транспортируются паровым эжектором, низкоконтрированные – вентилятором. На случай серьезного происшествия в здании на входной линии ВК ДПГ и газов с бункеров щепы устанавливается запорный аварийный клапан. Этот клапан будет закрываться в случае быстрого слива или пожара внутри здания.

В качестве резервного устройства для сжигания предусматривается факельная горелка, при использовании которой обеспечивается сжигание ДПГ низкой и высокой концентрации в случае нарушения технологического режима работы СРК.

Чтобы обеспечить безопасность, система факельной горелки должна быть изолирована от системы СРК, поэтому горелку возможно использовать даже в случае серьезного происшествия внутри здания СРК (по этой же причине предусмотрены отдельные системы баков перекачки

¹ В таблицах 1 и 2 объемы газов приведены к нормальным условиям.

для СРК и горелки). Факельная горелка не предназначена для непрерывной длительной работы. Предполагаемый срок постоянного её использования составляет 14 дней.

АЦБК – один из лидеров целлюлозно-бумажного производства России по внедрению и применению природосберегающих технологий. Выбросы комбинатом загрязняющих веществ в атмосферу за последние пять лет снизились на 25 процентов, в том числе метилмеркаптана и сероводорода соответственно на 49 и 80 процентов. Дальнейшее значительное снижение выбросов ДПГ возможно при сжигании их в СРК, что соответствует наилучшим существующим технологиям.

Список использованных источников:

1. Отраслевой портал. Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат, АО АЦБК. URL: <https://company.unipack.ru/2116/publications/> (дата обращения 13.03.2021).
2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 1-2015 "Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона". URL: http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=484&etkstructure_id=1872 (дата обращения 15.03.2021).

© Д.В. Богданов, Н.В. Смолина, 2021

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

студент гр. 10602118 Булин Максим Николаевич,

Науч. руководитель: ст. преподаватель Гецман Екатерина Михайловна

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены существующие виды накопителей электроэнергии. Приведен обзор накопителей, наиболее часто используемых в современной энергосистеме, выделены преимущества внедрения систем накопления в энергосистему и их связь с интеграцией возобновляемых источников энергии в процесс производства электроэнергии.

Ключевые слова. Накопление, хранение, электроэнергия, батарея, интеграция ВИЭ.

ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRIC ENERGY STORAGE SYSTEMS IN THE MODERN POWER SYSTEM

Bulin Maksim Nikolaevich

Abstract. The article discusses the existing types of energy storage devices. The analysis of the storage devices most frequently used in the modern power system is given as well as the advantages of the introduction of storage systems in the power system and their connection with the acceleration of the introduction of renewable sources in the process of electricity production are highlighted.

Keywords. Accumulation, storage, electricity, battery, integration of renewable energy sources.

Согласно статистике стран за последние годы возобновляемые источники энергии (ВИЭ) демонстрируют динамичное развитие и укрепление своих позиций в общем объеме генерирующих мощностей благодаря резкому сокращению экономических затрат на производство электроэнергии, обширным инновациям и постепенному смещению вектора развития энергетики в сторону декарбонизации, а также

всестороннему стимулированию. Непрерывная трансформация современного энергетического сектора вынуждает отрасль сталкиваться с новыми вызовами в технологическом, экономическом и социально-политическом аспектах вопроса. При этом увеличение доли непостоянных во времени ВИЭ требует модернизации привычной энергосистемы в более гибкую модель, способную обеспечить высокий уровень надёжности электроснабжения, качества электроэнергии и экономической эффективности.

Безусловно одним из наиболее актуальных и перспективных вариантов является хранение электроэнергии, предоставляющее спектр возможностей по интеграции солнечной и ветровой энергии в энергосистему. В совокупности с этим хранение электроэнергии позволит стать выходом в решении определенных новых проблем: изменчивость и неопределенность ВИЭ. Однако в условиях существующего рынка, хранилища могут запасать электроэнергию путем изменения её стоимости, в частности, позволяя сглаживать суточные пики, когда стоимость низкая или даже отрицательная. Отрицательная стоимость электроэнергии, в свою очередь, является очевидным признаком негибкости энергосистемы, в таком случае хранение может предотвратить этот эффект, запасая электроэнергию и получая за это плату. Согласно развитию отрасли, в ближайшее время существует внушительное количество вариантов накопления электроэнергии, которые по своему типу можно разделить на следующие классы (табл.1):

Таблица 1. Классификация видов накопления

Механическое накопление	Электрическое/электромагнитное накопление	Электрохимическое накопление	Химическое накопление
1. Пневмоаккумулятор (накопление энергии сжатого воздуха); 2. Супермаховик (накопление кинетической энергии); 3. Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС).	1. Конденсаторы; 2. Суперконденсаторы; 3. Сверхпроводящий накопитель электрической энергии.	1. Проточные батареи; 2. Аккумуляторные батареи; 3. Криогенные системы хранения; 4. Кондиционеры хранения льда; 5. Соль в качестве накопителя энергии.	1. Биотопливо; 2. Технология Power-to-Gas.

Стоит сразу отметить, что наиболее эффективное хранение энергии достигается в ископаемом и ядерном топливе до того, как из них вырабатывается электричество, однако в данной работе основное внимание уделим хранению после генерации.

В процессе производства электроэнергии сама по себе не может быть запасена в полном объеме небаланса, но при этом способна конвертироваться в другие формы энергии, которые впоследствии временно сохраняются, а затем повторно преобразовываются в электроэнергию при необходимости.

Согласно прогнозам Международной организации по возобновляемым источникам энергии «Энергетическое агентство IRENA», доля возобновляемых источников энергии в мировом производстве электроэнергии достигнет до 86% в суммарном объеме к 2050 г. Особенно бурное развитие ожидается в сфере ВИЭ: солнечная фотоэлектрическая (PV) и ветроэнергетика разрастутся с 4,5% производства электроэнергии с 2016 г. до порядка 60% к 2050 г. При этом ожидается, что почти половина устанавливаемых PV будет распределена среди жилого и коммерческого секторов в городских и в сельских районах (рисунок 1) [1]:

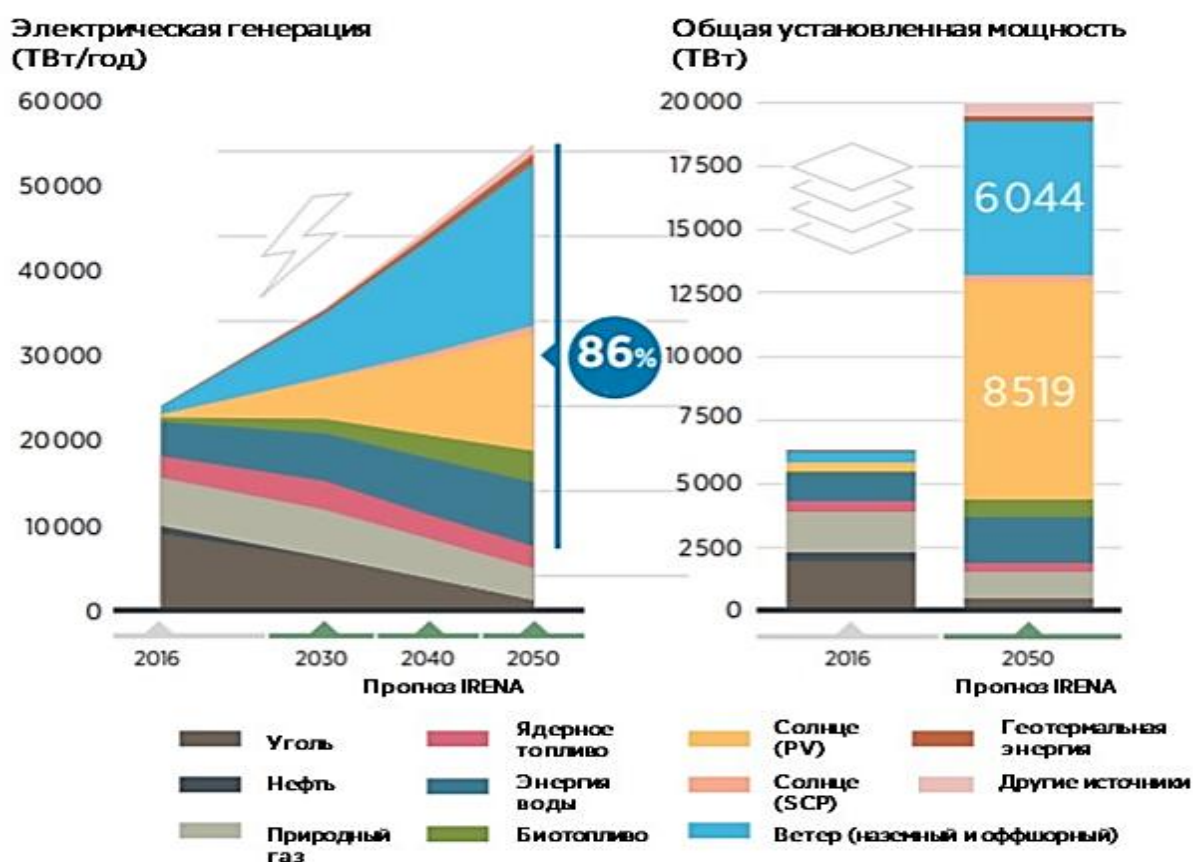


Рис. 1 – Прогноз увеличения доли ВИЭ по годам согласно докладу IRENA

Из представленного анализа можно отметить, что высокие темпы роста преобладают в областях солнечной PV и ветровой энергетики. В сочетании с данными видами зелёной энергетики накопление может предотвратить падение доходов от продажи электроэнергии в полуденные или безветренные часы, повышая прибыльности установок и, следовательно, создавая возможность для развертывания их большего количества. Также косвенно хранилище может поддерживать снижение затрат, создавая отсрочку в потребности в генерирующих и передающих мощностях за счет снижения потребности в пиковых установках и разгрузке линий.

ГАЭС на сегодняшний день является наиболее широко распространенной крупномасштабной технологией промышленного хранения энергии и занимает порядка 99% рынка. На конец 2016 г. было установлено и введено в эксплуатацию не менее 150 гигаватт (ГВт) мощности ГАЭС. Станции данного типа способны накапливать энергию в виде гравитационной потенциальной энергии, перекачивая воду между двумя резервуарами, расположенными на разных высотах. Когда спрос на электроэнергию низок, вода перекачивается из нижнего резервуара для воды в верхний за счёт питания из сети. Когда спрос на электроэнергию повышается, поток воды меняется на обратный, и накопленная в верхнем резервуаре вода высвобождается в направлении нижнего резервуара, проходя через систему турбин, генерирующих электроэнергию. Произведенная электроэнергия затем подается в сеть. Однако стоит выделить, главный недостаток данной технологии заключается в низком коэффициенте полезного действия, поскольку в ходе заполнения верхнего резервуара теряется около трети энергии.

Аккумуляторные системы накопления энергии хранят и выдают энергию в сеть за счёт электрохимических реакций. Для подключения батарей к обычной системе переменного тока необходима система преобразования, включающая в том числе инвертор, повышающий стоимость проекта в среднем на 15%. Различные проекты аккумуляторных станций мегаваттного масштаба доказали, что батареи хорошо подходят для сглаживания резко-переменной энергии от ветровых и солнечных систем в течение нескольких минут и даже часов. Исследования показали, что батареи могут реагировать быстрее и точнее, чем стандартные технологии, например, пиковые установки. В результате большие

аккумуляторные батареи становятся предпочтительной технологией для интеграции ВИЭ в энергосистему.

Для накопления энергии следует использовать сжатый в подземных хранилищах воздух. Основная концепция заключается в использовании избыточной электроэнергии для перекачки сжатого воздуха в подходящую подземную формацию. Выпуск сжатого воздуха позволяет при необходимости повторно вырабатывать электроэнергию [2].

Использование технологий накопления электроэнергии предоставляет преимущества как для производителей, так и для конечных потребителей электроэнергии:

1. Сокращение использования ископаемого топлива в качестве энергоресурса, увеличение коэффициента установленной мощности и снижение необходимости создания новых генерирующих мощностей и углеродного следа.

2. Накопители обладают возможностью создавать резерв без необходимости поддержания дорогостоящих регулирующих мощностей на балансе энергосистемы. В энергосистемах с генерацией, значительно превышающей потребление возникает необходимость одновременного поддержания резерва на оборудовании электростанций. Это обусловлено требованиями по обеспечению надежной и экономичной работы энергосистемы, и, одновременно с тем, невозможностью прохождения периодов минимального электропотребления из-за проблем с обеспечения баланса генерации-потребления в виду нехватки регулировочного диапазона оборудования электростанций, использованием возможностей создания «искусственного» потребления (только для целей регулирования суточного графика, т.к. в целом снижаются технико-экономические показатели станций) электрокотлов, необходимостью разгружать ТЭЦ ниже теплового графика. Данные меры приводят к снижению экономичности и надежности и, в отдельных режимах, предусматривают отключение генерирующего оборудования на ночь, что вызывает ухудшение технико-экономических параметров, износ оборудования, снижение надежности. Использование накопителей позволит повысить гибкость энергосистемы (рис. 2).

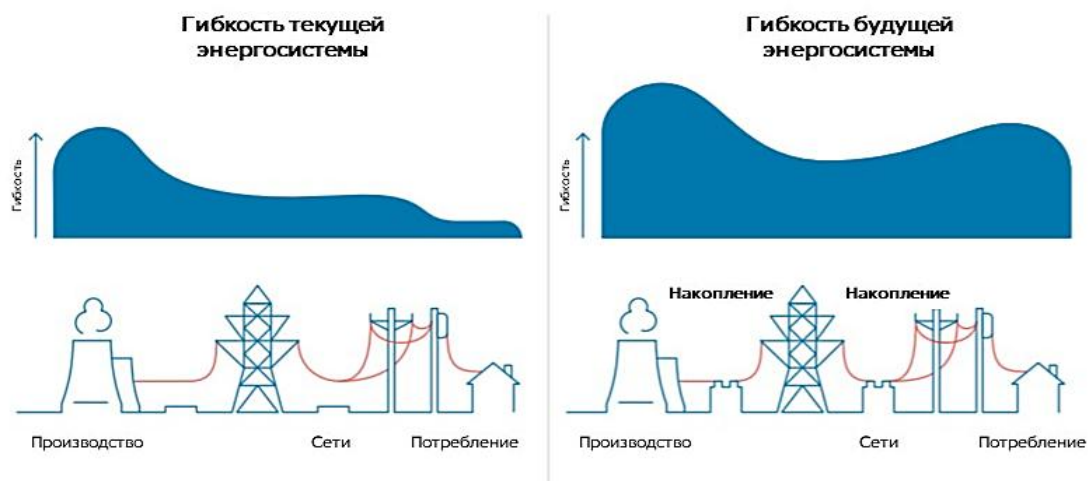


Рис. 2 – Условное представление изменения графиков нагрузок до и после использования накопления

3. Выгодность установки накопителей электроэнергии для конечных потребителей обусловлена повышением надёжности энергоснабжения и организации бесперебойности питания и созданием собственного горячего резерва на случай аварий. Варианты установки накопителей представлены на рис.3.

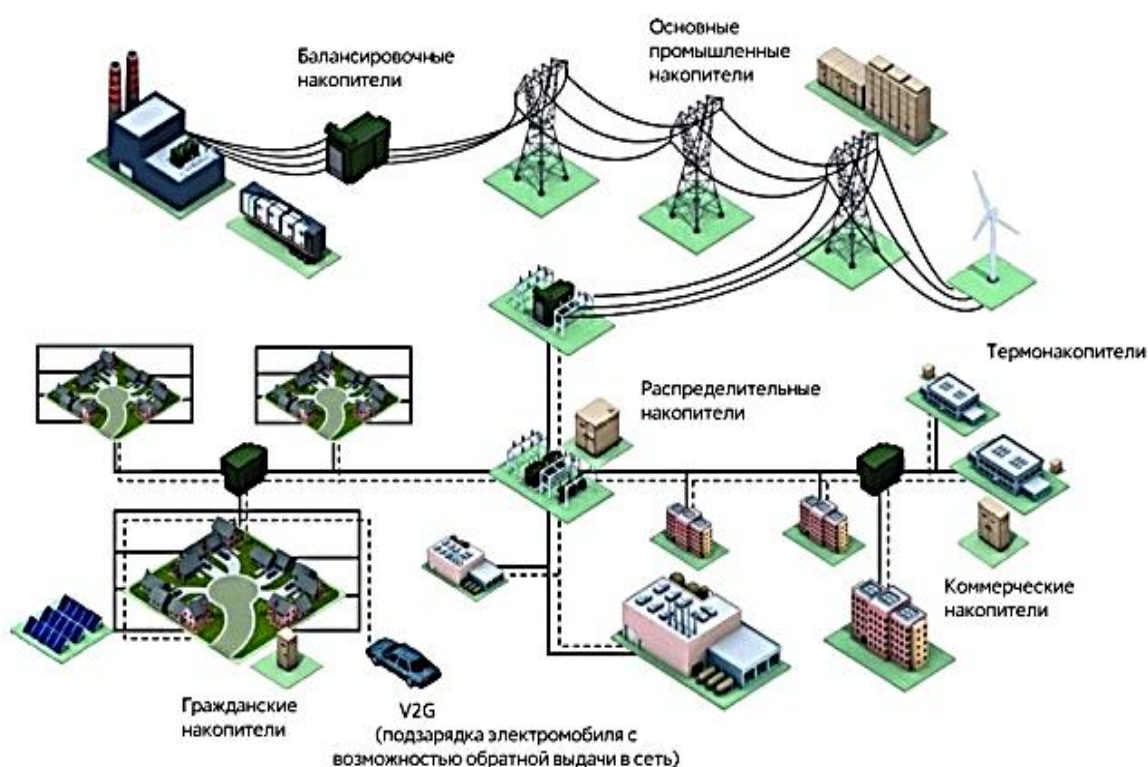


Рис. 3 – Потенциальные места расположения и применения накопителей электроэнергии в энергосистеме

4. Энергосистема за счёт накопителей способна снижать пиковую нагрузку на электрические подстанции и затраты на модернизацию сетевой инфраструктуры, повышать качество и надежность энергоснабжения потребителей.

Таким образом, накопители электроэнергии являются перспективным инструментом модернизации современной энергосистемы. Работая в связке с ВИЭ и умными сетями они способны дать сильный импульс к интеграции возобновляемых источников в энергосистему будущего.

Список использованных источников:

1. Electricity Storage Valuation Framework [Электронный ресурс] // IRENA, International Renewable Energy Agency. - 2020. – Режим доступа: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Mar/IRENA_storage_valuation_2020.pdf – (дата обращения 20.04.2021).
2. Electricity and Energy Storage[Электронный ресурс] // World Nuclear Association. - 2020. – <https://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/electricity-and-energy-storage> – (дата обращения 17.04.2021).

© М.Н. Булин, 2021

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

студент гр. 517 **Москаленко Павел Анатольевич**,
ассистент **Ашихмина Ирина Александровна**
Высшая школа технологий и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В работе на примере теплосчётчиков, путём сопоставления более ранних и более поздних версий, представлен анализ развития средств автоматизации.

Ключевые слова. Средства автоматизации, теплосчетчики, промышленные счетчики, автоматизация.

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF AUTOMATION TOOLS

Moskalenko Pavel Anatolyevich,
Ashikhmina Irina Aleksandrovna

Abstract. The paper presents an analysis of the development of automation tools using the example of heat meters, by comparing earlier and later versions.

Keywords. Automation tools, heat meters, industrial meters, automation.

Промышленное предприятие включает в себя множество различных факторов материальных затрат. Немаловажной причиной убытка является неумелый учет тепловой энергии и горячей воды. Как раз для этих целей существуют такие средства автоматизации, которые позволяют вести учёт этих ресурсов – промышленные теплосчетчики. Современные модели счетчиков предназначены для создания системы, в которой будет храниться вся информация о количестве потребляемой тепловой энергии, а сбор этой информации будет осуществляться дистанционно.

Для наиболее точного расчёта количества теплоты счетчиком необходимы низкие значения погрешности измерений расходомера, учет плотности теплоносителя, значение разности входной и выходной температур, рабочее давление. Теплоснабжение имеет сезонность, например, летом требуется намного меньше тепловых ресурсов для поддержания комфортной температуры в помещении, чем зимой. Исходя

из этого, требуется наличие крайне широкого диапазона измерений счетчика, однако использование такого прибора довольно проблематично, поскольку точность для определенных случаев должна достигать более высоких значений, что значительно повышает стоимость прибора. Зачастую устанавливаются счетчики тепла с двухпредельным диапазоном измерения.

Основываясь на показаниях температурных датчиков, можно произвести вычисления, в результате которых, получится определить тепловую мощность, которую получает система потребления.

Применение промышленных счетчиков

Теплосчетчики могут быть установлены автономно или в качестве одного из узлов системы учета на промышленном предприятии. Также идентичные теплосчетчики используются для учёта и контроля расхода и потерь тепла при разнообразных технологических процессах. Промышленные приборы учета могут применяться для организации учета тепла и воды, а также для их регулирования. Зачастую такие счетчики являются частью сложной системы тепловодоучета на промышленных предприятиях с множеством административных зданий и цехов. Установка тепло- и водосчетчиков позволяет регулировать потребление тепла и воды, что позволяет значительно экономить на оплате за данные ресурсы.

По данным исследовательской компании "Аберкейд" ведущим производителем в сфере теплосчетчиков является ЗАО «ВЗЛЕТ». Поэтому на примере теплосчетчиков именно этого производителя будет производиться анализ. Данные теплосчетчики предназначены для измерения, индикации, регистрации параметров теплоносителя и тепловой энергии в теплосистемах различного типа, конфигурации и назначения, а также других вспомогательных параметров на узлах учета.

Анализ развития теплосчетчиков

Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСР-М (ТСР-024М) (2016 год) (рис.1.)



Рис.1 – Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСР-М (ТСР-024М)

Функциональные возможности теплосчетчика ТСП-024М:

- вычисление количества тепловой энергии и последующее хранение показателей в архивах;
- теплоучёт в 3 независимых системах, содержащих до 4 трубопроводов;
- способность отображать результаты всех архивных данных и текущих измерений на дисплее прибора;
- индикатор прибора способен отображать не только текущую измерительную и архивную информацию, но и зафиксированные нештатные состояния;
- отображение в журналах действий отказов, режимов работы, пользователей и нештатных ситуаций.

Отличительные особенности теплосчетчика ТСП-024М:

- память способна хранить 11 часто применяемых типовых алгоритмов расчета и схем измерительных систем;
- питание датчиков давления и расходомеров осуществляется от тепловычислителя;
- способность осуществить демонтаж прибора для проверки без отключения кабелей связи;
- многоуровневая система защиты обеспечивает надежную защиту от несанкционированного доступа;
- наличие компьютерной программы «Конфигуратор базы» позволяет выполнить наглядную настройку тепловычислителя [1].

Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСП-М (ТСП-042) (2019 год) (рис.2)



Рис.2 – Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСП-М (ТСП-042)

Функциональные возможности теплосчетчика ТСП-042:

- возможность использования до четырёх трубопроводов в одной теплосистеме;
- возможность раздельного сбора данных системы отопления и горячего водоснабжения;
- наличие отдельного журнала измерения контрольной суммы базы, журнала отказов и журнала нештатных ситуаций;
- возможность установки шаблонов часто применяемых схем, обеспечивающая более простую настройку;
- наличие встроенной батареи, которое обеспечивает резервное питание.

Отличительные особенности теплосчетчика ТСП-042:

- наличие двух независимых теплосистем, которые включают в себя 2 раздельных архива, для зимнего и летнего периодов;
- возможность вести раздельный учёт в рамках одной теплосистемы тепловой энергии и параметром горячего водоснабжения;
- добавочное измерение и архивация параметров холодной воды и температуры наружного воздуха;
- способность работы с компьютером для снятия архивов при помощи флэш накопителя посредством наличия USB-интерфейсов на лицевой панели;
- наличие упрощенной настройки прибора при помощи программы «Конфигуратор базы»;
- контроль состояния расходомеров по интерфейсу RS-485 (номер прибора и контрольная сумма) [2].

Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСП-М (ТСП-043) (2021 год) (рис.3)



Рис.3 – Теплосчетчик ВЗЛЕТ ТСП-М (ТСП-043)

Функциональные возможности теплосчетчика ТСП-043:

- гибкая программная настройка конфигурации измерительной системы;
- расчет тепловой энергии в 4 трубопроводах и для трех теплосистем в одном архиве;
- удобство монтажа и замены батареи резервного питания;
- архивация интегральных счетчиков тепла, массы (объема), общего времени наработки прибора нарастающим итогом;
- возможность измерений температуры холодной воды или наружного воздуха;
- контроль питания датчиков расхода;
- программное задание условий НС и реакций теплосчетчика на них.

Отличительные особенности теплосчетчика ТСП-043:

- возможность работы теплосчетчика от встроенной батареи питания с энергонезависимыми расходомерами на весь срок межповерочного интервала (без датчиков давления);
- наличие двух программируемых дискретных входов с возможностью выбора настройки: импульсный вход; направление потока теплоносителя (реверс); пустая труба;
- возможность гибкой настройки задания условий и реакций до 22 НС по трем теплосистемам.

Достоинства теплосчетчика-регистратора ТСП-043:

- доступное решение для использования на большинстве объектов для абонентского учета тепла с точностью, регламентируемой для коммерческого учета;
- обладает повышенной защитой от несанкционированного доступа;
- является лучшим в своем классе решением для коммерческого учета теплопотребления с возможностью включения в систему диспетчеризации [3].

Исходя из сравнительного анализа, можно сделать вывод, что с каждым годом у данных теплосчетчиков либо дорабатывались определенные функции, либо полностью заменялись новыми версиями. Нужно отметить, что новые модели имеют большую универсальность и гибкость, а также больший список возможностей. Определенно стоит учесть уменьшение габаритных размеров и массы, что сказывается на

облегчении монтажа и эксплуатации теплосчётчиков. Как правило, в новых моделях, в целях повышения работоспособности, увеличивают количество контролируемых теплосистем, каналов измерения: расхода, температуры или давления. Поскольку перебои с электропитанием не редкость, в последних моделях устанавливается встроенная батарея, выполняющая функцию резервного источника питания на случай различных аварий. Для более детального и углубленного учета тепла корректируется глубина архивов измерительной информации, архив способен хранить информацию на протяжении 4 лет. Безусловно, настоящие теплосчетчики далеки от идеала, по причине зависимости от внешних факторов, однако с каждым годом они дорабатываются и совершенствуются командой специалистов.

Список использованных источников:

1. Теплосчетчик-регистратор ВЗЛЕТ TCP-M (TCP-024M)
URL: https://vzljot.ru/catalogue/uchet_teplovoj_energii/vzlet_tsr-m_tsr-024m/
(дата обращения: 20.04.21).
2. Теплосчетчик-регистратор ВЗЛЕТ TCP-M (TCP-042)
URL: https://vzljot.ru/catalogue/uchet_teplovoj_energii/vzlet_tsr-m_tsr-042/
(дата обращения: 20.04.21).
3. Теплосчетчик-регистратор ВЗЛЕТ TCP-M (TCP-043)
URL: https://vzljot.ru/catalogue/uchet_teplovoj_energii/vzlet_tsr-m_tsr-043/
(дата обращения: 23.04.21).

© П.А. Москаленко, И.А. Ашихмина, 2021

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ЭМС БАРАБАННЫХ НОЖНИЦ ПРИ УДАРНОЙ НАГРУЗКЕ

канд. техн. наук, доцент **Кочнев Николай Викторович**
Череповецкий государственный университет (ЧГУ),
г. Череповец, Российская Федерация

Аннотация. Предлагается математическая модель расчета и анализа характеристик переходных режимов ЭМС барабанных ножниц прокатного производства с параллельным движением. Выполнены расчеты, подтверждающие работоспособность модели рассматриваемой ЭМС. Получены результаты расчета и анализа показателей качества переходных режимов электроприводов с ударной нагрузкой.

Ключевые слова. Переходные режимы ЭМС, барабанные ножницы, ударная нагрузка.

FEATURES OF THE CALCULATION OF THE TRANSIENT MODES OF THE EMC OF DRUM SHEARS UNDER SHOCK LOAD

Kochnev Nikolay Viktorovich

Abstract. A mathematical model is proposed for calculating and analyzing the characteristics of the transient modes of EMC of rolling mill shears with parallel motion. Calculations confirming the operability of the model of the considered EMC are performed. The results of calculation and analysis of quality indicators of transient modes of electric drives with shock load are obtained.

Keywords. Transient modes of EMC, drum scissors, shock load.

Барабанные ножницы предназначены для реза металла в режиме вращения со скоростью синхронной скорости движения подката. Мерная длина обрезаемой заготовки определяется поддержанием заданного соотношения скорости вращения ножниц и движения подката.

Целью расчета является анализ переходных процессов ЭМС барабанных ножниц листопрокатного производства стана 2000 ПАО «Северсталь». Мерная длина отрезаемой заготовки определяется

поддержанием заданного соотношения скоростей вращения ножниц и движения подката.

Регулируемый электропривод представляет собой сложную электромеханическую систему (ЭМС), обеспечивающую регулирование скорости в заданном диапазоне с требуемой точностью и быстродействием и в общем случае является системой двух взаимодействующих каналов - силового (энергетического), состоящего из участка электрической сети, электрического, электромеханического и механического преобразователей и информационного канала [1].

Согласование положения ножей с положением подката достигается изменением скорости вращения ножниц (снижением, либо повышением относительно синхронной рабочей скорости) на время отработки величины рассогласования. При резе металла необходимо чтобы угол наклона ножей к разрезаемой поверхности не менялся в процессе резания. Поэтому в этих случаях применяются ножницы с параллельным, т.е. поступательным движением ножей друг к другу. Кинематическая схема барабанных ножниц приведена на рис.1.

Барабанные ножницы состоят из следующих основных узлов:

- механизма резания;
- главного привода;
- механизма пропуска реза;
- механизма включения пропуска реза;
- механизма поворота.

Механизм резания состоит из двух несущих барабанов (нижнего и верхнего), смонтированных в станине на подшипниках качения и вращающихся в разные стороны.

Внутри каждого барабана смонтирован планетарный механизм, состоящий из солнечной, промежуточной и планетарной шестерён.

Солнечная шестерня закреплена на неподвижном валу, а с планетарной шестерней жёстко связаны барабаны с закреплёнными на них ножами.

При вращении несущих барабанов 4 и неподвижных солнечных шестернях 6, промежуточная шестерня 7 будет обкатывать вокруг солнечной шестерни, планетарные шестерни 8 будут совершать плоскопараллельное движение по окружности.

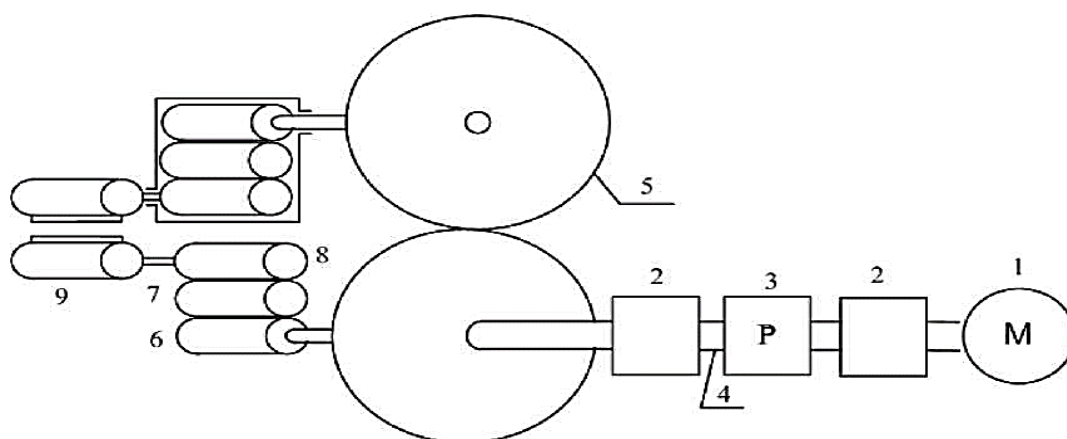


Рис.1 - Кинематическая схема барабанных ножниц с поступательно движущимися ножами. 1 - двигатель; 2 - муфта; 3 - редуктор; 4 - вал; 5 - большая шестерня; 6 -солнечная шестерня, 7 - промежуточная шестерня; 8 - планетарная шестерня; 9 – ножи

Ножницы позволяют получить мерную длину в заданном диапазоне за счёт согласования синхронной с подкатом скорости движения ножей.

Основными требованиями, предъявляемыми к ЭМС ножниц являются:

- длительный режим работы;
- работа в регулируемом режиме;
- диапазон регулирования скорости не менее 1:10;
- плавный пуск и ограничение ускорения барабанов;
- согласование скорости ножниц со скоростью подката;
- ударное приложение нагрузки;
- высокая скорость и быстрое протекание переходных процессов при отработке возмущений по нагрузке;
- автоматическое ограничение момента при возможных перегрузках.

Отработка заданного положения барабанов за один цикл реза предусматривается трапецеидальным графиком скорости.

При заданных временах разгона и торможения время установившегося движения и общее время работы за один цикл реза определяются выражениями:

$$t_y = \frac{\alpha_o - \alpha_p - \alpha_T}{\omega_o} = \frac{6,283 - 1,298 - 2,176}{2,436} = 1,15 \text{ с.}$$

$$t_{\text{раб}} = t_p + t_y + t_T + \Delta t_{\text{раб}} = 1,204 + 2,019 + 1,15 + 0,097 = 4,47 \text{ с.}$$

Зависимость задания скорости от времени определяется выражением:

$$\omega_3(t) := \begin{cases} \epsilon_p \cdot t & \text{if } 0 \leq t < t_p \\ \omega_0 & \text{if } t_p \leq t < t_{paб} - t_r \\ \omega_0 - \epsilon_r \cdot [t - (t_{paб} - t_r)] & \text{if } t_{paб} - t_r \leq t < t_{paб} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

График задания скорости приведен на рис.2.



Рис.2 - Зависимость задания на скорость(рад/с) от времени (с)

Правильно выбранный и рассчитанный автоматизированный электропривод должен обеспечить не только требуемую точность регулирования координат, но и качественное протекание переходных процессов без опасных динамических нагрузок и недопустимого перерегулирования.

Характер протекания и продолжительность переходных процессов во многом зависит от различного рода инерционностей в ЭМС. К ним относятся:

- механическая инерционность вращающихся и поступательно движущихся частей электропривода;
- электромагнитная инерционность, обусловленная индуктивностью обмоток электрических машин и аппаратов;
- тепловая инерционность электрических машин.

В расчетах переходных процессов каждая из указанных инерционностей учитывается соответствующими постоянными времени, имеющими размерность времени. Постоянные времени являются основными параметрами, соответствующих переходных процессов и позволяют дать им количественную оценку.

Показатели оценки качества переходного процесса ЭМС:

- время регулирования t_p – минимальное время, по истечении которого характеристика будет оставаться близкой к установившемуся значению с требуемой точностью;
- перерегулирование σ : максимальное отклонение переходной характеристики от установившегося значения, выраженное в относительных единицах или процентах
- время нарастания переходного процесса t_n - абсцисса первой точки пересечения кривой изменения параметра с уровнем установившегося значения;
- частота колебаний;
- колебательность N : число колебаний за время t_p .

Описание переходных процессов в электроприводе механизма вращения барабанов производится системой дифференциальных уравнений, решением которой определяются следующие параметры переходных процессов системы:

- угловая скорость двигателя;
- угол поворота барабанов;
- интеграл момента двигателя;
- момент двигателя.

$$\begin{aligned}\frac{d\omega}{dt} &= \frac{k_o}{J_c} \cdot (M - M_c(\varphi)); \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \frac{\omega}{u}; \\ \frac{dIM}{dt} &= M; \\ \frac{dM}{dt} &= \frac{1}{T_m} \cdot M_c(\varphi, t).\end{aligned}$$

Графики переходных режимов при резе представлены на рис.3 -4.

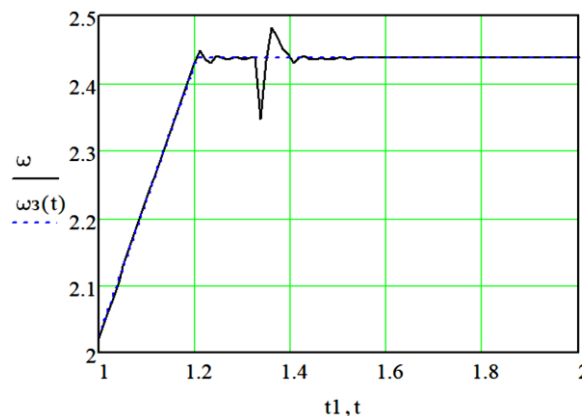


Рис.3 – Графики задания и изменения угловой скорости (рад/с)

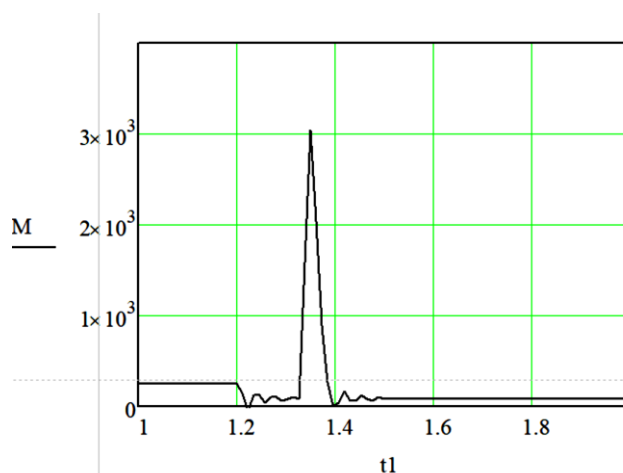


Рис. 4 – График изменения момента двигателя (кН·м)

Итоговые показатели расчета показателей качества переходных процессов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества переходных процессов ЭМС при резе

Наименование	Обозначение	Величина	Допустимое значение
Время переходного процесса, с	t_p	0,097	
Перерегулирование, %	σ	930	4,3
Максимальное динамическое значение скорости, рад/с	$\omega_{\text{макс}}$	2,48	
Минимальное динамическое значение скорости, рад/с	$\omega_{\text{мин}}$	2,35	
Динамический размах, рад/с	$\Delta\omega_{\text{дин}}$	0,13	
Показатель колебательности	N	1	3

Расчетные показатели качества переходных процессов в ЭМС барабанных ножниц при резе подката расчетного сортамента с технологическими характеристиками технического задания удовлетворяют требованиям, предъявляемым к электроприводам прокатного производства.

Список использованных источников:

1. Электропривод типовых производственных механизмов
Дементьев Ю.Н. и др. М.: Издательство Юрайт, 2018. – 403 с.

© Н.В. Кочнев, 2021

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЛИНИИ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

студент группы АЭП-16-1бз **Викс Андрей Сергеевич**,
Науч. руководитель: ст. препод. **Листопадова Мария Владимировна**
Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
г. Лысьва, Российская Федерация

Аннотация. В связи с различными характеристиками перерабатываемого материала, а также разными требованиями к конечному продукту машиностроительные заводы выпускают самые разнообразные по типу и размерам дробильные машины. При создании дробильных установок большое внимание уделяется вопросам улучшения условий труда обслуживающего персонала, а именно: механизации и автоматизации трудоемких процессов, обеспечению действующих жестких санитарных норм по допустимому уровню шума, вибрации и запыленности.

Ключевые слова. Модернизация, автоматизация, механизация, дробление горных пород.

MODERNIZATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE LINE CRUSHING ROCKS

Vicks Andrey Sergeevich

Abstract. Due to the different characteristics of the processed material, as well as different requirements for the final product, machine-building plants produce a variety of types and sizes of crushing machines. When creating crushing plants, much attention is paid to improving the working conditions of service personnel, namely: mechanization and automation of labor-intensive processes, ensuring the current stringent sanitary standards for the permissible level of noise, vibration and dust.

Keywords. Modernization, automation, mechanization, crushing of rocks.

Для производства цемента характерны непрерывность технологического процесса и транспортирование больших масс материалов на значительные расстояния. При этих условиях внедрение автоматизации в управлении оборудованием и контроль технологическим процессом приобретают особо важное значение. Автоматическое управление оборудованием и автоматический контроль технологических процессов повышают коэффициент использования установок, ведут к снижению удельного расхода электроэнергии, повышают производительность и производственную мощность как отдельных цехов, так и всего завода. Автоматизация производственных процессов – самый действенный и перспективный способ повышения качества готовой продукции и увеличения производительности оборудования, поэтому основные дробильные машины приспособлены к включению в автоматические линии. Необходимость обеспечения бесперебойной и надежной работы электрооборудования выдвигает перед обслуживающим персоналом требование непрерывного повышения технических знаний.

В процессе эксплуатации под воздействием окружающей среды и эксплуатационных режимов работы происходит постепенный износ оборудования. Поддержание работоспособности оборудования осуществляется за счет его технического обслуживания, при котором выполняются периодические осмотры, профилактические измерения, испытания, диагностирование состояния и устраняются выявленные дефекты и неисправности. Наиболее действенным средством поддержания оборудования в требуемом техническом состоянии, восстановления работоспособности и продления срока эксплуатации является своевременный и качественный ремонт.

В цементной промышленности дробление [1] является подготовительным процессом, так как получаемый после него продукт направляется на дальнейшую переработку. На предприятии ОАО «Горнозаводскцемент» дробильный цех предназначен для измельчения горных пород, таких как известняк, глинистые сланцы, которые являются одними из главных составляющих для производства цемента. В цехе имеются две одинаковые технологические линии по дроблению, одна из которых является резервной. Резерв необходим для продолжения технологического процесса в аварийных случаях, при завалах материала, а

также по причине частого ремонта линий, вызываемого высокой абразивностью – способностью перерабатываемого материала изнашивать рабочие органы машины.

Электрооборудование промышленных предприятий и установок проектируется, монтируется и эксплуатируется в соответствии с Правилами устройства электроустановок и другими руководящими документами [3]. Конструктивное исполнение, способ установки электрических машин, аппаратов, приборов и кабелей зависит от области их применения, способа крепления, защиты от воздействия внешней среды и других факторов. Технологический процесс дробильного цеха сопровождается выделением пыли горных пород известняка и глинистых сланцев, которая не является токопроводящей. Электродвигатели в подобных помещениях должны иметь закрытое исполнение или продуваемые с подводом чистого воздуха. Электродвигатели технологической линии работают в продолжительном режиме S1, имеют закрытое исполнение IP44 с самовентиляцией. Пускорегулирующая и защитная аппаратура установлена в отдельном закрытом помещении.

Системы регулирования скорости двигателя постоянного тока достаточно просты, но слабым местом такого электропривода является электродвигатель. Он дорог и ненадежен. При работе происходит искрение щеток, под действием электроэрозии изнашивается коллектор. Такой электродвигатель затруднительно использовать в запыленной среде. Асинхронные электродвигатели превосходят двигатели постоянного тока по многим параметрам: они просты по устройству и надежны, так как не имеют подвижных контактов. Они имеют меньшие по сравнению с двигателями постоянного тока размеры, массу и стоимость при той же мощности. Асинхронные двигатели просты в изготовлении, а эксплуатация позволяет проводить техническое обслуживание в любой ремонтной службе предприятия.

Системы регулирования скорости двигателя постоянного тока достаточно просты, но слабым местом такого электропривода является электродвигатель. Он дорог и ненадежен. При работе происходит искрение щеток, под действием электроэрозии изнашивается коллектор. Такой электродвигатель затруднительно использовать в запыленной среде. Асинхронные электродвигатели превосходят двигатели постоянного тока по многим параметрам: они просты по устройству и надежны, так как не

имеют подвижных контактов. Они имеют меньшие по сравнению с двигателями постоянного тока размеры, массу и стоимость при той же мощности. Асинхронные двигатели просты в изготовлении, а эксплуатация позволяет проводить техническое обслуживание в любой ремонтной службе предприятия.

Достижения в области электроники, особенно с появлением цифровой и микропроцессорной техники, привело к появлению современных частотных преобразователей, позволяющих легко управлять скоростью вращения асинхронного двигателя. Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Частотный пуск управляемого двигателя обеспечивает его плавный пуск без повышенных пусковых токов и механических ударов, что снижает нагрузку на двигатель и связанные с ним механизмы. Различные встроенные функции частотного преобразователя, как, например, самонастройка на используемый двигатель, постоянный контроль тока, напряжения, температуры двигателя и преобразователя и полная самодиагностика делают его применение высокоэффективным и надежным. Преобразователь частоты имеет функции, позволяющие оптимально настроить работу асинхронного двигателя, тем самым повышается КПД на 20% привода, что приводит к снижению энергопотребления. С переходом на рыночную экономику вопросы энерго и ресурсосбережения во всех сферах промышленности приобрели особую важность. В наше время практически всю механическую энергию для работы машин и механизмов получают за счет электрической энергии. Устранение нерационального расхода средств решается сегодня с помощью высоких технологий [2]. Одно из главных направлений здесь занимает внедрение в различные отрасли промышленности регулируемых электроприводов на основе частотного преобразователя.

Для регулирования скорости пластинчатого питателя предлагаю использовать частотный преобразователь TOSVERTVF-P7 фирмы Toshiba.

Настоящее руководство описывает функции интерфейса последовательной связи, встроенного в промышленные инверторы серий TOSVERT VF – A7/P7.

1) Стандартная функция обмена по RS485 с использованием встроенного порта RS485.

2) Стандартная функция обмена по RS232C с использованием опциональных конверторов RS232C (RS2001Z или RS2035Z), подключаемых к последовательному порту общего назначения (с логическими уровнями сигналов).

3) Стандартная функция обмена по RS485 с использованием опциональных конверторов RS485 (RS4001Z или RS4002Z), подключаемых к последовательному порту общего назначения (с логическими уровнями сигналов).

Вышеперечисленные функции позволяют инверторам серий TOSVERT VF – A7/P7 обмениваться данными с компьютером, управляющим контроллером (здесь и далее будет упоминаться как компьютер) и др. устройствами, а также между собой в режиме меж инверторного обмена, без использования дополнительных устройств. В результате, возможно построение сети обмена данными между группами инверторов.

Список использованных источников:

1. Клушанцев Б. В., Косарев А. И., Муйземнек Ю. А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990.
2. https://regr-is.ru/programm/Serial_VF-P7.pdf
3. Новые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Приказ Минтруда от 15.12.2020 года № 903н).

© А.С. Викс, 2021

ОБЗОР ТОКАРНЫХ СТАНКОВ И НАПРАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СТАНКОВ С СИСТЕМОЙ ЧПУ

студент гр. 7-529 **Рубежов Евгений Сергеевич**,
канд. техн. наук, доцент **Ремизова Ирина Викторовна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Проведен обзор токарных станков различных групп. Рассмотрены направления модернизации токарных станков в сторону надстройки на станок системы числового программного управления посредством использования микропроцессорной техники.

Ключевые слова. Токарный станок, модернизация станка, станок с ЧПУ, оптимизация производства, мониторинг работы станка.

OVERVIEW OF LATHES AND THE DIRECTION OF MODERNIZATION OF CNC MACHINES

Rubezhov Evgeny Sergeevich,
Remizova Irina Viktorovna

Abstract. The review of lathes of various groups is carried out. The directions of modernization of lathes in the direction of the superstructure on the machine of the numerical control system through the use of microprocessor technology are considered.

Keywords. Lathe, machine modernization, CNC machine, production optimization, machine operation monitoring.

В настоящее время достаточно сложно создать эффективное конкурентно-способное производство без автоматизации всех этапов технологического процесса. Автоматизации оборудования существенно облегчает процесс эксплуатации станков, это можно отнести и к использованию станков, оснащенных числовым программным управлением (ЧПУ). Наличие системы числового программного управления позволяет повысить точность обработки заготовок и добиться высокой производительности на производстве. Использование подобного

оборудования позволяет значительно увеличить объем и качество выпускаемой продукции.

Такие виды промышленности как атомная, металлообрабатывающая являются одними из ведущих отраслей промышленности. Они включает в себя в том числе: металлоремонтную, инструментальную промышленность, производство металлоконструкций, металлофурнитуры и т.д. Станки с ЧПУ играют всё большую роль в практике использования станков по резке металла. Система ЧПУ в таких станках является функционально важным узлом, определяющим высокий уровень эффективности работы производственного оборудования.

Обработка деталей на токарном станке – это метод механической обработки металлических заготовок, позволяющий поверхностной обработкой тел вращения добиться требуемых форм и размеров.

В промышленности для получения необходимых деталей используется как токарная, так и фрезерная обработка. Стоит подробнее остановиться на токарной обработке деталей и возможности модернизации данного типа станков.

Токарные станки можно разделить на несколько групп в зависимости от используемого материала и вида обрабатываемых заготовок: токарно-карусельные, револьверные, лоботокарные, токарно-винторезные, токарно-фрезерные обрабатывающие центры.

Токарно-винторезный тип станков относятся к универсальным агрегатам и широко используются при изготовлении как штучных, единичных деталей так и в серийном производстве. Устройство станков токарно-винторезного типа отличается от базового наличием коробки скоростей, что приводит к точной регулировке обработки заготовок. С помощью станков данного типа осуществляются операции по металлообработке, а также нарезание резьбы различного типа.

Для работы с крупногабаритными заготовками используется токарно-карусельный тип станков. Станки такого типа предназначены для выполнения подрезке торца, шлифовке, нарезания резьбы, точения различного типа поверхностей, формированию пазов.

Конструкция станков токарно-револьверного типа отличается наличием специального поворотного держателя, при помощи которого инструменты крепятся на станке. Оборудование позволяет выполнять ряд технологических операций, таких как точение, расточка, нарезание резьбы,

зенкерование и другое. Станки могут быть с типовой конструкцией или с системой ЧПУ.

Лоботокарный станок имеет короткую станину и широкий захват. Станки обрабатывают детали, где ширина превышает длину. Используются при обработке лобовых, конических, цилиндрических поверхностей. Станки такого типа применяются на точном производстве.

Токарно-фрезерный центр является многофункциональным устройством со сложной кинематикой и электронным программным модулем. В случае модели с вертикальным вращением шпинделя обработке подлежат заготовки большой массы и габаритов. Наличие внешней системы охлаждения позволяет увеличить скорость обработки деталей и тем самым повысить производительность станка. В модели с горизонтальным вращением шпинделя станок оснащается наклонно-поворотным/поворотным столом. Для смены инструментов используются механизм ленточного типа [1]. Присутствуют системы гусеничного крепления и гашения вибрационных воздействий.

Рабочий процесс различного вида токарных станков управляется на основании одного из трех способов: контурно в соответствии с заложенными параметрами, по прямоугольному контуру в продольном и поперечном направлении либо позиционно.

В последние годы при решении задач автоматизации обработки металлов резанием прослеживается направление по модернизации токарных станков в сторону надстройки на станок системы числового программного управления.

Конструкция устройств с ЧПУ, систем управления высокого уровня постоянно развиваются и совершенствуются. Появляется новая элементная база, расширяются технологические возможности, повышаются степень автоматизации, производительность и точность обработки [2].

Прием, обработка и дальнейшая передача числовой информации реализуется в современных системах числового программного управления посредством использования микропроцессорной техники.

Систему ЧПУ, построенную на основе микропроцессорной техники можно отнести к средствам автоматизации, таким как контроллер, микроконтроллер, микро ЭВМ. Так же можно характеризовать системы ЧПУ по двум основным составляющим: аппаратным средствам и программному обеспечению. Аппаратное обеспечение систем ЧПУ

опирается на современный этап развития электронной техники и движется в направлении унификации аппаратных исполнений устройств ЧПУ. При этом есть тенденция к увеличению модификаций программного обеспечения, подстраиваемого под каждую определенную группу и тип станков.

Последующим направлением развития систем и токарных станков с ЧПУ является увеличение вычислительной мощности и повышение универсальности аппаратных и программных средств для обеспечения свойства открытости и унифицированности систем. Возможности использования единой системы ЧПУ для любой группы, типа, модификации или вида оборудования.

Все более актуальным становится вопросы оперативного удаленного мониторинга и диагностики работы промышленного оборудования, оптимизации и учета расходов на использование и обслуживание станков. Решением этих вопросов может быть объединение станков различных моделей в локальную сеть, включающее удаленное администрирование технологических программ на станках с ЧПУ [3].

На каждом токарном станке устанавливается, подключенный к локальной проводной или беспроводной сети предприятия, терминал. К модифицированным токарным станкам терминал с накопителем может подключаться посредством различных интерфейсов, в зависимости от модели оборудования. Современные станки со встроенными системами ЧПУ, предусматривают возможность подключения к сети Ethernet и могут работать в системе без использования терминалов.

Контроль обеспечения исправной работы станка опирается на фиксировании возможных его состояний. Начальные данные задаются на основании технологических характеристик токарного станка, мониторинга работы оборудования. Фиксируются моменты запуска и остановки станка, выполнения определенных операции и холостого хода. Существует возможность контроля программы обрабатываемой на станке детали. Могут быть зафиксированы определенные состояния станка, такие как: поломка или замена инструмента; наладка; отсутствие заготовок; корректировка программы обработки детали; неисправность электроники, внеплановый простой по вине цехового персонала. Описанные состояния накапливаются в системе путем автоматического либо ручного сбора.

В случае необходимости, оператор может фиксировать информацию в системе вручную посредством клавиатуры терминала. Информация, например, о причине сбоя или остановки станка и текущие данные по состоянию станка фиксируются на карте памяти терминала и также передаются на сервер. Таким образом оператор или управляющий может видеть статус всех процессов, не покидая рабочего места и быстрее принимать решения. В свою очередь, мастер на месте может в реальном времени получать от системы подсказку о последующих действиях, требуемых для устранения возникшей проблемы.

Накапливаемая информация о работе оборудования на предприятии может быть использована для решения таких задач как определение производительности оборудования; оптимизация производства на основе реальных данных; принятие объективных решений по модернизации производства.

Также можно сделать вывод, что только более эффективная организация труда оператора станка позволит повысить производительность труда. Даже сам факт того, что работа оборудования находится под контролем информационной системы, заставит весь производственный персонал по-другому относиться к своим обязанностям.

Список использованных источников:

1. Босинзон, М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация/ М.А. Босинзон: Академия, 2008. - 192с.
2. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления: учеб. пособие// В.Л.Сосонкин, Г.М.Мартинов - М.: Логос, 2005. - 296 с.
3. СтанкоСервис. Система контроля работы оборудования и передачи технологической информации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lan.cncinfo.ru/> (дата обращения: 28.04.2021 г.).

© Е.С. Рубежов, И.В. Ремизова, 2021

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

студент гр. 10604217 **Михалчёнок Владислав Юрьевич**,

Науч. руководитель:

канд. экон. наук, доцент **Кравченко Владимир Владимирович**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В настоящее время перед человечеством стоит множество глобальных проблем, например, одной из таких является загрязнение экологии вредными выбросами при генерации электроэнергии. В связи с этим следует уделять достаточно внимания для решения этой проблемы и предлагать инновационные решения. В основу данных решений могут быть взяты: переход на «зеленую энергетику», электромобили, водородное топливо и другое. Данные технологии необходимо внедрять в повседневную жизнь.

Ключевые слова. Ископаемое топливо, проблемы энергетики, зеленая энергетика, климат, углеродное топливо.

ENERGY AND CLIMATECHANGE

Mikhalchenok Vladislav Yurievich

Abstract. Currently, humanity faces many global problems, for example, one of them is the pollution of the environment by harmful emissions from electricity generation. In this regard, sufficient attention should be paid to solve this problem and innovative solutions should be proposed. These solutions can be based on: the transition to "green energy", electric vehicles, hydrogen fuel, and others. These technologies need to be implemented in everyday life.

Keywords. Fossil fuels, energy issues, green energy, climate, carbon fuels.

Глобальный климат меняется, и это создает все более серьезные риски для экосистем, здоровья человека и экономики. Недавняя оценка ЕЭЗ «Изменение климата, последствия и уязвимость в Европе в 2016 году» показывает, что европейские регионы также уже сталкиваются с

последствиями изменения климата, включая повышение уровня моря, более экстремальные погодные условия, наводнения, засухи и штормы [1].

Эти изменения происходят потому, что большое количество парниковых газов выбрасывается в атмосферу в результате многих видов человеческой деятельности во всем мире, включая, самое главное, сжигание ископаемого топлива для производства электроэнергии, отопления и транспорта [2]. Сжигание ископаемого топлива также высвобождает загрязнители воздуха, которые наносят вред окружающей среде и здоровью человека.

Во всем мире использование энергии является самым крупным источником выбросов парниковых газов в результате деятельности человека. Около двух третей глобальных выбросов парниковых газов связаны с сжиганием ископаемого топлива для получения энергии, используемой для отопления, электроснабжения, транспорта и промышленности. В Европе энергетические процессы также являются крупнейшим источником выбросов парниковых газов, на долю которых приходится 78% всех выбросов ЕС в 2015 году [1].

Наше использование и производство энергии оказывают огромное влияние на климат, и обратное также становится все более верным. Изменение климата может изменить наш энергетический потенциал и энергетические потребности. Например, изменения в круговороте воды оказывают влияние на гидроэнергетику, и более высокие температуры увеличивают потребность в энергии для охлаждения летом, в то время как потребность в отоплении зимой уменьшается.

Глобальные усилия по смягчению последствий изменения климата завершились принятием Парижского соглашения в 2015 году. Благодаря этому соглашению 195 стран приняли первое в истории универсальное и юридически обязательное глобальное соглашение по климату. Цель соглашения – ограничить глобальное повышение средней температуры до уровня значительно ниже 2 °C при одновременном стремлении ограничить это повышение до 1,5 °C – является амбициозной и не может быть достигнута без серьезного пересмотра глобального производства и потребления энергии [1].

Чтобы поддержать глобальную климатическую повестку дня, ЕС принял обязательные климатические и энергетические цели на 2020 год и предлагаемые цели на 2030 год в рамках своих общих усилий по переходу к низкоуглеродной экономике и сокращению выбросов парниковых газов на 80-95% к 2050 году. Первый набор климатических и энергетических целей на 2020 год включает сокращение выбросов парниковых газов на

20% (по сравнению с уровнем 1990 года), 20% потребления энергии за счет возобновляемых источников энергии и 20% - ное повышение энергоэффективности. Основываясь на текущих предложениях, обсуждаемых в институтах ЕС, следующая века 2030 года подталкивает эти цели к сокращению выбросов на 40%, 27% энергии, поступающей из возобновляемых источников, и повышению энергоэффективности на 27% (или на 30%, как недавно предложила Европейская комиссия) по сравнению с базовым уровнем [1].

Меры, принятые для достижения этих целей, способствуют сокращению выбросов парниковых газов в Европе. В 2015 году выбросы парниковых газов в ЕС были примерно на 22% ниже уровня 1990 года. За исключением транспорта, а также холодильного и охлаждающего секторов, они сократились во всех основных секторах. В этот период большая часть сокращений выбросов была распределена почти поровну между промышленностью и секторами энергоснабжения.

Согласно недавним оценкам ЕАОС по выбросам парниковых газов и энергетике (Тенденции и прогнозы в Европе на 2016 год), ЕС в совокупности находится на пути к достижению своих целей на 2020 год. Темпы сокращения, как ожидается, замедлятся после 2020 года, и для достижения долгосрочных целей потребуются дополнительные усилия. В частности, несмотря на повышение топливной эффективности автомобилей и увеличение использования биотоплива, сокращение общих выбросов от транспорта в ЕС оказалось очень трудным делом. Ожидается, что некоторые технологические решения, такие как биотопливо второго поколения и улавливание, и хранение углерода, будут способствовать общим климатическим усилиям, но неясно, могут ли они быть реализованы в необходимых масштабах и быть жизнеспособными и действительно устойчивыми в долгосрочной перспективе [1].

Решение о совместном использовании усилий и система торговли выбросами ЕС. Что касается сокращения выбросов парниковых газов, то одним из краеугольных камней усилий Европейского союза является Решение о совместном использовании усилий, которое устанавливает обязательные ежегодные целевые показатели выбросов парниковых газов для всех государств-членов ЕС на 2020 год. Это решение охватывает такие секторы, как транспорт, строительство, сельское хозяйство и отходы, на долю которых приходится около 55% общих выбросов ЕС. Национальные целевые показатели выбросов были установлены на основе относительного богатства государств-членов, что означает, что более богатые страны должны сокращать свои выбросы больше, чем другие, в то время как

некоторым странам разрешено увеличивать свои выбросы из охваченных секторов. К 2020 году национальные целевые показатели в совокупности обеспечат сокращение общего объема выбросов ЕС из охваченных секторов примерно на 10% по сравнению с уровнем 2005 года [2].

Остальные 45 % выбросов ЕС (в основном от электростанций и промышленных предприятий) регулируются Системой торговли выбросами ЕС (EU ETS). ETS ЕС устанавливает ограничение на общее количество парниковых газов, которые могут быть выброшены более чем 11 000 установок, являющихся тяжелыми потребителями энергии в 31 стране [1]. Она также включает выбросы от авиакомпаний, работающих между этими странами.

В рамках этой системы компании получают или покупают квоты на выбросы, которыми они могут торговать с другими. Крупные штрафы налагаются на компании, выпускающие больше, чем положено. Общесистемный колпачок со временем уменьшается, так что общий объем выбросов падает. Устанавливая денежную стоимость углерода, ETS ЕС создает стимулы для компаний находить наиболее экономически эффективные сокращения выбросов и инвестировать в чистые, низкоуглеродные технологии.

Европейское агентство по окружающей среде следит за прогрессом в сокращении выбросов парниковых газов, охватываемых ETS ЕС. Согласно последним данным и оценкам, эти выбросы сократились на 24% в период с 2005 по 2015 год и уже находятся ниже предельного уровня, установленного на 2020 год. Это снижение было вызвано главным образом использованием меньшего количества каменного угля и бурого угля и большего количества возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии. Выбросы от других видов промышленной деятельности, охватываемых ETS ЕС, также снизились с 2005 года, но в последние годы оставались стабильными.

Недавно Европейская комиссия предложила увеличить темпы сокращения выбросов с 2021 года, чтобы к 2030 году секторы, охваченные ETS, сократили свои выбросы на 43% по сравнению с 2005 годом. В долгосрочной перспективе, выходя за рамки целевых показателей на период до 2030 года, государства-члены ЕС могут добиться большего сокращения выбросов парниковых газов в секторах, охватываемых Решением о совместном использовании усилий. Без значительных усилий, направленных на эти секторы, ЕС не достигнет своей цели к 2050 году сократить свои выбросы до 80% ниже уровня 1990 года [1].

По сути, выбросы парниковых газов, связанные с энергетикой, могут быть сокращены двумя способами: путем выбора более чистых источников энергии, например, путем замены ископаемого топлива негорючими возобновляемыми источниками, и/или путем сокращения общего потребления энергии за счет экономии энергии и повышения энергоэффективности, например, путем улучшения изоляции домов или использования более экологичных видов транспорта.

Однако, чтобы избежать худших последствий изменения климата, этот переход должен произойти очень скоро, задолго до того, как запасы ископаемого топлива будут исчерпаны. Чем больше мы выбрасываем парниковых газов в атмосферу, тем меньше вероятность того, что мы ограничим вредные последствия изменения климата [2].

Учитывая срочность поставленной задачи, возникает вопрос, продолжаем ли мы инвестировать и планируем ли инвестировать в энергетику, основанную на ископаемом топливе. Политические решения о субсидировании источника энергии могут влиять на инвестиционные решения. В этой связи субсидии и налоговые льготы сыграли важную роль в стимулировании производства возобновляемых источников энергии из солнечной и ветровой энергии. Это относится и к инвестициям в ископаемое топливо, которые продолжают субсидироваться во многих странах.

В последние годы многие инвесторы объявили о своем решении отказаться от деятельности, связанной с ископаемым топливом. Некоторые из этих заявлений были основаны на этических соображениях, в то время как другие указывали на сомнения относительно делового смысла таких инвестиций, когда был установлен предел общего количества парниковых газов, которые могут быть выпущены (часто называемый «углеродным бюджетом»), чтобы ограничить глобальное потепление до 2 °C к концу века.

Производство электроэнергии часто требует больших инвестиций, и ожидается, что электростанция, однажды введенная в эксплуатацию, будет оставаться в эксплуатации в течение десятилетий. Текущие и планируемые инвестиции в традиционные загрязняющие технологии могут фактически замедлить переход к чистым источникам энергии. Такие инвестиционные решения могут блокировать энергетические возможности и ресурсы на десятилетия, затрудняя принятие новых решений.

Чтобы выделить этот тип риска, ЕЭЗ проанализировала существующие и планируемые электростанции Европы, работающие на ископаемом топливе. Анализ показывает, что если мы продлим срок

службы существующих электростанций и построим новые электростанции на ископаемом топливе в ближайшие десятилетия, то ЕС рискует иметь гораздо больше мощностей по производству электроэнергии на ископаемом топливе, чем ему потребуется. Другими словами, чтобы достичь климатических целей ЕС, некоторые из этих электростанций должны были бы простаивать.

Аналогичные риски локализации существуют, например, на транспорте, где наша мобильность сильно зависит от двигателя внутреннего сгорания, работающего на ископаемом топливе, что в сочетании с постоянными инвестициями в традиционную дорожно-транспортную инфраструктуру. Вместе они создают барьер на пути перехода к более устойчивым видам транспорта, которые крайне необходимы для смягчения последствий изменения климата, сокращения загрязнения воздуха и шума и, в конечном счете, улучшения качества жизни людей.

Решить дилемму энергетики и климата непросто, но многие многообещающие инновации уже формируются. В настоящее время демонстрируются некоторые инновации во многих секторах, которые все имеют потенциал для сокращения выбросов парниковых газов, связанных с энергетикой. Сокращение пищевых отходов, городское озеленение, улучшение цепочек поставок и авиаперелеты на солнечных батареях – это, возможно, маленькие кусочки большой головоломки, но вместе они демонстрируют, как инновационные технологии и практики могут появиться и проложить путь к более широким изменениям в области устойчивого развития.

Список использованных источников:

1. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] // солнечная энергетика/ URL: <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2017/articles/energy-and-climate-change> (дата обращения: 26.03.2021).
2. Самые большие энергетические вызовы, стоящие перед человечеством [Электронный ресурс]// самые большие энергетические вызовы, стоящие перед человечеством / URL: <https://www.bbc.com/future/article/20170313-the-biggest-energy-challenges-facing-humanity>(дата обращения: 26.03.2021).

© В.Ю. Михалчёнок, 2021

ВОСПОЛНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ “ЗЕЛЕНЫМ ВОДОРОДОМ” В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

студент гр. 533 **Игумнов Максим Андреевич**,
Науч. руководитель: ст. преподаватель **Кузнецов Валентин Юрьевич**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрены виды водородного топлива, связанные с использованием обычного водорода и “Зеленого водорода”. Описаны способы его получения.

Ключевые слова. Топливо будущего, “Зеленый водород”, получение водорода, решение проблем, применение, реализация проблем.

BRIDGING THE GAPS WITH GREEN HYDROGEN IN RENEWABLE ENERGY SOURCES

Igumnov Maksim Andreevich

Abstract. The article discusses issues related to the use of conventional hydrogen and "Green Hydrogen". Methods for its production are described: through electrolysis.

Keywords. Fuel of the future, "Green hydrogen", hydrogen production, problem solving, application, problem implementation.

Когда горит водород, единственным побочным продуктом является вода - вот почему водород десятилетиями был заманчивым источником энергии с нулевым выбросом углерода. Тем не менее, традиционный процесс производства водорода, при котором ископаемое топливо подвергается воздействию водяного пара, даже отдаленно не является безуглеродным. Полученный таким образом водород называют серым водородом; если CO_2 улавливается и улавливается, он называется голубым водородом. Для сравнения: высшая теплота сжигания водорода составляет 142 мегаджоуля на килограмм, а природного газа - от 28 до 46 мегаджоулей. Поскольку водород может широко применяться не только в энергетике, но и в химической промышленности, то более правильно употреблять понятие водородная экономика [1].

К применению водорода в качестве топлива для электрогенерации готовятся и другие компании. Например, концерн Siemens должен готовить модификацию промышленной газовой турбины SGT-400, адаптированную для сжигания чистого водорода. Она будет установлена во Франции на ТЭЦ завода по вторичной переработке бумаги Smurfit Kappa PRF. Все

крупные производители энергетических газовых турбин - Mitsubishi Hitachi Power Systems, GE Power, Siemens Energy и Ansaldo Energia - сегодня разрабатывают их модели, способные работать на чистом водороде как при постоянной нагрузке, так и на пиках потребления. Очевидно, это - консолидированный ответ энергетического машиностроения на ужесточение требований к уровням атмосферной эмиссии. При этом водород претендует на звание основного катализатора для европейской энергетической трансформации, известной как «энергопереход».

На рисунке 1 представлена схема получения водородного топлива на станциях при помощи возобновляемых станций или избыточной электроэнергии.

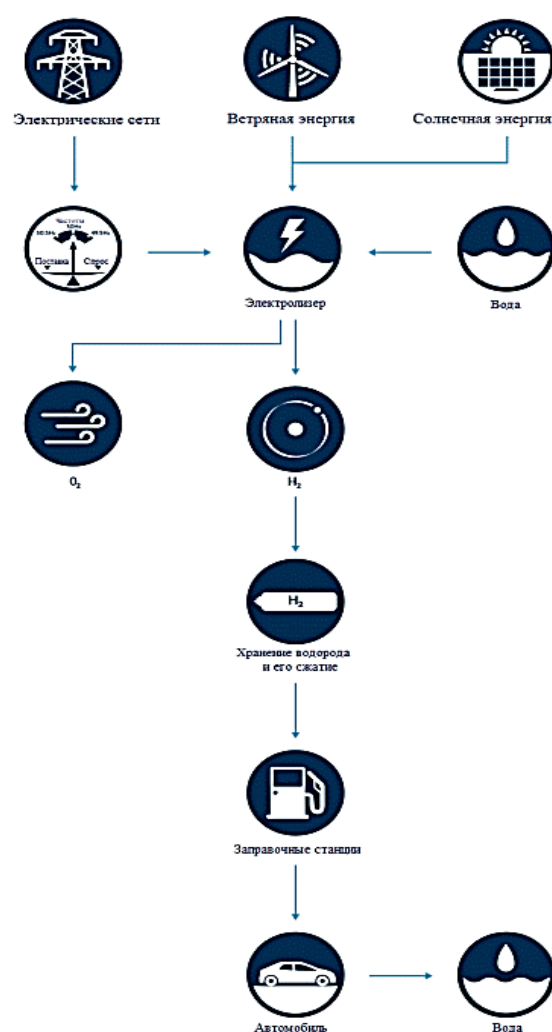


Рис. 1 - Схема выработки водородного топлива на станциях

Зеленый водород - другое дело. Его получают путем электролиза, при котором машины расщепляют воду на водород и кислород без каких-либо побочных продуктов. Исторически сложилось так, что для электролиза требовалось столько электроэнергии, что было мало смысла производить таким образом водород. Ситуация меняется по двум

причинам. Во-первых, значительные объемы избыточной возобновляемой электроэнергии стали доступны в масштабе сети; Вместо того, чтобы накапливать избыточное электричество в массивах батарей, дополнительное электричество можно использовать для электролиза воды, «накапливая» электричество в виде водорода. Во-вторых, электролизеры становятся более эффективными [2].

«Зеленый» водород может стать решением проблемы непостоянства работы генерации на базе ветра или солнца: водород становится хранилищем избыточной энергии, получаемой в солнечные и ветряные дни, впоследствии его можно использовать в качестве топлива для производства электроэнергии и тепла, когда это требуется потребителям.

Компании работают над разработкой электролизеров, которые могут производить зеленый водород так же дешево, как серый или синий водород, и аналитики ожидают, что они достигнут этой цели в следующем десятилетии. Тем временем энергетические компании начинают напрямую интегрировать электролизеры в проекты возобновляемой энергетики. Например, консорциум компаний, стоящих за проектом под названием Gigastack, планирует оборудовать морскую ветряную электростанцию Орстеда Hornsea Two 100-мегаваттными электролизерами для производства зеленого водорода в промышленных масштабах.

Современные возобновляемые технологии, такие как солнечная и ветровая, могут декарбонизировать энергетический сектор на целых 85 процентов за счет замены газа и угля чистой электроэнергией. Другие части экономики, такие как отгрузка и производство, труднее электрифицировать, потому что они часто требуют топлива с высокой плотностью энергии или тепла при высоких температурах. Зеленый водород имеет потенциал в этих секторах. Отраслевая комиссия по энергетическому переходу заявляет, что экологически чистый водород является одной из четырех технологий, необходимых для достижения цели Парижского соглашения по сокращению выбросов углекислого газа более чем на 10 гигатонн в год в наиболее сложных отраслях промышленности, среди которых горнодобывающая промышленность, строительство и химическая промышленность [3].

Хотя зеленый водород все еще находится в зачаточном состоянии, страны - особенно страны с дешевой возобновляемой энергией - инвестируют в эту технологию. Австралия хочет экспортировать водород, который она будет производить, используя в изобилии солнечную и ветровую энергию. У Чили есть планы по водороду на засушливом севере страны, где много солнечной электроэнергии. Китай стремится к 2030 году ввести в эксплуатацию один миллион автомобилей с водородными топливными элементами.

Подобные проекты реализуются в Южной Корее, Малайзии, Норвегии и США, где штат Калифорния работает над поэтапным отказом от автобусов, работающих на ископаемом топливе, к 2040 году. А недавно

опубликованная Европейская комиссия по водородной стратегии на 2030 год призывает к увеличению мощности по водороду с 0,1 ГВт сегодня. до 500 ГВт к 2050 году. Именно поэтому в начале этого года Goldman Sachs предсказал, что к 2050 году рынок зеленого водорода составит 12 трлн долл.

Неразвитость инфраструктуры, является одной из главных проблем развития водородного транспорта. В настоящее время водород доставляется в место заправки таким же образом, как и все виды топлива, - в цистернах под давлением на грузовиках. Немецкая компания Wystrach (рис.2), производитель оборудования для хранения и перевозки газов, выпустила на рынок мобильную водородную заправочную станцию WyRefueler. Транспортабельная система, которая монтируется / демонтируется в течение дня, может быть размещена практически где угодно.



Рис. 2 - Мобильная водородная заправочная станция

Таким образом, электромобили на водородном топливе в перспективе имеют возможность и вовсе вытеснить автомобили с двигателем внутреннего сгорания: электромобили равны с ними по безопасности, однако являются более эргономичными для личного использования и максимально экологичными в глобальном масштабе, что явно является большим преимуществом не только потребителя, но и государств в целом.

Список использованных источников:

1. Интернет ресурс URL: <https://pchela.news/news/detail/10925>
2. Глобальная «водородная» энергетика – шаг в XXII век [Электронный ресурс] – Euronews. – 30.10.2017.
<https://ru.euronews.com/2017/10/30/tomorrow-s-hydrogen-car>.
3. Интернет ресурс “Чистое топливо будущего”
URL: <https://www.deutschland.de/ru/topic/okruzhayuschaya-sreda/vodorodnaya-strategiya-zelenyy-vodorod-toplivo-buduschego>

© М.А. Игумнов, 2021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

студент гр. 18ЭЭ(ба) ЭА Шарифуллин Вадим Рамилевич,

Науч. руководитель:

канд. техн. наук, доцент Быковская Людмила Владимировна

ГОУ ОГУ «Оренбургский государственный университет»,

г. Оренбург, Российская Федерация

Аннотация. В электротехнике важную роль играют эксперименты, включающие аппаратные и программные компоненты. Студенты в основном получают теоретические знания без реального опыта, поэтому разработка различных программных моделей, если фактическое оборудование недоступно, может удовлетворить потребность в практике. В этой статье авторы сравнивают реальные физические схемы и имитационные модели, построенные в NI Multisim.

Ключевые слова. Multisim, имитационное моделирование; аналоговые схемы, аппаратное моделирование, фильтр выходного сигнала; выпрямители.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CIRCUIT SOLUTIONS OF RECTIFIER DEVICES

SharifullinVadimRamilevich

Abstract. In electrical engineering, experiments involving hardware and software components play an important role. Students mostly gain theoretical knowledge without real-world experience, so developing different software models if actual hardware is not available can meet the need for practice. In this article, we will compare real physical circuits and simulation models built in NI Multisim.

Keywords. Multisim; simulation modeling; analog circuits; hardware modeling; output signal filter; rectifiers.

При изучении курса «Электротехника и основы электроники» важной составляющей учебного процесса являются лабораторные работы. Для проведения экспериментов создаются учебные лаборатории,

оборудованные учебными стендами. Так как лабораторные работы проводятся по разным разделам курса, то стенды должны быть подключены и к трёхфазному переменному напряжению, и к постоянному напряжению. Напряжение понижают в соответствии с требованиями электробезопасности. Выполняя учебные эксперименты, студенты собирают электрическую цепь и проводят электрические измерения. Преимущество такого порядка проведения лабораторных работ состоит в приобретении практического опыта монтажа электрических схем и работы с измерительными приборами. При этом на сборку и отладку работы электрической цепи тратится время, поэтому ограничивается количество опытов [1]. Применение инновационных программных пакетов, предназначенных для имитационного моделирования электрических и электронных цепей, все недостатки могут быть преодолены. Используем такой подход для сравнения схемотехнических решений выпрямительных устройств на примере программного пакета схемотехнического моделирования Multisim от National Instruments, который прост в использовании и обладает большой компонентной базой.

Для проведения сравнительного анализа в лаборатории электротехники и электроники ОГУ были собраны несколько схем на полупроводниковых диодах, предназначенных для преобразования синусоидального тока в электрический ток одной полярности [2].

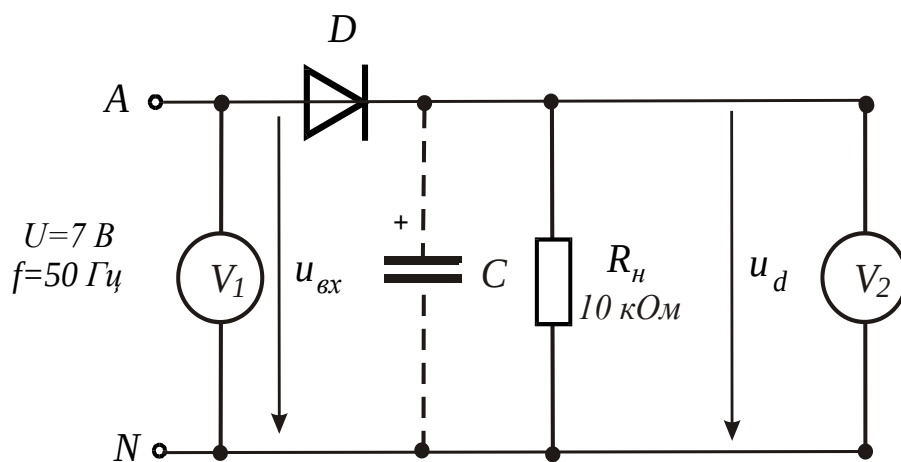


Рис 1 - Схема полупроводникового однополупериодного выпрямителя

Создаем имитационную модель в Multisim по рисунку 1[3].

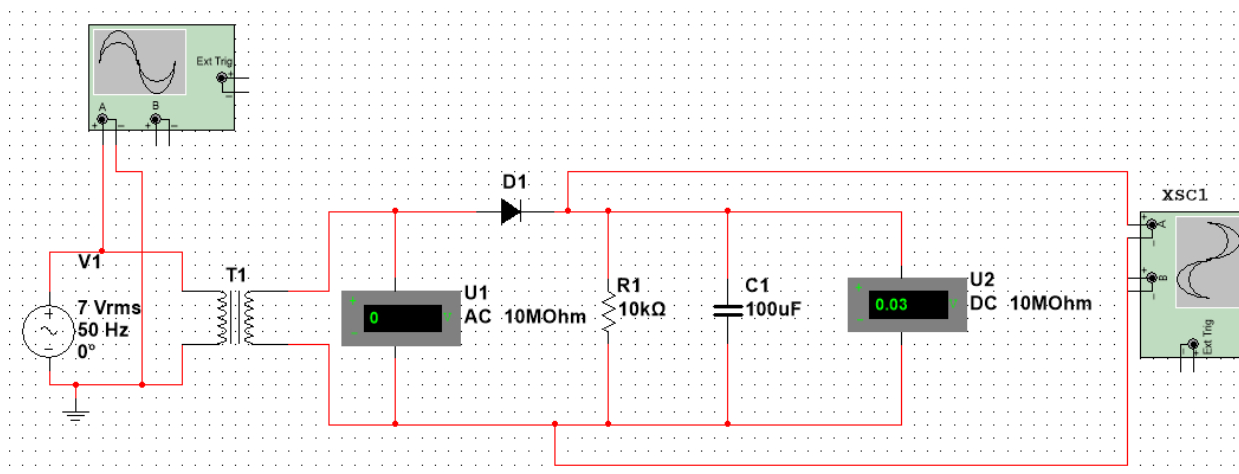


Рис 2 - Схема полупроводникового однополупериодного выпрямителя в Multisim.

Для сглаживания пульсаций напряжения в нагрузке в схему выпрямителя включают реактивные элементы. Наиболее оптимальным выбран емкостной фильтр емкостью 100 мкФ, который обеспечивает минимальную глубину пульсаций.

Для сравнения результатов физического и имитационного моделирования приведем осциллограммы.

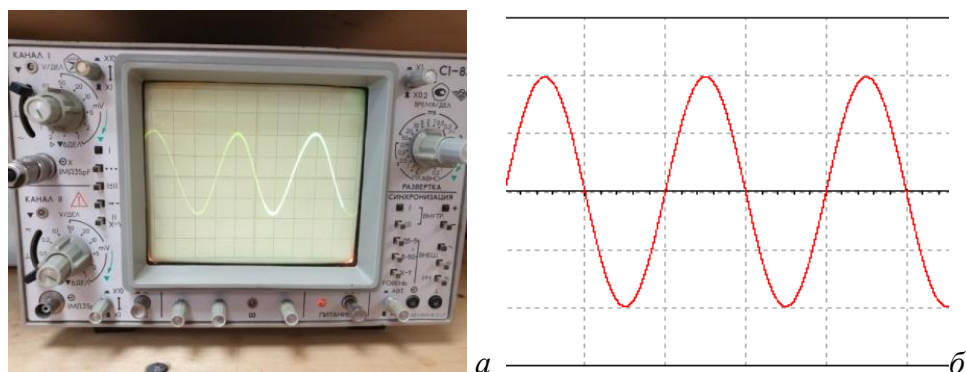


Рис 3 - Осциллограмма входного напряжения:
а) физическая модель; б) имитационная модель

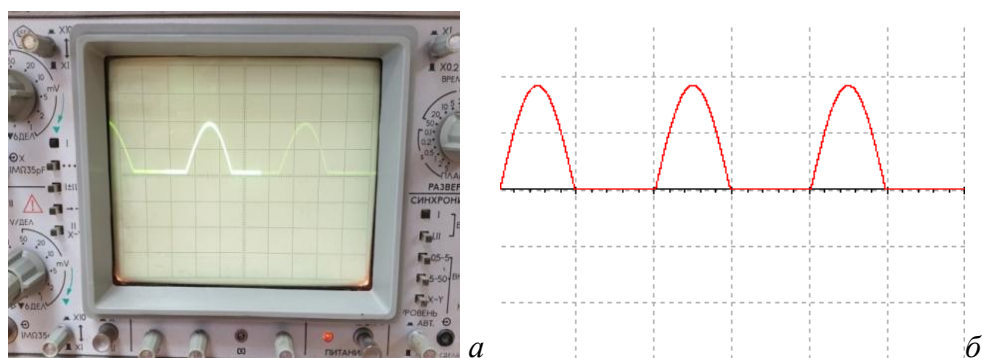


Рис 4 - Осциллограмма напряжения на нагрузке, схема без фильтра:
а) физическая модель; б) имитационная модель

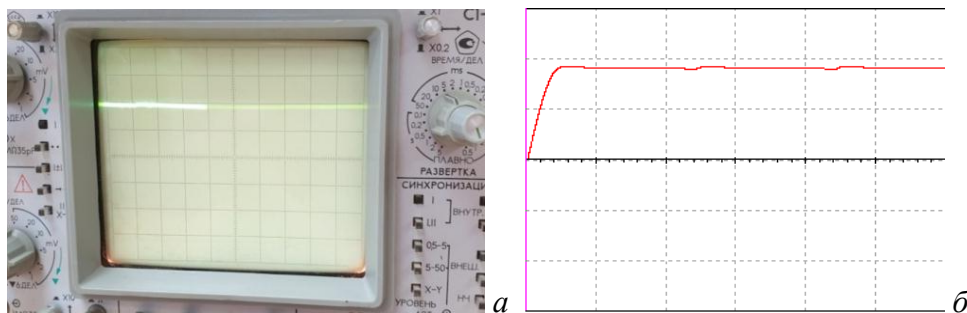


Рис 5 - Осциллограммы напряжений на нагрузке, схемы с емкостным фильтром $C = 100 \text{ мкФ}$: а) физическая модель; б) имитационная модель

Использование имитационной модели позволило наглядно наблюдать за изменением глубины пульсаций при изменении величины емкости фильтра без дополнительных материальных и временных ресурсов, которые потребовались при физической сборке схем в лаборатории. Повторим аналогичные рассуждения с мостовой схемой выпрямления, которая является наиболее распространенной.

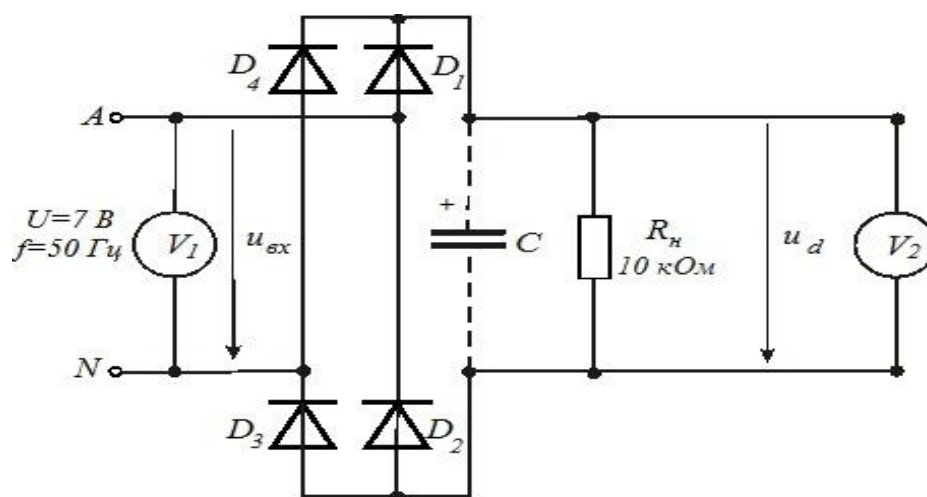


Рис 6 - Схема полупроводникового мостового выпрямителя

Создадим имитационную модель схемы в Multisim по рис 6. Широкая элементная база программы позволяет выбрать диоды с необходимыми характеристиками [4].

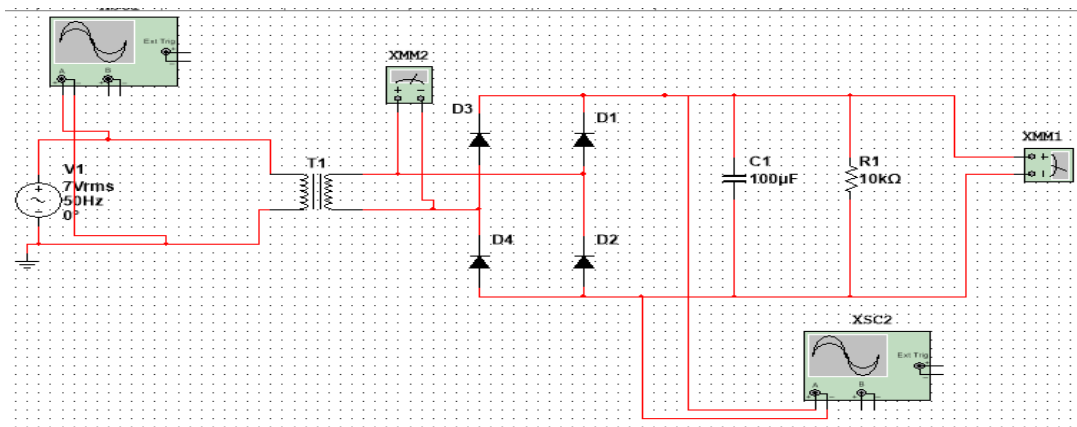


Рис 7 - Схема полупроводникового мостового выпрямителя в Multisim

Для сравнения результатов физического и имитационного моделирования приведем осциллограммы без фильтра (рис.8), с емкостными фильтрами величиной $C=1$ мкФ (рис.9) и $C=100$ мкФ (рис.10).

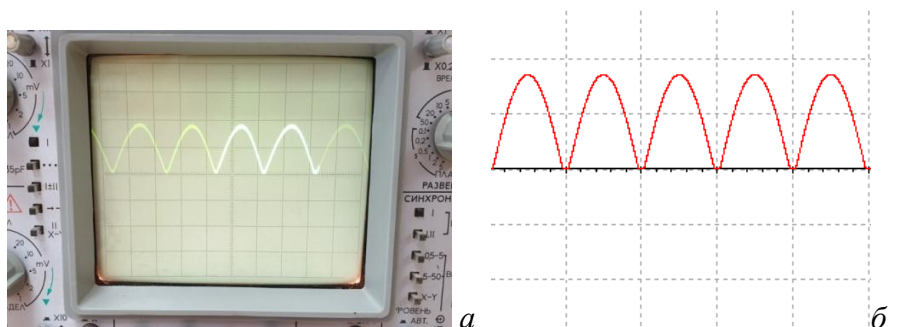


Рис 8 - Осциллограмма напряжения на нагрузке, схема без фильтра^Λ
а) физическая модель; б) имитационная модель

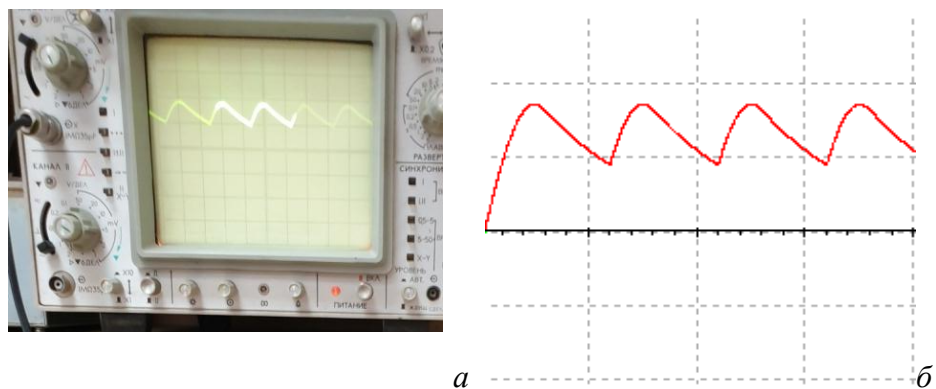


Рис 9 - Осциллограммы напряжений на нагрузке, фильтр $C = 1$ мкФ:
а) физическая модель; б) имитационная модель

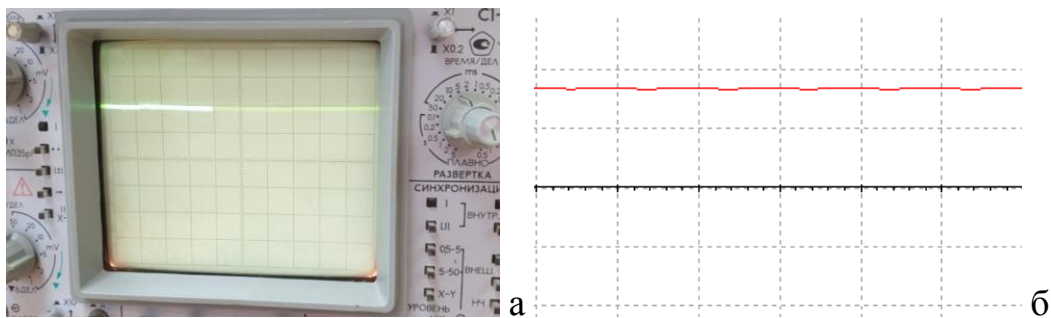


Рис 10 - Осциллограммы напряжений на нагрузке, фильтр $C = 100 \text{ мкФ}$:
а) физическая модель; б) имитационная модель

Наиболее качественное выпрямление, напряжения было получено в мостовой схеме с емкостным фильтром $C=100 \text{ мкФ}$.

При использовании программ имитационного моделирования у студентов появляется возможность наблюдать за процессами в электрических цепях, применяя модели электроизмерительных приборов и осциллографа. При создании имитационной модели и анализе ее работы студенты работают самостоятельно, что способствует формированию устойчивых навыков моделирования электрических схем. Такая автоматизация лабораторных работ оказалась весьма полезной при дистанционной форме обучения.

Список использованных источников:

1. Быковская Л.В., Быковский В.В. Виртуальные лабораторные работы в курсе «Электротехника и основы электроники» // Модернизация образования: проблемы, поиски, решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург, ИПК ОГУ, 2004. – С.257-258.
2. Исследование электрических и электронных цепей на лабораторных стендах ТЭЦОЭ2-Н-Р: практикум / Л.В. Быковская, В.В. Быковский, Н.Ю.Ушакова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 135 с.
3. Хернтер Марк Е. Электронное моделирование в Multisim – Издательство: ДМК-Пресс, – 2009. – 501 с.
4. Помазанов И.С., Калинин В.С. Моделирование электронных схем с помощью программы *ni multisim* // Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. - Москва, 2018. – С. 102–104.

© В.Р. Шарифуллин, 2021

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

студент гр. 10604217 **Михалчёнок Владислав Юрьевич**,

студентка гр. 10604217 **Иванова Каролина Сергеевна**,

Науч. руководитель: канд. техн. наук, доц. **Качан Светлана Аркадьевна**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются тенденции современного мирового потребления энергии и ее генерации с учетом индустриализации в развивающихся странах. Показывается роль ископаемого топлива и возобновляемых источников энергии, доля которых возрастает во многих странах мира в связи с требованиями охраны окружающей среды. Анализируются способы решения проблемы нерегулярности выработки энергии возобновляемыми источниками, в том числе за счет аккумуляирования и объединения энергетических сетей нескольких стран в «суперсети».

Ключевые слова. Энергия, ископаемое топливо, возобновляемые источники, энергетические сети, хранение электроэнергии.

CHALLENGES OF MODERN GLOBAL ENERGY

Mikhalchenok Vladislav Yurievich,

Ivanova Karolina Sergeevna

Abstract. Trends in modern world energy consumption and generation are considered, taking into account industrialization in developing countries. The role of fossil fuels and renewable energy sources, the share of which is increasing in many countries of the world in connection with the requirements of environmental protection, is shown. Methods of solving the problem of irregularity of energy generation by renewable sources are analyzed, including through the accumulation and unification of energy networks of several countries in a "supergrids".

Keywords. Energy, fossil fuels, renewable sources, power grids, electricity storage.

С ростом мирового населения и индустриализации в развивающихся странах потребность человечества в энергии достигла беспрецедентного уровня: ежедневное потребление первичной энергии составляет порядка 160 тыс. ТВт·ч (рис. 1) [1].

По некоторым оценкам, к 2040 году мировое потребление энергии увеличится на 25 – 50% [2]. Это связано с повышением уровня жизни в развивающихся странах Азии, Латинской Америки и некоторых регионов Африки.

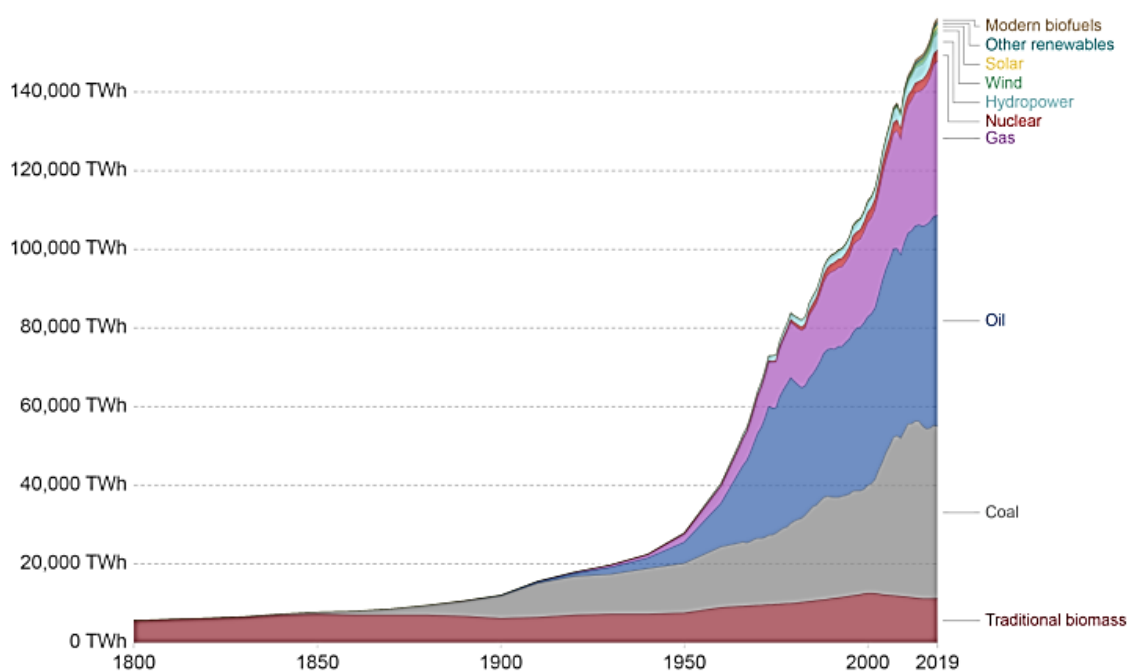


Рис. 1 – Глобальное потребление первичной энергии

Так в настоящее время более 1 миллиарда человек (13% населения мира) не имеют доступа к электричеству [1]. Примерно 3 миллиарда человек (40% населения мира) не имеют доступа к чистому топливу для приготовления пищи, что приводит к повышенным затратами на здоровье из-за загрязнения воздуха в жилищах.

Отметим, что потребление электроэнергии на душу населения в разных странах мира варьируется более чем в 100 раз, а потребление энергии на душу населения – более чем в 10 раз [1]. При этом есть корреляция между уровнем доходов населения и доступом к современным энергетическим услугам. С ростом благосостояния потребление энергии возрастает.

При этом ожидается, что наибольшей проблемой энергетики станет кондиционирование, поскольку с ростом численности среднего класса в Индии и Китае увеличится спрос на охлаждение воздуха в жаркий период. Межправительственная группа экспертов ООН по изменению климата предполагает, что к середине нынешнего столетия спрос на охлаждение превысит спрос на отопление.

В настоящее время большая часть энергии поступает из ископаемого топлива (рис. 2) [3]. Подсчитано, что с тех пор, как в 1850-х годах началось коммерческое бурение нефтяных скважин, использовано более 135 миллиардов тонн сырой нефти.

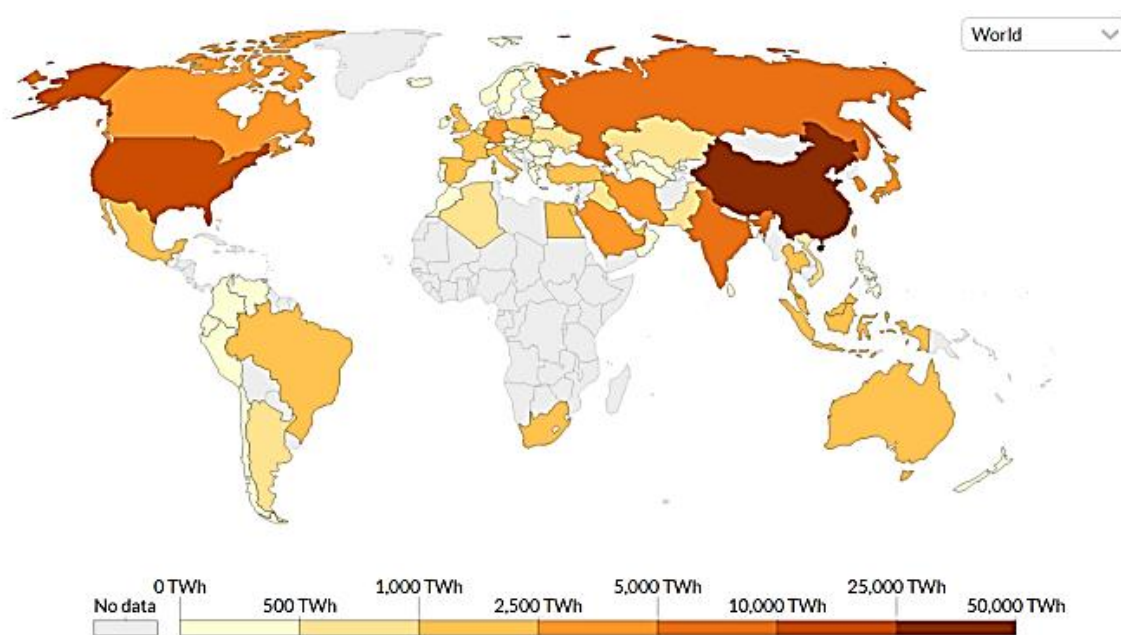


Рис. 2 – Потребление ископаемого топлива

Проблема, которая доминирует в общественной дискуссии по энергетике, - это изменение климата, вызванное прежде всего сжиганием углеводородного топлива. Именно производство энергии отвечает за 87% глобальных выбросов парниковых газов. Климатический кризис ставит под угрозу окружающую нас природную среду, наше и наших потомков.

Коренное изменение источника энергии является одной из глобальных задач, стоящих сегодня перед человечеством. При этом могут потребоваться фундаментальные изменения быта современных людей. При увеличении спроса на энергию, ожидаемом в ближайшие десятилетия, необходимо обеспечить глобальные соглашения о сокращении количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу. Чтобы сократить выбросы

CO₂ и загрязнение воздуха, мир должен быстро перейти к низкоуглеродным источникам энергии – ядерным и возобновляемым технологиям.

В настоящее время уже почти 20% мировой первичной энергии обеспечивается из возобновляемых источников (рис. 3) [4]. Ожидается рост этой доли ежегодно на 2,6% до 2040 года [5].

Ранее преобладали гидроэлектростанции, а темпы прироста мощности ветроустановок были наибольшими. Новые достижения в технологии солнечных панелей, которые позволяют им производить энергию даже в пасмурные дни, привели к резкому увеличению количества энергии, генерируемой от солнца.

Однако есть трудности подключения возобновляемых источников энергии к существующим электросетям, которые предназначены для устойчивой и надежной выработки электроэнергии. При этом ветровая и солнечная энергия сильно зависят от погоды и времени суток (в случае солнечной), а это означает, что они не обязательно генерируют электроэнергию в периоды пикового спроса.

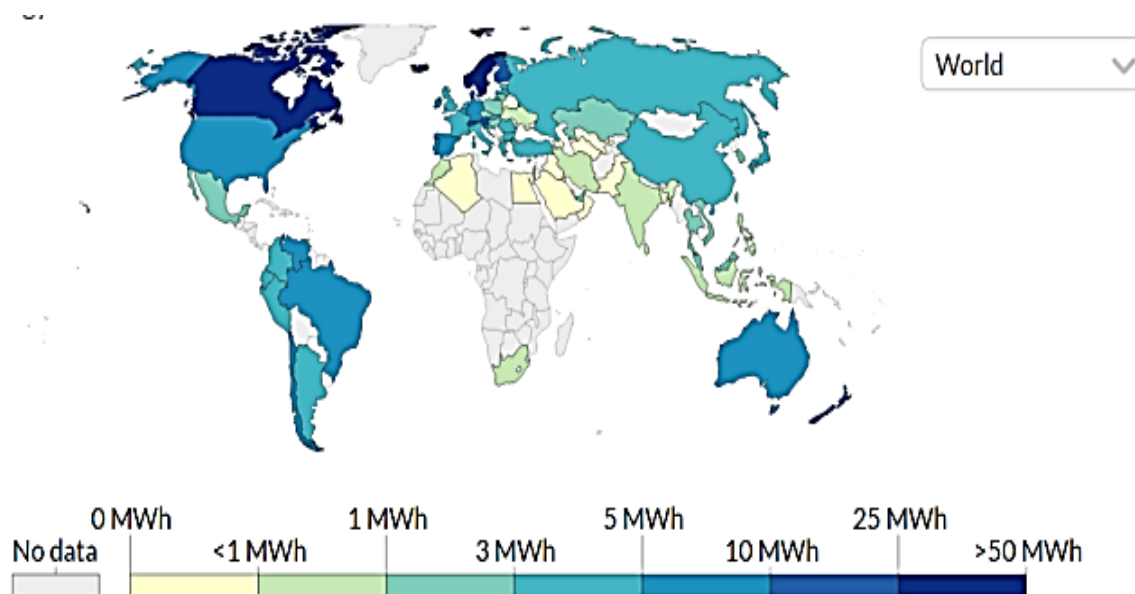


Рис. 3 – Потребление энергии из возобновляемых источников на душу населения

В таких условиях балансирование генерации электроэнергии производится за счет тепловых электростанций, работающих на органическом топливе, и даже за счет атомных электростанций. Эти генерирующие источники работают со сниженной мощностью, чтобы

иметь возможность к увеличению нагрузки при снижении генерации возобновляемых источников.

Отмеченное накладывает ограничения на то, какую часть возобновляемых источников энергии можно практически использовать. Так, например, по оценкам [5] без аккумулирования только около 10% энергии может поступать от солнечных батарей, так как они генерируют энергию в середине дня, а утренние и вечерние часы (и тем более ночью) нужны другие энергоисточники.

Одним из решений этой проблемы является укрупнение сетей, распределяющих электроэнергию, создание так называемых «суперсетей». При распределении энергии на большой территории, выше шансы, что будет светить солнце или дуть ветер в той или другой части сети электроснабжения.

Предполагается объединение энергетических сетей нескольких стран. Уже в течение десятилетий обсуждаются предложения по созданию европейской суперсети и единой сети в Соединенных Штатах. Высказываются призывы к созданию глобальной энергетической сети. Последнее поддержано Китайской государственной сетью, которая создала Организацию по развитию и сотрудничеству в области глобального объединения энергосистем [6].

Передача электроэнергии из регионов, которые меньше в ней нуждаются, в те, где потребность выше, позволит получить существенные экономические выгоды. Использование избыточных мощностей соседних стран может помочь снизить затраты на строительство новых энергетических проектов.

Однако есть проблемы в стоимости строительства таких суперсетей; передача электроэнергии на большие расстояния может быть неэффективной, многим странам придется модернизировать свои линии электропередач.

Есть и политические проблемы, поскольку любой сбой или атака на глобальную сеть может иметь очень серьезные последствия, угрожающие безопасности поставок энергии во многих странах. При этом энергетическая безопасность является главной движущей силой геополитики.

Развитие альтернативных источников энергии может изменить геополитику энергетики, изменив состав наиболее крупных поставщиков энергии.

Отметим, что потребность в суперсетях и соглашениях о разделе электроэнергии между странами уменьшится, если удастся найти эффективный способ хранения электроэнергии.

В настоящее время нет простого и экономически приемлемого способа долговременного аккумулирования электроэнергии, генерируемой ветроустановками или солнечными панелями. Конденсаторы и маховики могут обеспечить запас энергии на несколько минут или часов. Могут применяться гидроаккумулирующие электростанции, но строительство новых плотин гидроэлектростанций является спорным и крайне вредным для экологии.

Решением может быть производство топлива путем расщепления воды для получения водорода. Так, например, в шотландском Абердине реализуется крупнейший в мире демонстрационный проект водородных топливных элементов в автобусах.

Ожидается, что к 2050 году человечество все еще будет получать 75% энергии из ископаемого топлива [5], и важнейшей задачей будет сокращение выбросов углекислого газа. Это потребует хранения и улавливания углерода. Снижение стоимости улавливания углерода, вероятно, является самой сложной частью этого процесса, также нужно решить вопрос его хранения.

В заключение отметим, что возможно иное решение проблемы использования возобновляемых источников энергии: более тщательный мониторинг потребления энергии отдельными бытовыми потребителями. Подробная поминутная информация о спросе должна помочь энергетическим компаниям лучше управлять сетями. При этом энергетические компании, используя искусственный интеллект, будут контролировать работу бытовых приборов в режиме реального времени. Они смогут включить их, когда погода солнечная и солнечная энергия в изобилии или, наоборот, когда спрос низок.

Список использованных источников:

1. Global direct primary energy consumption[Электронный ресурс] // Our World in Data / URL : https://ourworldindata.org/grapher/global-primary-energy?country=~OWID_WRL (дата обращения: 25.03.2021).

2. Никифоров О. Британская компания BP представила сценарии развития мировой энергетики до 2040 года [Электронный ресурс] // BP Energy Outlook / URL : <https://www.energovector.com/portrait-globalnoe-potreblenie-energoresursov-mojet-vyrasti-na-tret.html> (дата обращения: 25.03.2021).

3. FossilFuels [Электронный ресурс] // OurWorldinData / URL:<https://ourworldindata.org/fossil-fuels>(дата обращения: 25.03.2021)

4. Renewable Energy[Электронный ресурс] // Our World in Data / URL: <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-renewables?country=> (дата обращения: 25.03.2021).

5. Gray R. Getting power to people where and when it's needed could rewrite the geopolitical rulebook [Электронный ресурс] // The biggest energy challenges facing humanity/ URL: <https://www.bbc.com/future/article/20170313-the-biggest-energy-challenges-facing-humanity> (дата обращения: 25.03.2021).

6. Shkradyuk I., Simonov E. Crossroads of World energy and China's Global Energy Interconnection (GEI). Technical Report. January 2018.

© В.Ю. Михалчёнок, К.С. Иванова, 2021

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА

студент гр. 423 **Леоненко Михаил Сергеевич**,
Науч. руководитель: ассистент **Базулин Илья Сергеевич**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Приводится обзор состояния питьевой воды для населения, показаны способы, применяемые для очистки и опреснения воды, и варианты их сочетания с возобновляемыми источниками энергии солнца.

Ключевые слова. Способы опреснения, солнечные установки.

PROSPECTS FOR THE USE OF FOAM GLASS IN THERMAL INSULATION OF PIPELINES

Leonenko Mikhail Sergeevich

Abstract. The article provides an overview of the state of drinking water for the population, shows the methods used for water purification and desalination, and options for combining them with renewable energy sources solar.

Keywords. Methods of desalination, solar plants.

Все живые существа, включая людей, населяющие нашу планету, каждый день нуждаются в питьевой воде, но при этом большая часть воды на поверхность Земли непригодна для питья.

Общее количество пресной воды составляет всего 2,8 – 3 %, из которых 74% находится в ледниках, 25,6 % под землей, и только 0,4 % доступно на поверхности для использования в виде пресной воды [1].

С каждым годом на Земле становится все меньше и меньше источников пресной воды, в результате чего около 40% населения мира уже столкнулись с серьезной проблемой нехватки питьевой воды. На данный момент для России и стран ближнего зарубежья массового дефицита пресной воды не наблюдается. Но уже имеется ее недостаток в

Узбекистане, Крыму, Калмыкии, Казахстане, Туркмении, Северном Кавказе и в таких областях, как Курганская, Курская и др [2].

В каждом регионе есть достаточные запасы воды, но они не подходят для использования без предварительной очистки. Очистка или опреснение воды будет экономически целесообразно, если по стоимости это будет ниже, чем ее транспортировка из ближайших регионов.

Поэтому большинство стран ищут эффективные способы получения пресной воды.

В одних случаях воду нужно очищать от примесей, в других – опреснять. В обоих случаях необходимы затраты энергии, которые, в свою очередь, зависят от доступа к источнику воды и близости места, уровня качества и солёности, особенностей процесса опреснения и т. п.

Затраты на электроэнергию по обеспечению процесса опреснения могут составлять от 30 до 60 % эксплуатационных расходов. Таким образом, расход электроэнергии напрямую влияет на стоимость очищенной воды.

На данный момент в мире существует две основные технологии опреснения воды. Способ, основанный на изменении фазового состояния вещества или тепловой способ, и мембранный. Обе эти технологии могут быть осуществлены несколькими методами.

К технологии фазовых изменений относятся:

- паровое давление (ПД), тепловое (ТПД) и механическое сжатие пара (МПД);
- высокоэффективная дистилляция (ВЭД);
- многоступенчатая дистилляция (МСД);
- другие процессы, включающие дистилляцию (СД), увлажнение, осушение (УО) с помощью солнечных установок.

Мембранные технологии, вместе с мембранной дистилляцией (МД), включают в себя два основных процесса: обратного осмоса (ОО) и электродиализа (ЭД). Эти две технологии для удаления солей из воды используют мембраны (рис. 1).

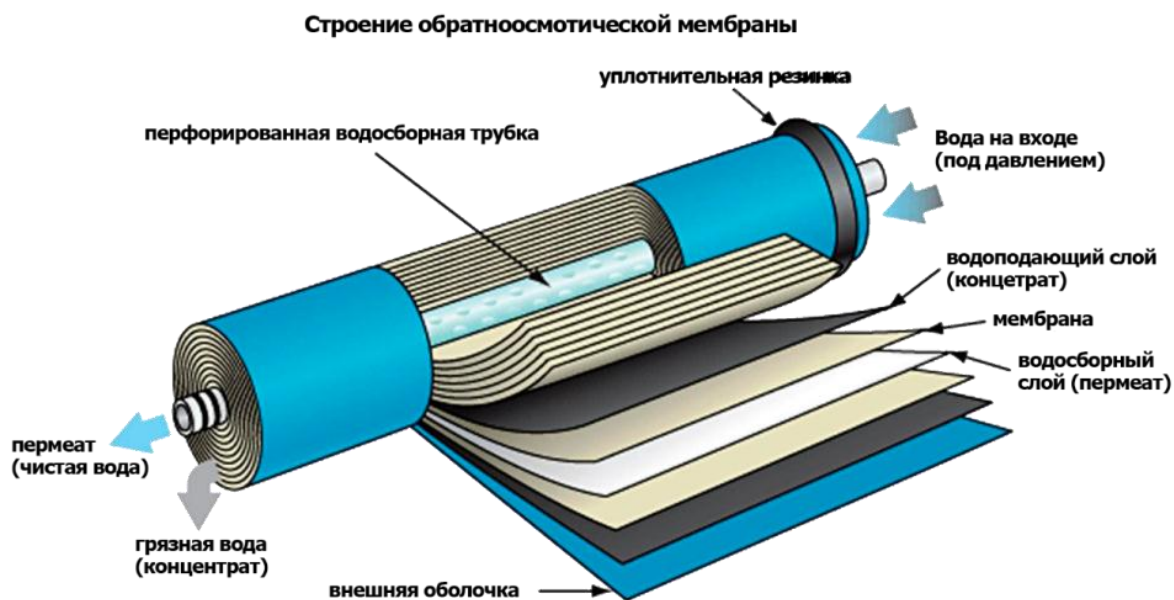


Рис. 1 - Мембраны для удаления солей

Оба процесса требуют больших энергозатрат для преодоления существующего осмотического давления между пресной и соленой водой. Технологии ЭД, как правило, используются только для солоноватых вод, в которых соли из водного потока притягиваются мембранами и проходят через них под действием электрического тока.

Технология обратного осмоса применима для опреснения морской или соленой воды. В этом случае вода при высоком давлении проходит через мембраны, изготовленные из ароматического полиамида или ацетата целлюлозы, очищаясь от соли.

Существуют еще три процесса на основе мембранных технологий, не использующихся в процессах опреснения, но применяемые для улучшения качества питьевой воды. К ним относятся микрофильтрация (МФ), ультрафильтрация (УФ) и нанофильтрация (НФ) [3].

Тепловые процессы также требуют большого количества энергии на их осуществление, поэтому такие установки обычно размещают вблизи тепловых электростанций, от которых они используют тепло отработанного пара.

Одним из решений проблемы энергообеспечения процессов опреснения может стать использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), наиболее подходящими из которых являются ветер и солнце [4].

На рис. 2 показаны возможные технологические комбинации ВИЭ и основных методов опреснения воды.

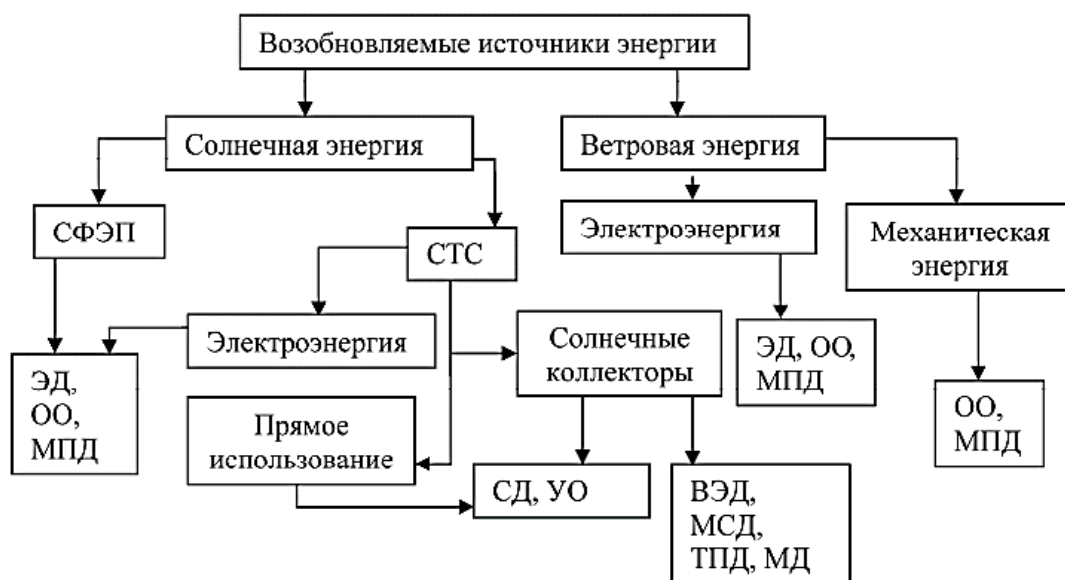


Рис. 2 - Возможные технологические комбинации основных ВИЭ и методов опреснения воды

Работа солнечной опреснительной установки основана на обратном осмосе – разделении ионов и молекул в растворе, который проходит через полупроницаемую мембрану под давлением. Процесс очистки начинается тогда, когда солнечные лучи попадают на фотоэлектрический модуль. После этого включается насос, который подает воду в сосуд под большим давлением. Вода, проходя через мембрану из полимерного материала, отдает ей соли и минералы (рис.3).

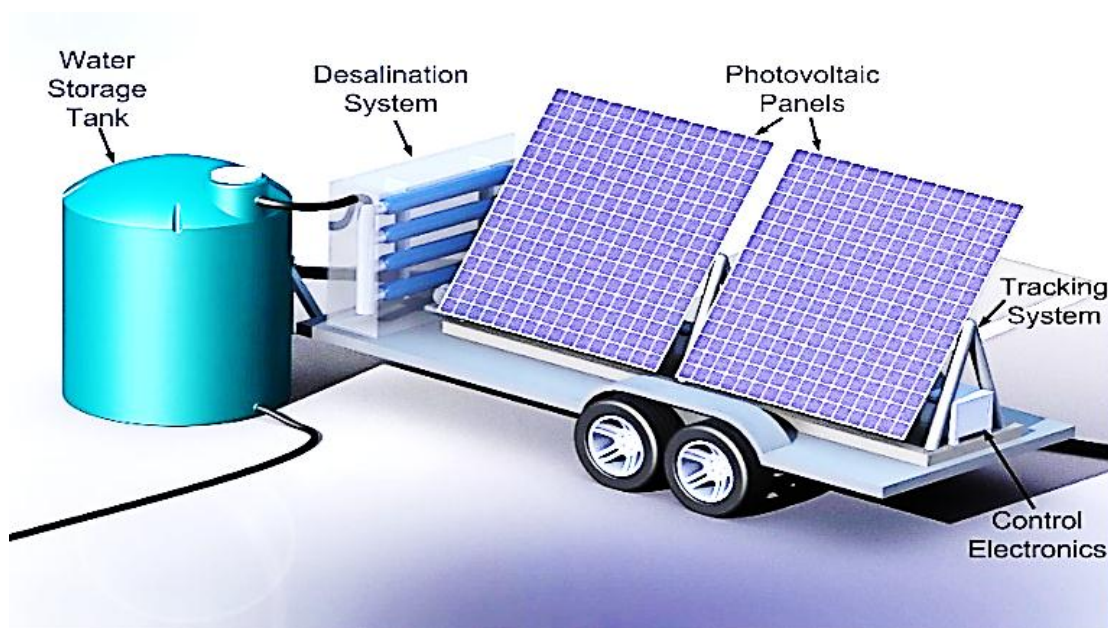


Рис. 3 - Схема опреснительной установки на солнечных модулях

Подобные установки имеют систему управления, с помощью которой можно оптимально использовать солнечную энергию. При уменьшении солнечного излучения устройство соответственно понижает мощность насоса и других потребителей энергии. Система будет работать быстрее в ясный солнечный день, и производить большее количество воды.

Таким образом, использование солнечных установок в опреснительных установках является довольно простым, а также экономически выгодным. Стоит отметить, что прогресс не стоит на месте и КПД солнечных электростанций повышается, разрабатываются новые технологии в генерировании и аккумулировании электроэнергии. Все это показывает перспективность эксплуатации солнечной энергии.

Список использованных источников:

1. Запасы пресной воды на земле по странам. –
URL: <https://cyberlesson.ru/zapasy-presnoj-vody-na-zemle-po-stranam>
(дата обращения 20.03.2021)
2. Регионы России с критическим дефицитом воды –
URL: <https://tri-kolodtsa.ru/news/regiony-rossii-s-kriticheskim-deficitom-vody.html> (дата обращения 15.04.2021)
3. Мембранные методы опреснения воды. –
URL: https://studref.com/608498/stroitelstvo/membrannye_metody_opresneniya_vody (дата обращения 03.04.2021)
4. Возобновляемые источники энергии. –
URL: <https://ecoblogger.ru/vozobnovlyaemye-istochniki-energii/>
(дата обращения 10.04.2021)

© М.С. Леоненко, 2021

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМЫ FSFR2100

студент гр. АЭП-19-16 Стерляжников Сергей Сергеевич,
Науч. руководитель: ассистент Торошин Александр Константинович
Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
г. Лысьва, Российская Федерация

Аннотация. Применение технологий беспроводной передачи энергии может значительно облегчить использование различной техники. В статье предложен концепт устройства для беспроводной передачи электроэнергии, построенный на базе микросхемы FSFR2100. Была разработана принципиальная схема LLC-резонансного передатчика. Данная технология может быть масштабирована для беспроводной зарядки электромобилей.

Ключевые слова. Беспроводная передача энергии, LLC-резонансный преобразователь, резонансный преобразователь, FSFR2100, зарядная станция.

DEVELOPMENT OF A PLATFORM FOR WIRELESS POWER TRANSMISSION BASED ON FSFR2100 MICROCIRCUIT

Sterlyazhnikov Sergey Sergeevich

Abstract. The use of wireless power transmission technologies can greatly facilitate the use of various techniques. The article proposes a concept of a device for wireless power transmission, built on the basis of the FSFR2100 microcircuit. A schematic diagram of the LLC resonant transmitter was developed. The technology can be scaled up for wireless charging of electric vehicles.

Keywords. Wireless power transmission, LLC resonant converter, resonant converter, FSFR2100, charging station/

Технологии беспроводной передачи энергии постоянно развиваются и улучшаются, и в данный момент существует несколько стандартов беспроводной передачи энергии, которые обладают достаточно низкой

стоимостью, высоким КПД передачи. Но эти стандарты рассчитаны на низкие напряжения, преимущественно для зарядки мобильных устройств, что не всегда соответствует необходимым требованиям [1].

В качестве примера можно привести дроны с ограниченным временем полета, которое можно значительно продлить путем подзарядки на установленных платформах с системами беспроводной передачи энергии, но на рынке практически отсутствуют разработки, которые позволяют заряжать аккумуляторные батареи дронов без возвращения аппарата к человеку.

Для разработки подобной платформы была выбрана микросхема FSFR2100, которая отличается высокой мощностью, наличием большого количества защит. Основные технические характеристики FSFR2100:

- Максимальная выходная мощность без использования радиатора 200 Вт
- Максимальная выходная мощность при использовании радиатора 450 Вт
- Рабочий диапазон температур: от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Минимальное рабочее напряжение 14,5 В
- Защита от перенапряжения 23 В

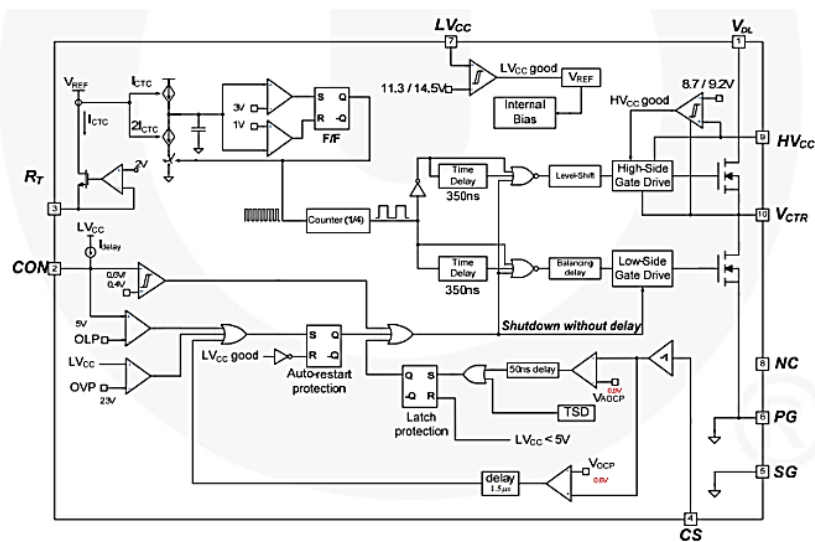


Рис. 1 - Блок схема FSFR2100

На рисунке 1 представлена блок схема микросхемы FSFR2100, которая предлагает все необходимое для создания надежного резонансного преобразователя, позволяя упростить конструкцию и повышая производительность, одновременно повысив надежность работы. Микросхема содержит несколько силовых МОП-транзисторов, схему

управления затвором верхнего плеча, управляемый генератор, схему ограничения частоты, функцию плавного пуска. FSFR2100 может применяться в различных топологиях резонансных преобразователей, таких как последовательные резонансные, параллельные резонансные, и LLC-резонансные преобразователи [2].

На базе данной микросхемы был собран LLC-резонансный преобразователь, который обладает повышенным КПД для зарядки аккумуляторов дронов или роботов.

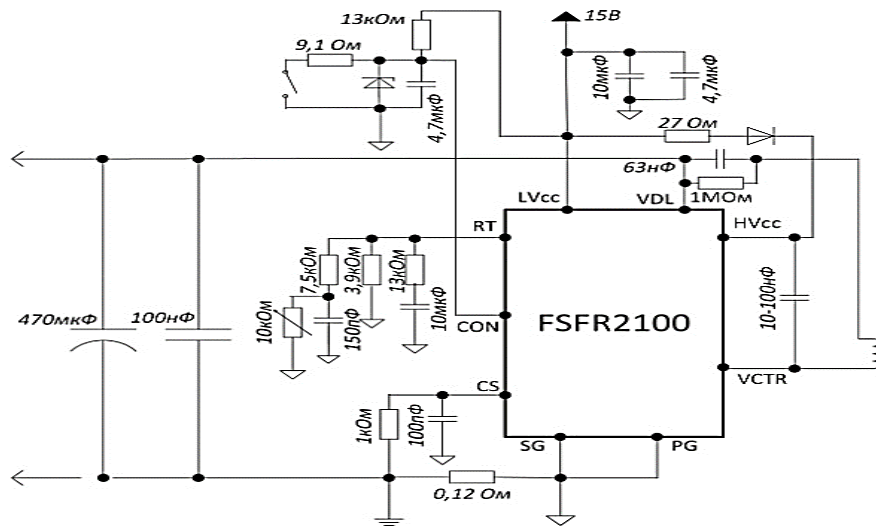


Рис. 2 - Принципиальная схема передатчика

На рисунке 2 представлена принципиальная схема передатчика, собранного на базе FSFR2100. Полученная модель может использоваться для зарядки аккумуляторных батарей дронов или роботов. Также, в дальнейшем, данная технология может быть масштабирована для беспроводной зарядки электромобилей [3].

Список использованных источников:

1. Беспроводные технологии // wireless-eURL: <https://wireless-e.ru/peredacha-energii/tehnologii-besprovodnoj-zaryadki-br-chast-2-standarty-i-ih-realizatsiya/> (дата обращения 30.04.2021).
2. FSFR2100 Switch // datasheetspdfURL: <https://datasheetpdf.com/pdf/663363/FairchildSemiconductor/FSFR2100/1> (дата обращения 30.04.2021).
3. Технологии беспроводной зарядки электромобилей // ElectricVehiclesAid <http://e-va.pro/tag/wireless-charging/> (дата обращения 30.04.2021).

© С.С. Стерляжников, 2021

ОБУЧЕНИЕ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ В CODESYS 3.5

магистрант гр. 519 **Воропанова Мария Андреевна**,
старший преподаватель **Новиков Александр Игоревич**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье описан процесс разработки автоматизированной системы регулирования температуры в инструментальной среде разработки CoDeSys 3.5 для программируемого логического контроллера Овен СПК-110. Также в статье приводится краткая инструкция по разработке программы управления процессом и по созданию экрана оператора.

Ключевые слова. Автоматизированная система регулирования, CoDeSys 3.5, CFC, ST, программа управления, экран оператора, SCADA-система.

TRAINING IN THE DEVELOPMENT OF THE REGULATORY SYSTEM IN CODESYS 3.5

Voropanova Mariya Andreevna,
Novikov Alexandr Igorevich

Abstract. This article describes the process of developing an automated temperature control system in the CoDeSys 3.5 development environment for the Owen SPK-110 programmable logic controller. The article also provides a brief guide on how to develop a process control program and how to create an operator interface.

Keywords. Automated control system, CoDeSys 3.5, CFC, ST, control program, operator interface, SCADA system.

Современному человеку невозможно представить свою жизнь без автоматизированных систем управления. Они встречаются повсюду, начиная от производств и заканчивая жилыми домами. Для автоматизации всех этих объектов используются различные технические средства. В их числе и программируемые логические контроллеры (ПЛК). Они получают

и обрабатывают информацию, выдавая после этого необходимые команды управления.

Для программирования контроллеров существует большое множество сред разработки и SCADA-систем. Одной из них является CoDeSys 3.5. В России эта интегрированная среда разработки наиболее часто используется с ПЛК производства компании Овен.

Рассмотрим создание простейшей автоматической системы регулирования (АСР) для контроллера Овен СПК-110 в среде CoDeSys 3.5.

Не будем останавливаться на описании процесса установки программного обеспечения и подготовительных действий по созданию проекта и перейдем непосредственно к созданию программы и разработке экрана оператора.

Проект состоит из следующих основных объектов (рис. 1):

- 1 – Главная программа;
- 2,3 – Функциональные блоки и Подпрограммы;
- 4 – Экраны;
- 5 – Модули ввода/вывода;
- 6 – Список Глобальных переменных.

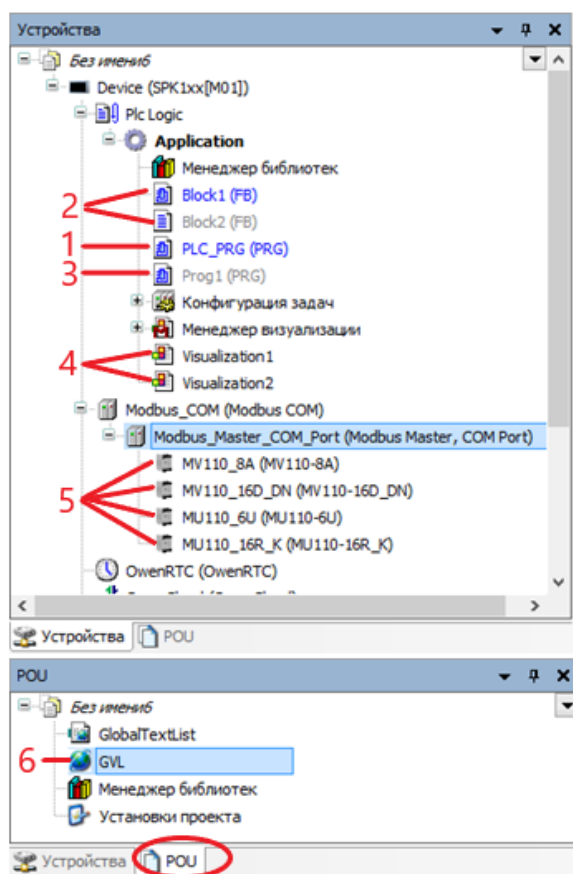


Рис. 1 – Состав проекта

В данной среде используются следующие языки программирования: язык непрерывных функциональных схем CFC, последовательных функциональных схем SFC, структурированного текста ST, функциональных блоковых диаграмм FBD, релейных диаграмм LD. Для разработки данной АСР будут использованы языки CFC (для основной части программы) и ST (для создания собственного блока).

Редактор программы CFC имеет внешний вид, показанный на рис. 2, и состоит из:

- 1) графического редактора;
- 2) панели инструментов с добавляемыми блоками (на рис. 2 выделены 4 наиболее используемых блока);
- 3) списка переменных, который может редактироваться вручную, но в большинстве случаев он заполняется автоматически [1].

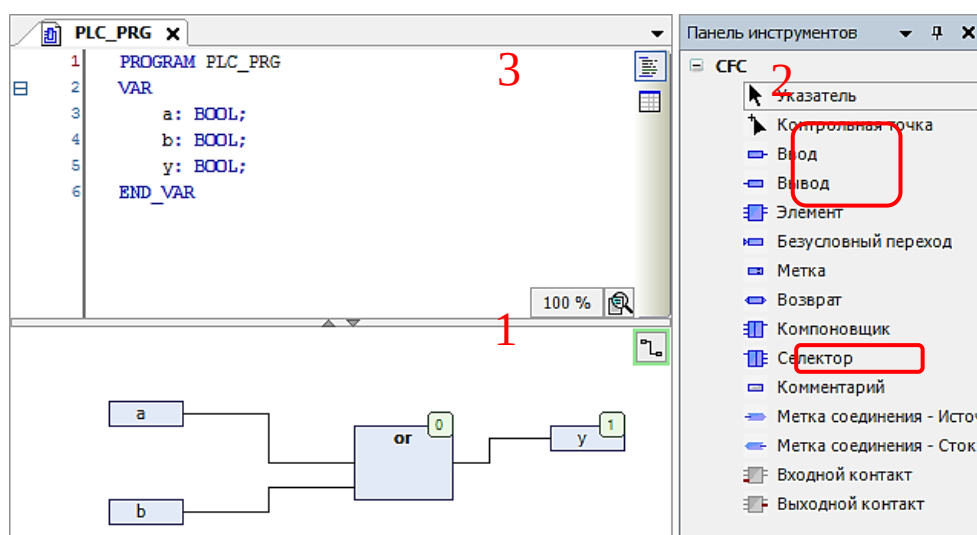


Рис. 2 – Внешний вид редактора программы

После добавлении «Ввода» (или «Вывода») достаточно написать в нем имя переменной с клавиатуры. Если этого имени еще нет в списке переменных, то программа предложит его добавить, открыв окно Автообъявление.

Аналогично для «Элемента», мы можем написать имя с клавиатуры (например: not, and, or, xor, abs, add, mul, div и др.) или нажать многоточие и выбрать из списка.

Пусть в качестве простейшей АСР будет система регулирования температуры. Тогда для реализации программы понадобятся блоки PID-регулятора и объекта управления.

Стоит отметить, что библиотеки CoDeSys 3.5 имеет большое количество различных блоков, в том числе различных PID-регуляторов.

Для них в CoDeSys выделена отдельная библиотека CmpOwenPidRegs, содержащая 8 блоков PID-регуляторов с дополнительными функциями и 11 вспомогательных блоков [2]. Но для простейшего регулирования достаточно использовать блок PID (рис. 3) из библиотеки Util.

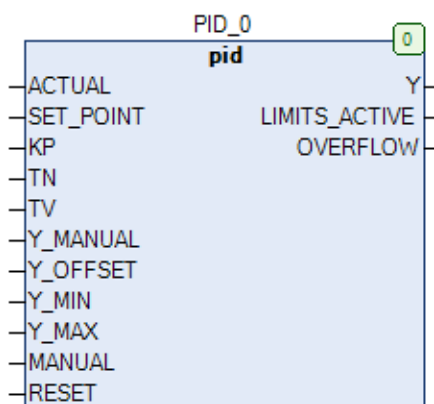


Рис. 3 – Внешний вид блока PID-регулятора

Описание входов и выходов блока PID представлено в табл. 1.

Таблица 1. Описание входов и выходов блока PID

	Имя	Тип	Описание
Вход	ACTUAL	REAL	Текущее значение, измеряемый технологический параметр, датчик
	SET-POINT	REAL	Требуемое значение, заданное значение
	KP	REAL	Пропорциональный коэффициент P
	TN	REAL	Интегральный коэффициент I (сек)
	TV	REAL	Дифференциальный коэффициент D (сек). Если установлено значение 0, то работает как ПИ-регулятор
	Y_MANUAL	REAL	Значение выходной переменной Y при ручном управлении (MANUAL=TRUE)
	Y_OFFSET	REAL	Смещение выходной переменной Y
	Y_MIN	REAL	Минимальное значение для выходной переменной Y
	Y_MAX	REAL	Максимальное значение для выходной переменной Y
	MANUAL	BOOL	Ручное управление, отключение регулятора
	RESET	BOOL	Сброс регулятора (накопленной интегральной составляющей)
Выход	Y	REAL	Выход ПИД-регулятора, управляющее воздействие
	LIMITS_ACTIVE	BOOL	Выход значения Y за заданные пределы (Y_MIN и Y_MAX)
	OVERFLOW	BOOL	Переполнение интегральной части

Для создания блока объекта управления, реализованного апериодическим звеном 1-го порядка (с коэффициентом передачи $K=1$ и постоянной времени $T=10$ с), воспользуемся языком ST. Для этого необходимо добавить в проект новую программу.

Редактор ST похож на редактор CFC, в верхней части объявляются переменные, в нижней части пишется программа (но здесь уже не графическая, а текстовая). Можно сначала писать программу в нижней части, автоматически объявляя переменные. Модель объекта на языке ST, будет выглядеть, как показано на рис. 4.

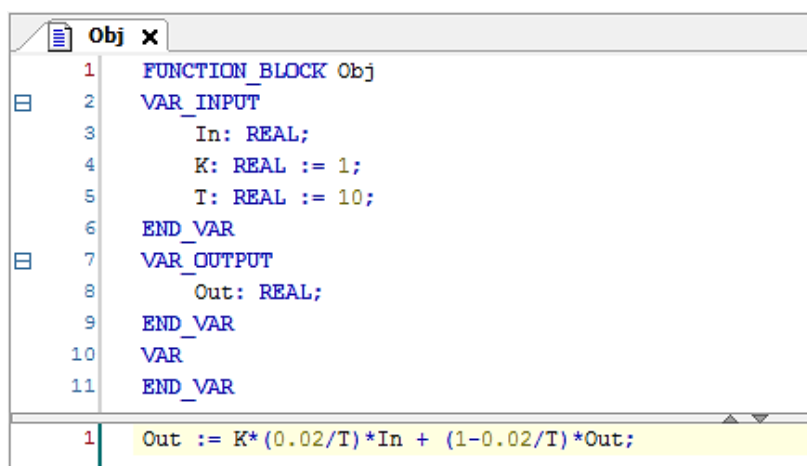


Рис. 4 – Модель объекта на языке ST

Константа 0,02 – это константа, зависящая от частоты обновления.

Теперь этот блок можно добавить в основную программу. Таким образом, внешний вид блока объекта управления в CFC будет выглядеть, как показано на рис. 5.

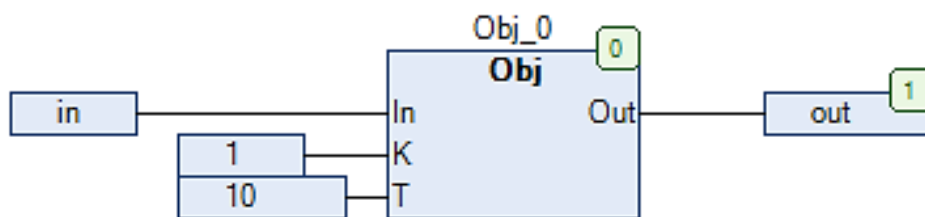


Рис. 5 – Внешний вид созданного блока

Теперь следует соединить добавленные блоки и добавить блоки ввода и вывода. В результате будет получена модель АСР температуры (рис. 6).

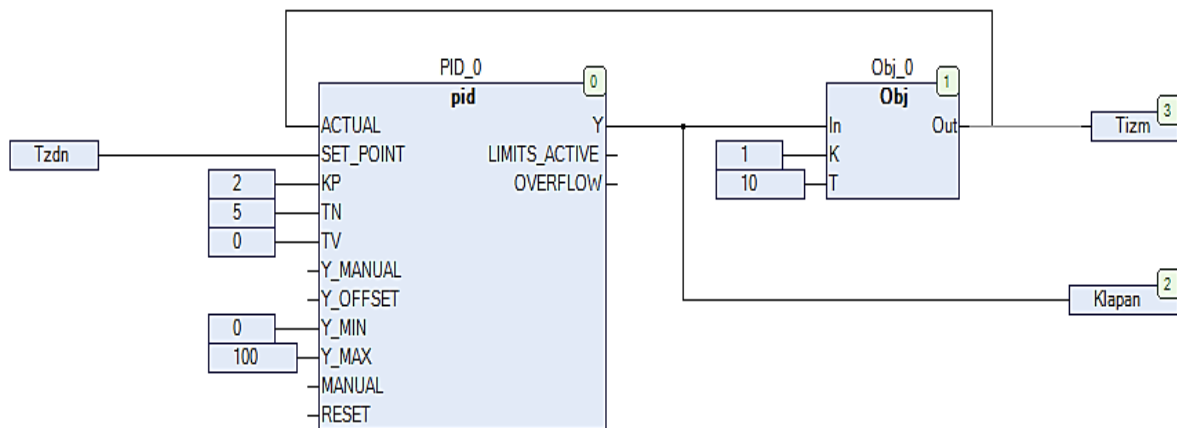


Рис. 6 – Модель системы регулирования температуры

Вход Tzdn нужен для подачи требуемого значения температуры с экрана оператора. Выходы Tizm и Klapan необходимы для вывода на экран оператора информации об измеренном значении температуры и проценте открытия клапана соответственно.

Теперь следует разработать экран оператора.

Для ввода заданного значения температуры можно использовать элемент «Управление вращением». В его свойствах нужно указать требуемую входную переменную Tzdn.

Для выходного значения температуры можно использовать элемент «Прямоугольник». В его свойствах следует указать формат отображаемого значения (например $%.1f^{\circ}\text{C}$) и требуемую переменную Tizm.

Для выходного значения процента открытия клапана необходимо проделать аналогичные действия, используя переменную Klapan, и указав в качестве единиц измерения проценты.

Для добавления графика используется элемент «Трассировка». В свойствах графика нужно добавить переменные, отображающие заданное и измеренное значение (Tzdn и Tizm).

На рис. 7 представлен созданный экран в режиме эмуляции. Следует отметить, что график не является оптимальным, поскольку коэффициенты регулятора не подбирались.

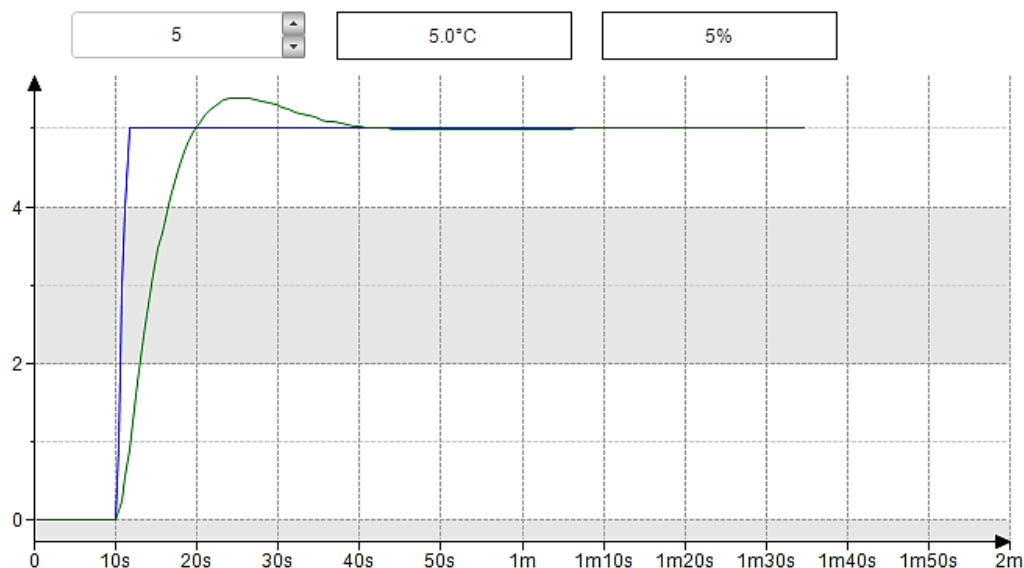


Рис. 7 – Разработанный экран в режиме эмуляции

Таким образом, был описан процесс разработки простейшей АСР температуры в интегрированной среде разработки CoDeSys 3.5. Как можно заметить, данная среда достаточно интуитивно понятна и может активно использоваться для обучения студентов по курсам Автоматизация технологических процессов и производств и Моделирование систем управления.

Список использованных источников:

1. «Создание простейшего алгоритма и визуализации», Видео из YouTube, 13:55, загружено «ОБЕН. Производственное Объединение», <https://www.youtube.com/watch?v=YBaWlXs-UxM> (дата обращения 11.04.2021).
2. ОБЕН. CODESYS V3.5 Описание библиотеки CmpOwenPidRegs – Руководство пользователя версия 2.1 [Электронный ресурс]. – URL: https://ftp.owen.ru/CoDeSys3/11_Documentation/03_3.5.11.5/CDSv3.5_CmpOwenPidRegs_v2.1.pdf (дата обращения 14.04.2021).

© М.А. Воропанова, А.И. Новиков, 2021

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

студентка гр.10607118 **Петрушина Валерия Павловна**,
студентка гр.10607118 **Янчук Валентина Владимировна**,
Науч. руководитель: канд. экон. наук, доц. **Манцера Татьяна Феликсовна**
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрена тема энергосбережения на белорусской железной дороге, приведены основные энергосберегающие мероприятия.

Ключевые слова. Энергосбережение, железная дорога, экономический эффект, удельный расход, модернизация.

ENERGY SAVING MEASURES ON BELARUSIAN RAILWAY

Petrushina Valeria Pavlovna,
Yanchuk Valentina Vladimirovna

Abstract. There was considered the topic of energy saving on Belarusian Railway, were given options of energy saving measures.

Keywords. Energy saving, railway, economical effect, specific consumption, modernization.

Основной составляющей транспортных коммуникаций Республики Беларусь является железнодорожный транспорт. Поскольку железная дорога потребляет достаточно большое количество электрической энергии, и основная часть затрат приходится на электрификацию, мероприятия по энергосбережению являются актуальной проблемой [1].

На Белорусской железной дороге проводится объемная работа по энергосбережению. Государственная политика предусматривает нормирование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях, а также нормирование материальных ресурсов. С учетом повышения цен на топливно-энергетические ресурсы энергосбережение позволяет сделать

затраты более стабильными, а также уменьшить долю затрат на энергетические ресурсы.

Данные задачи напрямую связаны с производством и выполнением мероприятий по ресурсосбережению. Такие мероприятия отличаются от других инновационных программ тем, что они более значимы с точки зрения ведения энергохозяйства. Экономия материальных ресурсов должна составить примерно 61,6 млрд. руб. Такая экономия предусмотрена программой по ресурсосбережению на Белорусской железной дороге. На предприятиях Белорусской железной дороги проводится систематическая работа по ресурсосбережению. Это обеспечивает снижение эксплуатационных затрат [3].

Современными программами по модернизации электроснабжения и электрификации Белорусской железной дороги предусматриваются следующие мероприятия:

- применение современных технологий и оборудования;
- выпуск и импорт продукции на предприятиях Белорусской железной дороги;
- совершенствование существующих линий электропередач, тяговых и трансформаторных подстанций;
- ввод в эксплуатацию новейшей техники для диагностики электротехнического оборудования, контактной сети и кабельных линий.

В соответствии с плановой программой по выполнению целевых показателей по энергосбережению в 2017 году сэкономлено 13,6 тыс. т у.т. топливно-энергетических ресурсов [2].

Экономия достигнута за счет следующих энергосберегающих мероприятий:

- термореновация производственных и административных зданий;
- модернизации трубопроводов и систем тепло- и энергоснабжения организаций;
- внедрение возобновляемых источников энергии;
- ввод в эксплуатацию новой техники для обеспечения перевозок в грузовом и пассажирском движении;
- использование автоматизированного сбора данных электроэнергии по всем видам деятельности;

– замена энергоэффективного осветительного оборудования, т.е. замена люминесцентных светильников на светодиодные в рабочих помещениях и площадях организаций.

В результате проведения энергосберегающих мероприятий были получены следующие результаты:

– выполнение целевого показателя по энергосбережению на Белорусской железной дороге в 2017 году составило минус 9,5% при задании минус 8,1%;

– годовой экономический эффект от реализации энергосберегающих мероприятий составил более 6,0 млн рублей;

– доля электрической тяги в балансе потребления топливно-энергетических ресурсов 2017 года не превысила 45,0%;

– удельный расход электрической энергии на тягу поездов снижен на 5,2%;

– заданный показатель по экономии светлых нефтепродуктов в 2017 году составил 5,3% при установленном задании – 5,0%.

На данном графике представлена динамика удельного расхода электроэнергии на тягу поездов (рисунок 1).



Рис. 1 - Динамика удельного расхода электроэнергии в 2010-2017 годах

Таким образом, экономический эффект от энергосберегающих мероприятий в электрической тяге поездов составил 27 810 тыс. кВт·ч, или 8,1 млн рублей. Повышения энергоэффективности процесса перевозок можно достичь при помощи ввода в эксплуатацию нового современного подвижного состава и электрооборудования, а также отмены поездов региональных линий экономкласса при малом количестве пассажиров.

Список использованных источников:

1. Бурдасов, Б. К. Системы электроснабжения и преобразователи для пассажирских вагонов / Б. К. Бурдасов, С. А. Нестеров // Вагонный парк. – 2012. – № 6. – С. 33-39.
2. Официальный сайт Белорусской железной дороги [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.rw.by/>. – (дата обращения 20.04.2021).
3. Публикации по экономике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.econforward.ru/>. – (дата обращения: 20.04.2021).

© В.П. Петрушина, В.В. Янчук, 2021

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

магистрант гр. 7-529 **Цветков Илья Михайлович**,
канд. техн. наук, доцент **Ремизова Ирина Викторовна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Изложены общие сведения об обеспечении теплоснабжением г. Санкт-Петербурга. На примере конкретного объекта рассмотрен ряд типовых проблем, возникающих при обеспечении теплоснабжением, и способы их решения для применения на подобных объектах.

Ключевые слова. Теплоснабжение, ТЭЦ, центральный тепловой пункт, кожухотрубный теплообменник, пластинчатый теплообменник.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PROVIDING HEAT SUPPLY TO THE CENTRAL HEATING POINTS OF ST. PETERSBURG

Tsvetkov Ilya Mikhailovich,
Remizova Irina Viktorovna

Abstract. General information about the provision of heat supply to the city of St. Petersburg is presented. On the example of a specific object, a number of typical problems that arise when providing heat supply and ways to solve them for use at such facilities are considered.

Keywords. Heat supply, CHPP, central heating station, shell-and-tube heat exchanger, plate heat exchanger.

Российская система централизованного теплоснабжения является крупнейшей в мире. В России производится практически половина всего тепла, производимого мировыми централизованными системами отопления [1]; внутри страны 70% всего тепла отпускается централизованно [2].

Система теплоснабжения обслуживающая подавляющее большинство домов Санкт-Петербурга была сформирована еще во времена Советского Союза, в условиях иной политической и экономической ситуации. И как следствие, большая часть существующего в настоящее время теплообменного оборудования создано еще в то время и по-прежнему продолжает функционировать, хотя и требует замены и модернизации. Следствием использования устаревшего оборудования являются большие потери при транспортировке и потреблении тепловой энергии. Типичной ситуацией является перерасход подачи тепла летом и недостача зимой, без возможности потребителями как-то изменять сложившуюся картину. Как следствие повышенная нагрузка ложится на потребление электроснабжения и может привести к перебоям подачи электроэнергии потребителю.

На территории Санкт-Петербурга подача тепла осуществляется централизованно, что обеспечивает удовлетворение нужд потребителей в тепловой энергии на отопление и вентиляцию, а также водозабор на горячее водоснабжение.

В городе теплоснабжение обеспечивается с использованием ТЭЦ – «теплоэлектроцентраль» и тепловых станций посредством индивидуальных тепловых пунктов и «центральных тепловых пунктов» - ЦТП.

Подача тепла в подведомственные ЦТП здания осуществляется с заданными нормами потребления 2,32-46,5 МВт [3]. Центральный тепловой пункт представляет собой отдельно стоящее здание, в котором располагаются водяные подогреватели воды (ВВП), насосное оборудование различного функционального назначения, функционально необходимые системы автоматизации и контроля, запорная арматура и другие контрольно-измерительные приборы.

Стоит рассмотреть работу ЦТП на конкретном объекте, а именно ЦТП относящимся к предприятию ГУП ТЭК СПб и находящемуся по адресу ул. Афонская, д.24, корп.5. Источником тепла данного ЦТП является приморская котельная. Общая тепловая нагрузка ЦТП составляет 25,01 Гкал/ч., тепловая нагрузка системы отопления и вентиляции - 17,0 Гкал/ч. Температурный график на первом контуре составляет 150/75 °С., на втором контуре - 130/70 °С.

Согласно температуре окружающего воздуха, а также утвержденному теплосетью графику поддержания температуры воды в

течении суток в подающем трубопроводе в системе централизованного горячего водоснабжения в открытых системах теплоснабжения поддерживается температура горячей воды в диапазоне от 60 °С до 75 °С.

Разработанная принципиальная тепловая схема ЦТП для независимого присоединения систем отопления и вентиляции зданий (через подогреватели) с непосредственным разделением воды на горячее водоснабжение (ГВС) включает независимую схему отопления и вентиляции, открытую схему ГВС с циркуляционным трубопроводом; двухтрубную схему первичного теплоносителя и четырёхтрубную схему вторичного теплоносителя. В качестве первичного и вторичного теплоносителя используется сетевая деаэрированная вода.

В ЦТП установлено основное и вспомогательное оборудование, которое состоит из циркуляционных насосов, насосов ГВС, подкачивающих насосов, водоводяного подогревателя. Подкачивающие насосы установлены на обратном трубопроводе первичного теплоносителя для увеличения циркуляции теплоносителя первого контура.

Для грубой очистки воды от механических частиц и других нежелательных примесей предназначены абонентские грязевики, приводящие к повреждению оборудования и механизмов.

Для защиты трубопроводов и сосудов, работающих под давлением, при превышении давления выше разрешённого установлены предохранительные устройства. На прямом трубопроводе центрального отопления от повышения давления свыше расчётных значений установлены предохранительные клапаны, не позволяющие превысить рабочее давление более чем на 10%.

В период анализа работы ЦТП были выявлены следующие недостатки: устаревший проект и монтаж внутренних систем теплоснабжения; неоправданно высокий расход тепловой энергии; уровень автоматизации ЦТП не соответствует современному, следствием чего может быть потеря управления оборудованием; частые аварийные незапланированные отключения и жалобы жильцов на некачественный обогрев помещений. Имеющиеся современные системы теплоснабжения не обеспечены квалифицированным техническим обслуживанием. Исходя из вышеизложенного, следует, что данный ЦТП требует реконструкции.

В основу замены оборудования на ЦТП могут быть положены уже разработанные типовые проектные решения тепловой сети жилищно-коммунального хозяйства. Тепловой режим в здании потребителя и

возможность эффективного энергосбережения в немалой степени зависит от характеристик теплообменного оборудования.

Основным оборудованием ЦТП подлежащем замещению являются теплообменники. В настоящее время ЦТП оснащен устаревшими кожухотрубными теплообменниками, у которых можно выявить несколько минусов:

- водоводяные подогреватели, состоят из латунных трубок. На трубках с течением времени появляется налет минеральных солей, тем самым снижая их эффективность;

- секции труб стыкуются между собой специальными соединительными калачами, посредством которых возникают дополнительные теплотери. Помимо этого теплоносители смешиваются и возникают внутренние перетечки;

- наибольшими габаритами и весом обладают кожухотрубные подогреватели, как следствие, возникают сложности с подбором труб под особенности ЦТП.

В связи с вышеописанным появилась необходимость замены существующего кожухотрубного оборудования на современные пластинчатые теплообменники.

Перед кожухотрубными аппаратами существенные преимущества имеют разборные пластинчатые теплообменники с конструктивными, теплогидравлическими, массогабаритными характеристиками.

При сравнении кожухотрубных и пластинчатых подогревателей, последние обладают несколькими плюсами:

- Пластинчатые водонагреватели имеют меньшую массу и занимают меньшую площадь.

- Достаточно высокую степень турбулизации потоков теплоносителей обеспечивает гофрированный профиль проточной части пластины в теплообменнике, имеющий одноименную форму. Благодаря этому коэффициент теплопередачи в пластинчатых теплообменниках в 3-4 раза больше, чем в кожухотрубных.

- Пластинчатый теплообменник состоит из отдельных пластин, соответственно набирать теплопередающую поверхность легко. Пластины можно заменять или добавлять, благодаря чему за счет минимизации тепловых потерь и потоков теплоносителя можно увеличивать эффективность энергосбережения.

– Срок эксплуатации первой выходящей из строя единицы уплотнительной прокладки достигает 10 лет. Срок работы теплообменных пластин 15-20 лет.

При сравнении технических характеристик кожухотрубных и пластинчатых теплообменников равной мощности определено:

– повышение коэффициента теплопередачи в разы показывает существенную экономию пространства пластинчатого теплообменника;

– уменьшение площади поверхности пластинчатых теплообменников и ресурс работы до капремонта говорит о выгоде в экономии на приобретении нового оборудования;

– сплав нержавеющей стали говорит о выгоде в экономии на приобретении нового материала.

Пластинчатое оборудование выигрывает по большинству пунктов при сравнении с существующими теплообменниками, что является основанием к широкому внедрению пластинчатых теплообменников в ЦТП рассматриваемого объекта, а также в системы централизованного теплоснабжения.

Список использованных источников:

1. Башмаков, И.А. Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения в России и за рубежом // Центр по эффективному использованию энергии. URL: [http:// www.cenef.ru/art_11212_119_node2.html](http://www.cenef.ru/art_11212_119_node2.html) (дата обращения: 30.04.2021).
2. Башмаков, И.А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения. 2010. - №2.
3. Краснов, И.И. Энергобезопасность в документах и фактах. 2006. - №2.

© И.М. Цветков, И.В. Ремизова, 2021

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

магистрант гр. М-ЭО-20 **Кудрявцев Артем Евгеньевич**,
д-р техн. наук, доцент **Зацепина Виолетта Иосифовна**
Липецкий государственный технический университет,
г. Липецк, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье подвергается анализу концепция создания подстанции, оснащенной цифровым оборудованием, микропроцессорными устройствами релейной защиты и автоматики, функционирующими на основе протокола МЭК 61850. Подобное решение вызвано необходимостью полностью автоматизировать процессы и снизить потери.

Ключевые слова. Цифровая подстанция, микропроцессорные устройства релейной защиты, МЭК 61850, автоматизация.

FUNDAMENTALS OF BUILDING A DIGITAL SUBSTATION

Kudryavtsev Artem Evgenievich,
Zatsepina Violetta Iosifovna

Abstract. This article analyzes the concept of creating a substation equipped with digital equipment, microprocessor-based relay protection and automation devices operating on the basis of the IEC 61850 protocol. Such a decision is caused by the need to fully automate processes and reduce losses.

Keywords. Digital substation, microprocessor relay protection devices, IEC 61850, automation.

Сегодня в Российской Федерации активно осуществляется процесс перехода к цифровым информационным технологиям в электроэнергетике. Главной целью является создание в электросетевом комплексе развитой автоматизированной системы передачи и распределения электроэнергии, а также разработка устройств, способных контролировать техническое состояние, диагностировать, а также выполнять соответствующий мониторинг технологического оборудования [1, с. 349]. Необходимо осуществить замену систем защиты и автоматики на микропроцессорные цифровые технологии.

Россия имеет некоторые документы, регламентирующие требования, для проектирования цифровых подстанций и цифровых электрических сетей. Эти документы относятся к объектам, которые находятся еще на этапе разработок, а также к тем, которые в будущем должны быть подвержены реконструкции.

Стандарт МЭК 61850 является основополагающим при проектировании ЦПС, а именно три его важные архитектуры:

1. Архитектура I – обмен всем информационным потоком среди интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) происходит за счет дискретных и аналоговых сигналов, которые передаются по контрольному кабелю. Обмен информацией между подстанционным уровнем (SCADA) и интеллектуальными электронными устройствами происходит с помощью протокола MMS, согласно МЭК 61850-8-1. В данном случае такие протоколы, как GOOSE и SampledValues не задействованы.

2. Архитектура II – связь между интеллектуальными электронными устройствами осуществляется благодаря объектно-ориентированным сообщениям по протоколу GOOSE, а связь между подстанционным уровнем и ИЭУ по MMS. Измеренные значения токов и напряжений поступают аналоговыми сигналами по контрольным кабелям.

3. Архитектура III – интеллектуальные электронные устройства взаимодействуют между собой при помощи объектно-ориентированных сообщений по протоколу GOOSE, измерительные устройства тока и напряжения способны передавать информацию, используя протокол Sampled Values согласно стандарту МЭК 61850-9-2. Подстанционный уровень общается с интеллектуальными электронными устройствами при помощи MMS.

В процессе проектирования объектов на основании архитектуры III к отличительным сторонам архитектуры II добавляются требования в области передачи данных по Sampled Values.

Осуществление передачи данных всех уровней цифровой подстанции, а также ее составляющие и их функциональная роль продемонстрированы на рис.1.

Цифровая подстанция обладает большей надежностью, учитывая момент, позволяющий интеллектуальным устройствам выполнять самодиагностику. Ухудшение различных состояний в реальном времени фиксируется устройствами [2, с. 95].

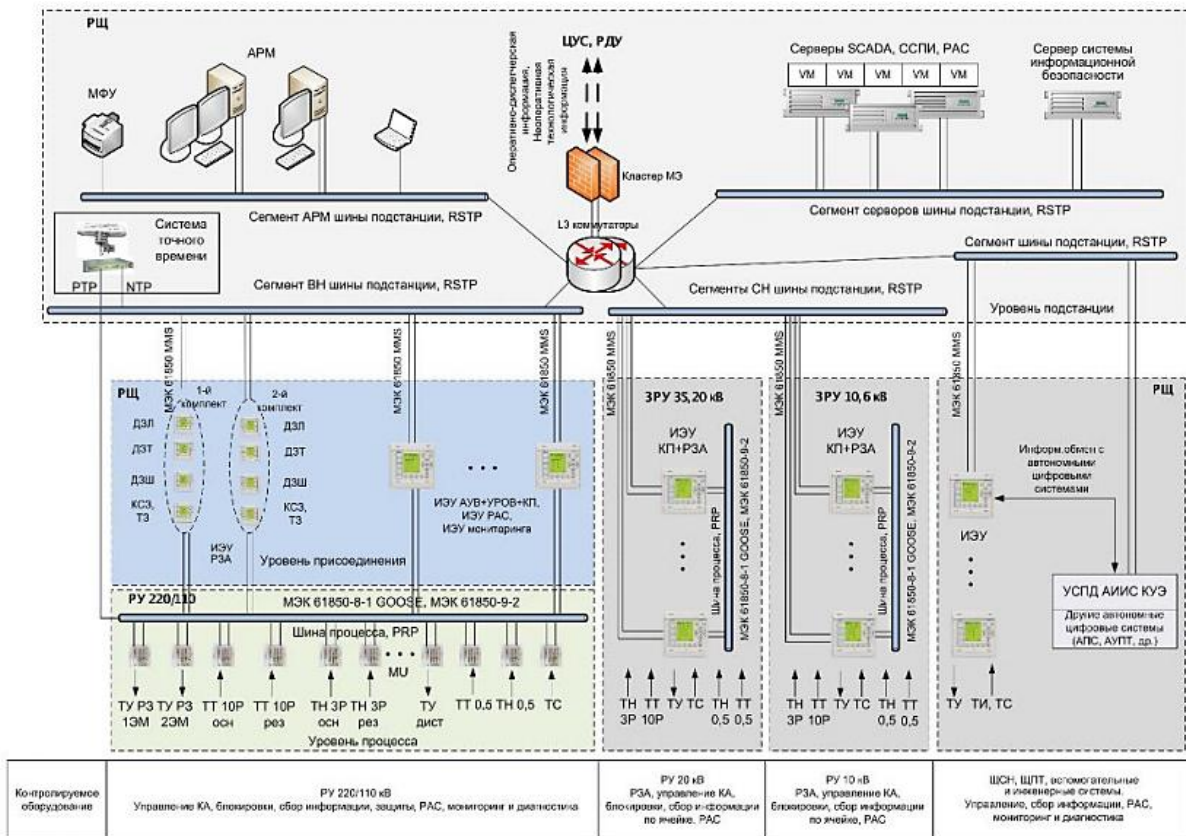


Рис. 1 – Схема программно-технического комплекса ЦП

Внедрение цифровой подстанции также способно уменьшить размеры традиционной, сделать ее более компактной, обеспечить уменьшение количества кабельных присоединений. В упрощенном виде на рис. 2 изображена структура подобной подстанции.

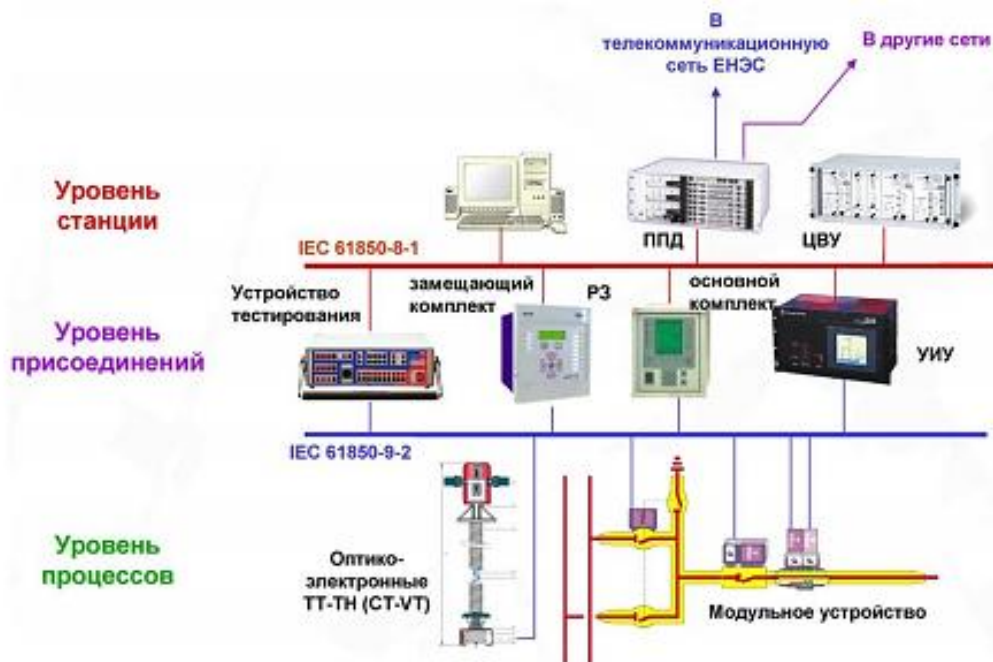


Рис. 2 – Структура цифровой подстанции

Таким образом, цифровая подстанция – это интеллектуальная стандартизированная структура, позволяющая выполнять мониторинг и самодиагностику полностью автоматизировано и в режиме реального времени.

Список использованных источников:

1. Андрианова Л. П., Павлова З. Х., Хакимьянов М. И., Хазиева Р. Т., Основы построения цифровых подстанций в рамках концепции «Цифровая трансформация 2030» // Сборник статей II Всероссийской научно-методической конференции. – 2020. – С. 348-360.
2. Ахмеров А. Г. Цифровые подстанции: преимущества в использовании // Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований. – 2020. – С. 93-96.

© А.Е. Кудрявцев, В.И. Зацепина, 2021

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

студент 4 курса **Мамохин Никита Анатольевич**,
Науч. руководитель: **Стоянова Ольга Федоровна**
Филиал Самарского государственного университета путей
сообщения в г. Нижнем Новгороде,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализировано развитие современных инновационных технологий и автоматизации в энергетике. Приведены факторы, основные направления и примеры инноваций в энергетике.

Ключевые слова. Инновации, автоматизация, энергетика, технологии, развитие, факторы, мониторинг.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND AUTOMATION IN POWER ENGINEERING

Mamokhin Nikita Anatolievich

Abstract. The article analyzes the development of modern innovative technologies and automation in the energy sector. The factors, main directions and examples of innovations in the energy sector are given.

Keywords. Innovations, automation, energy, technologies, development, factors, monitoring.

Электроэнергия занимает важное место в жизни и экономике всех стран. Многие страны мира стараются более эффективно получать, передавать и использовать энергию, и для этого необходимы инновации в электроэнергетике.

Быстрее всего новые технологии в электроэнергетике развиваются на Западе, так как там уже давно и потребители, и правительство обеспокоены проблемой экономного и безопасного использования имеющихся ресурсов.

В России процесс инновации и совершенствования существующих централизованных сетей ведется не сильно активно, но более высокими

темпами модернизируются локальные сети электрификации, отопления и водоснабжения.

По оценкам Центра стратегических разработок РФ (ЦСР), технологический уклад в электроэнергетике на настоящий момент достиг предела своей эффективности. В ближайшие пять лет в тех сферах, где предъявляются повышенные требования к доступности, надежности и качеству энергоснабжения, цифровизация станет полностью необходимой.

Инновации в электроэнергетике позволяют как оптимизировать использование существующей инфраструктуры, так и включить в процесс генерации и распределения новейшие системы накопления энергии, решения с регулируемым потреблением, а также системы, применяемые для организации энергетических сервисов в непосредственной близости к потребителям и базирующиеся на инфраструктуре распределительных сетей 110 кВ и ниже [1].

Факторы, определяющие развитие новых технологий:

- Объем потребления электро- и тепловой энергии, который неумолимо падает;
- Автоматизация систем управления и мониторинга;
- Топливная политика, которая базируется на отказе от угля, газа и атомной энергии, и переход на принципиально новые источники;
- Структура потребления, меняющаяся в сторону децентрализованного потребления.

Основные направления будущего развития энергетики:

- Переход от энергетики, основанной на ископаемом топливе, к бестопливной энергетике с использованием возобновляемых источников энергии;
- Создание глобальной солнечной энергетической системы;
- Переход на распределённое производство энергии, совмещённое с локальными потребителями энергии;
- Замена автомобильных двигателей внутреннего сгорания на бесконтактный высокочастотный резонансный электрический транспорт;
- Замена нефтепродуктов и природного газа на жидкое и газообразное биотопливо, а ископаемого твёрдого топлива - на использование энергетических плантаций биомассы;
- Замена воздушных линий электропередач на подземные и подводные кабельные линии.

Наиболее интересные и современные инновации в энергетике.

Беспроводная передача электроэнергии:

Проблемой передачи энергии на расстояние без проводов ученые начали заниматься в XIX веке. В XX и XXI веке опробованы разные способы, но промышленной реализации пока не получили, исключая ситуации, когда электрическая энергия малой мощности передается на небольшие расстояния. Примером данной инновации в электронике служат устройства беспроводной зарядки смартфонов [2].

Возобновляемые источники энергии:

Такие источники пополняются в природе естественным путем и являются, по меркам человеческих потребностей, неисчерпаемыми. К ним относятся:

- солнечный свет;
- приливы и отливы;
- геотермальная теплота;
- энергия ветра;
- биоматериалы;
- водные потоки, в том числе волны.

Свет Солнца преобразуется в электрическую энергию посредством специальных батарей, энергию приливов реализуют приливные электростанции, геотермальную энергию — ГеоТЭС. Потенциал ветра используют ветряные электростанции, место установки которых определяют интенсивные ветровые зоны. Анализ говорит о том, что к 2040 году ветряные станции по объему вырабатываемого электричества будут конкурировать с гидроэлектростанциями. Использование возобновляемых ресурсов находится на подъеме: США вырабатывают с их помощью 15% энергии в стране, а в ближайшие годы возможен рост еще на 3%. Помимо США, лидерами в этой области называют Германию, Италию, Великобританию, Китай и Индию.

Роботизация:

В электроэнергетике растут инвестиции в создание нового уровня безопасной рабочей среды для персонала электростанций, и одно из передовых направлений здесь — ввод в коммерческую эксплуатацию роботов, устойчивых к экстремальным условиям труда и управляемых дистанционно. Подобные решения также завязаны на технологиях ИИ/IoT, а в последнее время к их возможностям добавляется функционал дополненной реальности, с помощью которого изображение с камер на работе получает интерактивную составляющую.

Автоматизация в энергетике — это комплекс технических и программных средств, который обеспечивает оптимальную работу технологического оборудования и мониторинг работы всей энергетической системы [3].

Существующие системы контроля и управления технологическим оборудованием на многих действующих электростанциях и котельных России к настоящему времени физически и морально устарели. Зачастую управление оборудованием осуществляется с индивидуальных панелей и пультов, размещенных непосредственно у оборудования в котельном цехе и машзале в условиях, не обеспечивающих надежную работу оборудования и обслуживающего персонала.

Внедряемые системы выполняют все стандартные функции, необходимые для автоматизированных систем управления:

- Учет и контроль. Ход технологических процессов контролируется с помощью сигналов, поступающих с датчиков, которые измеряют технологические параметры такие как расход, давление, уровень, ток электродвигателей, потребление электроэнергии и т. п.;
- Защита и блокировка. Защита оборудования в нештатных ситуациях и обеспечение безопасности обслуживающего персонала. Алгоритмы блокировок запретят выполнение действий, нарушающих технологический процесс, а алгоритмы защит предотвратят развитие нештатных ситуаций путем своевременного отключения подачи энергоресурсов;
- Формирование базы данных, хранение и документирование информации (ведение суточной ведомости, ведомости событий, архивов);
- Дистанционное управление переключением выключателей главной схемы с контролем действий дежурного;
- Контроль параметров качества электроэнергии;
- Обработка данных установившихся режимов для различных эксплуатационных целей.

Автоматическое управление оборудованием осуществляется с помощью технологии защит, блокировок, а также с помощью логического управления и регуляторов. Логическое управление позволяет в заданное время без участия персонала производить включение/отключение оборудования и механизмов (в том числе — автоматическое включение резерва).

При этом автоматическое регулирование обеспечивают оптимальный ход технологического процесса.

Автоматизация и диспетчеризация энергетики возможна только при наличии специальных мониторинговых систем.

Выбор структуры построения системы диспетчеризации во многом зависит от следующих факторов:

- количество параметров, над которыми осуществляется контроль;
- расстояние до контролируемого объекта;
- конфигурация рабочего оборудования.

Автоматизация энергетики включает в себя систему мониторинга энергетических процессов должна быть основана как на аппаратных, так и на программных средствах.

К аппаратной части можно отнести всевозможные датчики, сенсоры, измерители, сигнальные системы. Программная же часть представляет собой пакеты ПО, которые выполняет непосредственно саму функцию мониторинга, сбора и обработки необходимой информации на основе показаний датчиков и измерителей.

Список использованных источников:

1. «Инновационная электроэнергетика – 21» / под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.И. Воропая. – М.: ИЦ «Энергия», 2017. – 584 с.
2. SIEMENS– Автоматизация в энергетике [Электронный ресурс] - <https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/energetika/avtomatizaciya-v-energetike.html>
3. TADVISER - Актуальные технологии для рынка электроэнергетики [Электронный ресурс] - <https://www.tadviser.ru/index.php/>

© Н.А. Мамохин, 2021

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУПЕРАТОРОВ ТЕПЛОТЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

магистрант гр. 419.2 **Медведев Владимир Александрович**,

Науч. руководитель: канд. техн. наук, доц. **Гладышев Николай Николаевич**

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Проанализировав причины начала использования рекуператоров теплоты в жилых зданиях, можно понять необходимость принятия такого решения. Развитие рынка теплоизоляционных материалов может предложить множество эффективных решений по сбережению тепловой энергии. При использовании всех доступных технологий сбережения тепла, воздухообмен снижается достаточно сильно, из-за чего углекислый газ, скапливаемый в помещениях, начинает оказывать негативное воздействие на людей в этом помещении. Эту проблему можно решить использованием рекуператоров теплоты.

Ключевые слова. Рекуператор теплоты, кратность воздухообмена, сбережение.

USE OF RECUPERATORS HEAT IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Medvedev Vladimir Aleksandrovich

Abstract. After analyzing the reasons for the start of the use of heat recuperators in residential buildings, one can understand the need for such a decision. The development of the market for thermal insulation materials can offer many effective solutions for saving thermal energy. When using all available technologies for saving heat, air exchange is reduced quite strongly, because of which the carbon dioxide accumulated in the premises begins to have a negative effect on people in this room. This problem can be solved by using heat recuperators.

Keywords. Heat recuperator, air exchange rate, saving.

На сегодняшний день рынок теплоизоляционных материалов имеет множество решений по энергосбережению жилых зданий и сооружений. Но самыми большими потерями остаются потери через окна. Стекло, из которого делают окна, не является тепловым изолятором и его теплопроводность составляет $1 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$. Теплоизоляционные материалы же имеют теплопроводность в десятки раз меньше. Например, теплопроводность минеральной ваты, одного из самых популярных теплоизоляционных материалов, составляет $0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$. Вместе с тепловыми потерями через окна стоит считаться и с инфильтрационными потерями. Инфильтрационными тепловыми потерями называют количество тепла необходимое для нагрева воздуха, поступающего через щели и неплотности в наружных ограждающих конструкциях. Чаще всего щели находятся рядом или в самой оконной раме, которая держит стекло.

На сегодняшний день есть решение, позволяющее снизить потери через окна вместе с инфильтрационными потерями на нагрев приточного холодного воздуха. Таким решением является использование стеклопакетов. Использование нескольких камер заполненных воздухом или другим газом, позволило уменьшить тепловые потери через окна. При этом, технология установки стеклопакетов минимизирует попадания холодного воздуха с улицы через щели и неплотности. Таким образом, установка стеклопакета позволяет значительно уменьшить количество тепла требуемого на нагрев приточного холодного воздуха с улицы и уменьшить тепловые потери через само окно.

Но у стеклопакетов есть существенный минус, о котором многие забывают или не задумываются о нем. Во всех помещениях необходимо обеспечивать воздухообмен согласно СП 44.13330.2011 и в зависимости от размера и назначения воздух в помещении должен полностью обновляться за определенный промежуток времени. Из-за плохого функционирования или из-за отсутствия систем вентиляции в жилых домах кратность воздухообмена осуществлялась за счет притока свежего холодного воздуха через щели и неплотности. При этом эти затраты учитывались при проектировании системы отопления.

Помещения в домах старой постройки, перешедшие на стеклопакеты, будут вынуждены держать окна открытыми, во-первых, чтобы обеспечить себе воздухообмен в помещении, а во-вторых, чтобы обеспечить себе комфортную температуру в доме. Из-за того, что система

отопления проектировалась на старые окна, замена их на стеклопакеты уменьшает потребность в тепловой энергии, но само производство энергии не может это скомпенсировать, пока весь дом не перейдет на улучшенные теплосберегающие технологии.

В проектирование новых жилых зданий уже учитывается использование новых теплосберегающих технологий и при проектировании системы отопления. При этом, чаще всего, система вентиляции не проектируется должным образом, чтобы обеспечивать необходимую кратность воздухообмена. Из-за всего выше перечисленного, люди в новых домах не могут постоянно держать окна открытыми, т.к. система отопления не рассчитана на нагрев такого количества холодного воздуха и люди будут находиться в некомфортных условиях. Из-за отсутствия воздухообмена в помещении начнет скапливаться углекислый газ, который негативно влияет на человека. Для обеспечения необходимой кратности воздухообмена в помещениях можно использовать рекуператоры.

Рекуператором называют теплообменный аппарат, который служит для утилизации тепловых отходов и возврата тепловой энергии обратно в рабочий цикл. В жилых зданиях и сооружениях чаще всего используют роторный или оребренный пластинчатый рекуператор.

Роторный рекуператор работает по принципу всех регенеративных теплообменных аппаратов. Теплый воздух движется по вентиляционному каналу на улицу проходя через половину диска, части круглого пакета пластин. Диск постоянно вращается между двух воздуховодов вокруг своей оси. Во втором воздуховоде холодный воздух улицы проходит так же через диск, подогреваясь и поступая в помещение слегка подогретым. Таким образом, часть тепла которую мы затратили на подогрев предыдущего воздуха остается в помещении при этом обеспечивается свежий приток воздуха. Такие рекуператоры могут достигать 85% рекуперации теплоты [1, с. 112]. Главным недостатком таких рекуператоров является наличие вращения пакета пластин, для чего необходим дополнительный электродвигатель.

Оребренные пластинчатые рекуператоры по принципу действия такие же, как и простые пластинчатые теплообменные аппараты. То есть пластины объединяются в пакет, через который протекают охлаждающаяся и нагреваемая среды между этими пластинами. Главным отличием

является ребрение, которое делает каналы протекания сред более широкими. Такие рекуператоры подходят для рекуперации газов и могут подходить для рекуперации воздуха в жилых зданиях и сооружениях благодаря своим малым габаритам и массе, низкой стоимости и низким сопротивлением по воздушным трактам по сравнению с другими видами рекуператоров. Чаще всего их применяют в централизованных системах вентиляции жилых зданий и сооружений, но также могут использоваться для рекуперации теплоты в отдельном помещении [1, с. 110].

Таким образом, при использовании новых теплоизоляционных материалов в жилых зданиях и сооружениях не стоит забыть о кратности воздухообмена, которая должна присутствовать во всех помещениях. Простым и дешёвым способом обеспечить приток воздуха в помещении и уменьшить тепловую нагрузку на отопления поможет рекуператор теплоты. Грамотно подобранный рекуператор позволит сэкономить до 85% тепловой энергии обеспечивая свежий приток воздуха.

Список использованных источников:

1. Гладышев Н.Н. Ресурсосберегающие технологии в системах централизованного теплоснабжения ЖКХ: монография/ ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб., 2020. - 137 с.

© В. А. Медведев, 2021

ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

студентка гр. 10604117 **Адинцова Яна Петровна**,
студент гр. 10604117 **Стрежик Александр Андреевич**,
Науч. руководитель: канд. техн. наук, доц. **Качан Светлана Аркадьевна**
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются тенденции и прогнозы развития возобновляемых источников энергии, в том числе так называемых переменных – солнечной и ветровой. Показывается, что при большой доле переменных возобновляемых источников энергии для их интеграции в современные энергосистемы необходимы специальные меры и технологии. Такими мерами могут быть использование в пиковом режиме энергоисточников на природном газе, а технологиями – накопители энергии различного типа.

Ключевые слова. Переменные возобновляемые источники энергии, маневренные энергоисточники, накопители энергии.

RENEWABLE ENERGY INTEGRATION INTO ENERGY SYSTEMS

Adintsova Yana Petrovna,
Strezhik Alexander Andreevich

Abstract. Trends and forecasts of the development of renewable energy sources, including the so-called variable renewable energy– solar and wind, are considered. It is shown that with a large share of variable renewable energy, special measures and technologies are required for their integration into modern power systems. Such measures can be the use of energy sources on natural gas in peak mode, and technologies – energy storage systems of various types.

Keywords. Variable renewable energy, flexible energy sources, energy storage.

В настоящее время во многих странах, как развитых, так и развивающихся, все более широко производство электроэнергии осуществляется из возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это обусловливается необходимостью решения таких задач, как обеспечение энергетической безопасности, сокращение загрязнения и выбросов парниковых газов, расширения и улучшения энергетических услуг для растущего населения, а также индустриализация и создание рабочих мест [1].

На рис. 1 показан прогноз глобальной генерации электроэнергии из различных источников в ТВт·ч в год (слева) и прогноз установленных генерирующих мощностей в ГВт (справа) [2].

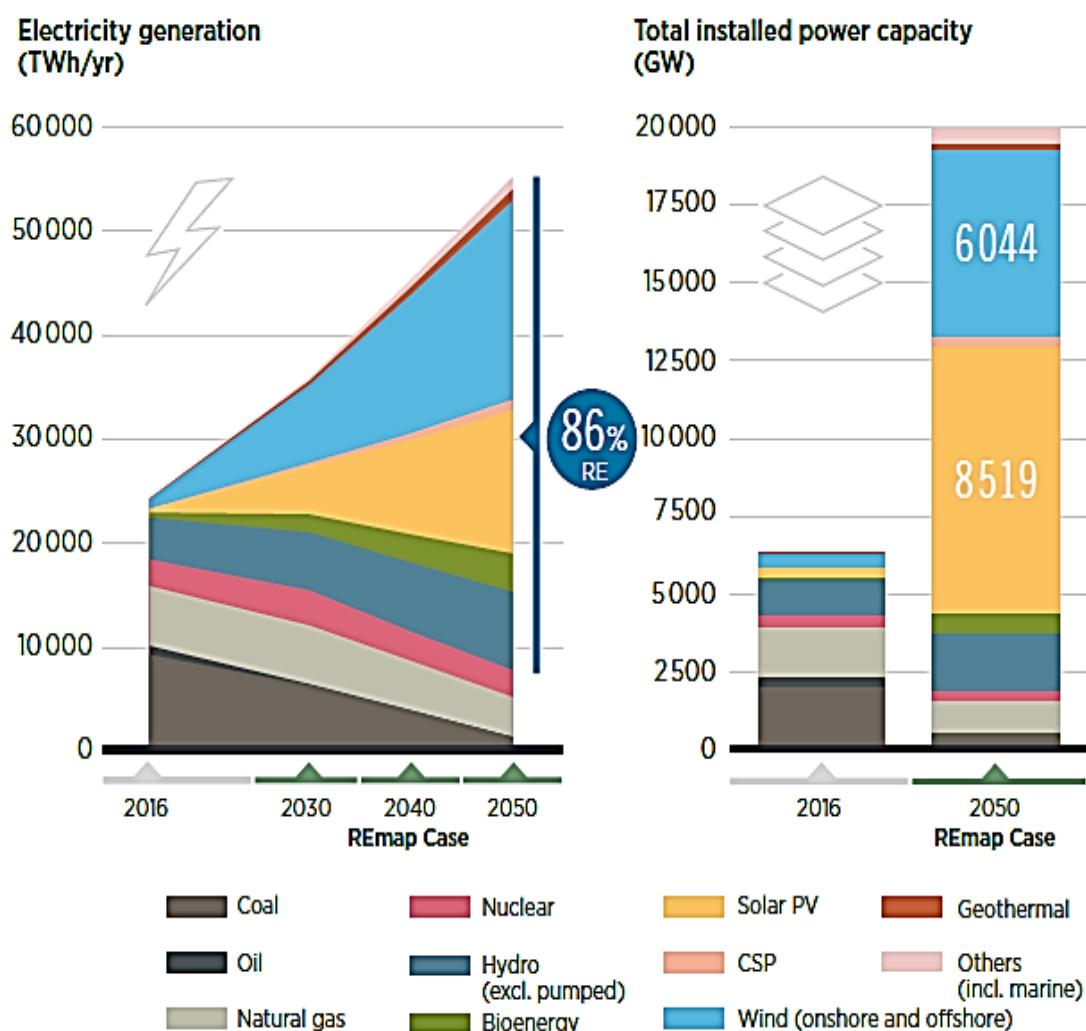


Рис. 1 - Глобальная генерация электроэнергии из различных источников и их установленная мощность

Как видно из рис. 1, по прогнозу [2] доля мирового производства электроэнергии за счет ВИЭ возрастет с 24% в 2016 г. до 86% к 2050 г.

Среди возобновляемых источников энергии наиболее быстрорастущий сектор – это источники на основе солнечных и ветровых ресурсов (рис. 1), обладающие высокой вариабельностью и ограниченной предсказуемостью. По этой причине технологии солнечной и ветровой генерации часто называют переменными возобновляемыми источниками энергии (ПВИЭ) [1, 2].

Известно, что для обеспечения надежного и стабильного энергоснабжения в энергосистеме необходимо постоянно балансировать спрос и предложение энергии. Энергосистемы могут работать только с определенной степенью изменчивости и неопределенности, чтобы оперативно отвечать на колебания спроса и неожиданные отключения оборудования.

По оценкам [1] при умеренных уровнях вклада ПВИЭ, то есть ниже 5 – 10%, изменчивость и неопределенность, вносимые ПВИЭ, примерно равноценны обычным существующим колебаниям спроса. При этом интеграция ПВИЭ может осуществляться без значительных вложений за счет управления генерацией другими источниками.

По мере увеличения доли ПВИЭ необходимы дополнительные меры, чтобы избежать негативного воздействия колебаний генерации ПВИЭ на работу энергосети.

Одним из способов сглаживания этих колебаний является использование маневренного энергетического оборудования, работающего на природном газе.

Это в первую очередь газотурбинные установки (ГТУ) и газопоршневые агрегаты (ГПА). Время запуска ГТУ и выход их на номинальную мощность достигается за время порядка 10 – 20 минут. ГПА запускаются еще быстрее. Даже современные высокоэкономичные парогазовые установки (ПГУ), которые ранее рассматривались как базовые энергоустановки, сейчас переводятся в разряд полупиковых и даже пиковых. Так наиболее высокоманевренные ПГУ после вывода в горячий резерв могут пускаться за время менее часа – около 40 минут.

При этом, однако, отметим, что вынужденная работа ГТУ и ПГУ на частичной нагрузке во время избыточной генерации ПВИЭ, приводит к перерасходам топлива в связи со снижением КПД. При работе на нагрузке

технического минимума также ухудшаются экологические показатели установок и увеличиваются затраты на их техническое обслуживание.

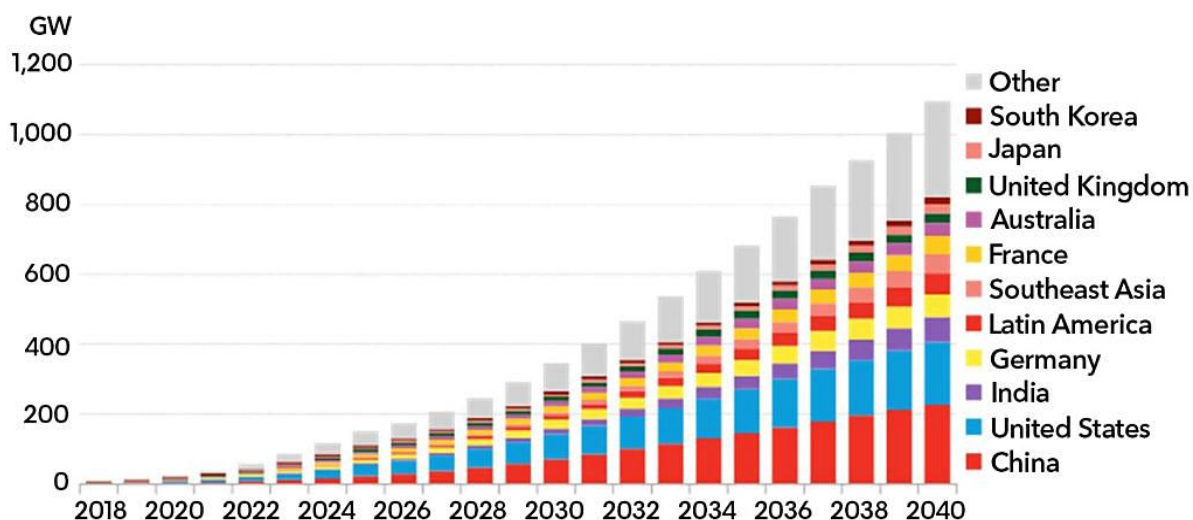
Другим способом интеграции ПВИЭ является применение накопителей энергии.

Согласно прогнозам исследовательской компании BloombergNEF (BNEF) [3], установки хранения энергии по всему миру будут умножаться экспоненциально. Ожидается что установленная мощность накопителей энергии увеличится от 9 ГВт, развернутых в 2018 г., до 1095 ГВт к 2040 г, а их емкость достигнет 2850 ГВт·ч против 17 ГВт·ч в 2018 году (рис. 2) [3].

Приведенные выше цифры не учитывают гидроаккумулирующие электростанции, которые на сегодня составляют основу мировых накопительных мощностей – более 98%.

К настоящему времени основные технологии аккумулирования энергии достигли коммерческого или демонстрационного уровня во всем мире. Разработанные технологии помимо гидроаккумулирования, включают аккумулирование энергии сжатого воздуха, маховики, свинцово-кислотные батареи, литий-ионные аккумуляторы, серно-натриевые аккумуляторы, проточные батареи, суперконденсаторы и сверхпроводящие накопители магнитной энергии и другое. Технологии доступны в самых разных формах и могут быть включены в различных точках энергосистемы, от оптовых поставок до уровня отдельных потребителей.

Global cumulative energy storage installations



Source: BloombergNEF

Рис. 2 - Глобальная установленная мощность накопителей энергии

В заключение отметим, что ограничения на использование передовых технологий хранения включают, как правило, их высокую стоимость и дополнительный риск, связанный с ограниченным опытом эксплуатации и следующей из этого неопределенностью в отношении долгосрочной производительности и затрат на обслуживание. Тем не менее, недорогое и эффективное хранение энергии сможет способствовать переходу электроэнергетики на использование 100% возобновляемых источников энергии.

Список использованных источников:

1. Bringing variable renewable energy up to scale. Options for Grid Integration Using Natural Gas and Energy Storage // The International Bank for Reconstruction And Development. The World Bank Group. Technical Report 006. 2015.
2. Solutions to integrate high shares of Variable Renewable Energy. A report from the International Renewable Energy Agency (IRENA) to the G20 Energy Transitions Working Group (ETWG). IRENA. June 2019.
3. Energy Storage Investments Boom As Battery Costs Halve in the Next Decade [Электронный ресурс] / URL: <https://about.bnef.com/blog/energy-storage-investments-boom-battery-costs-halve-next-decade/> (дата обращения: 21.04.2021)

© Я.П. Адинцова, А.А. Стрежик, 2021

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ТРЕХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С ПОМОЩЬЮ LABVIEW

студент гр.521823 **Власов Иван Андреевич**,
Науч. руководитель: ст. преподаватель **Коновалова Александра Игоревна**
Институт судостроения и морской арктической техники САФУ,
г. Северодвинск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрен вариант системы автоматического измерения и анализа параметров качества электроэнергии с помощью некоторых возможностей программы LabVIEW. Приведен алгоритм оценки и обработки параметров качества электроэнергии, разработан интерфейс оператора и произведена тестировка работы программы.

Ключевые слова. Автоматизация измерений, показатели качества электроэнергии, виртуальный прибор, Labview.

AUTOMATION OF ELECTRICAL MEASUREMENTS IN THREE-PHASE SYSTEMS WITH LABVIEW

Vlasov Ivan Andreevich

Abstract. In this article, a variant of the system for automatic measurement and analysis of power quality parameters using some of the capabilities of the LabVIEW program. An algorithm for evaluating and processing power quality parameters is presented, an operator interface is developed and the program is tested.

Keywords. Automation, measurement, analysis, power quality parameters, virtual instrument, Labview.

Корректная работа электрического оборудования во многом зависит от качества электроэнергии. Изменение структуры электротехнических комплексов, характеризующееся массовым внедрением средств

регулирования нагрузки и использованием электрооборудования с резкопеременной, несимметричной и нелинейной нагрузкой, приводит к отклонению показателей качества электроэнергии от их регламентированного в ГОСТ 32144-2013 значения.

Контроль показателей качества электроэнергии (ПКЭ) является одним из важнейших мероприятий в обеспечении высокой эффективности эксплуатации систем электроэнергетики, кроме того совершенствование методов и средств контроля позволяет решать вопросы повышения надежности и ресурса электрооборудования.

Задача автоматизированного измерения ПКЭ может быть решена при помощи использования минимального количества измерителей и специального программного обеспечения (ПО). Мощным инструментом в области автоматизации систем измерения, контроля и диагностики является SCADA-система LabVIEW. Эффективность использования среды LabVIEW при исследовании электротехнических систем состоит в том, что, оставаясь в ее рамках, можно разрабатывать как математическую модель объекта, так и снабжать эту модель экспериментальными данными с помощью аппаратных средств ввода-вывода [1].

Для контроля некоторых электрических параметров в электросетях разработан алгоритм, представленный на рисунке 1, где электрическая сеть выступает в роли объекта исследования. В режиме симуляции реальный сигнал тока или напряжения заменен на блок формирования сигнала с задаваемыми параметрами. Блок согласования сигналов представляет собой измерительный комплекс и в режиме симуляции сигнала не участвует. Для корректной связи измерительного комплекса и прикладным ПО используется дополнительный драйвер DAQmx. Математические модели - это параметры и функции, реализуемые программой. В качестве результата работы представляются обработанные параметры с выводом на интерфейс пользователя.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- 1) Измерение значений действующих напряжений и силы переменного тока в трехфазной сети;
- 2) Измерение полной мощности;
- 3) Отображение уровней гармоник напряжения и тока в виде графика амплитудного спектра;
- 4) Определение коэффициента нелинейных искажений;

- 5) Фильтрация сигналов фильтрами верхних и нижних частот;
- 6) Построение спектральной плотности мощности;
- 7) Измерение SINAD (отношение сигнала, деленного на шум и коэффициент искажения);
- 8) Сохранение и чтение измерений из файла.

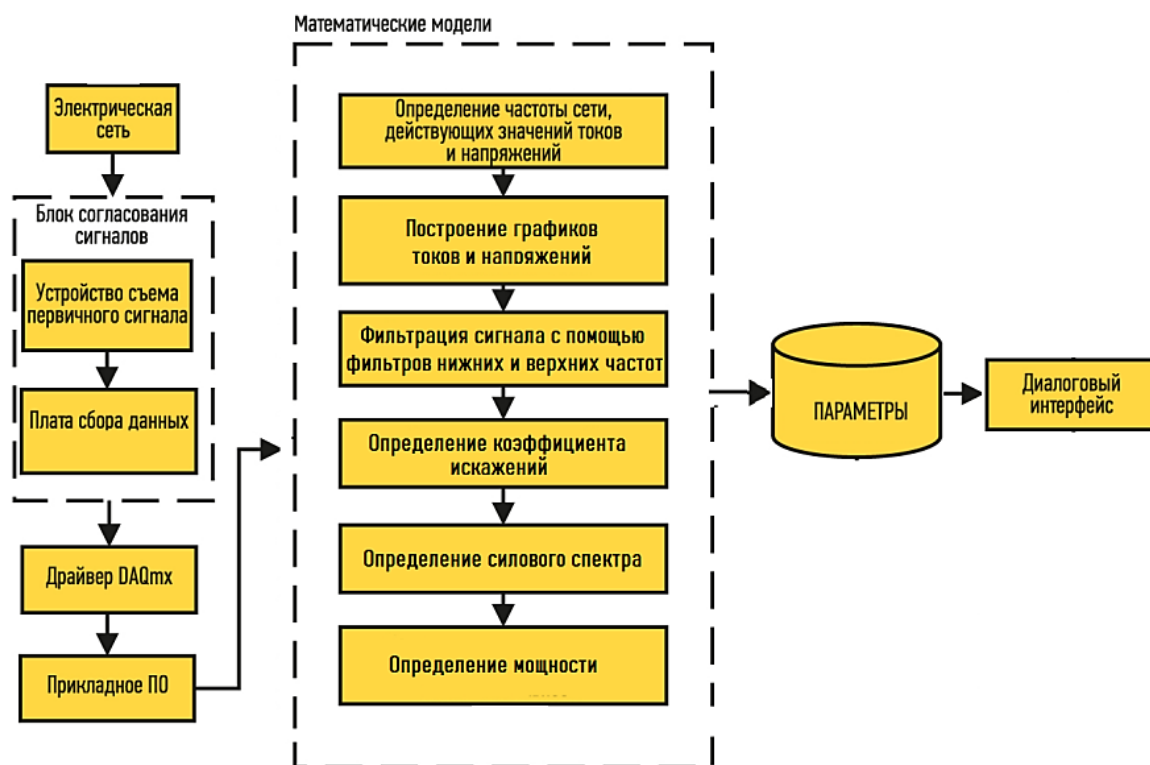


Рис. 1 – Схема работы комплекса

Особенностью среды разработки LabVIEW является графический язык программирования. Описывающая логику работы программа представлена на рисунке 2. Такая блочная диаграмма содержит несколько ключевых функциональных узлов, которые выступают источниками, приёмниками и средствами обработки данных.

Разработанный прибор содержит несколько функциональных блоков:

- 1) блок генерации сигнала;
- 2) блок расчет мощности;
- 3) блок фильтрации сигнала;
- 4) блок анализа сигнала;
- 5) блок чтения/записи снятых измерений.

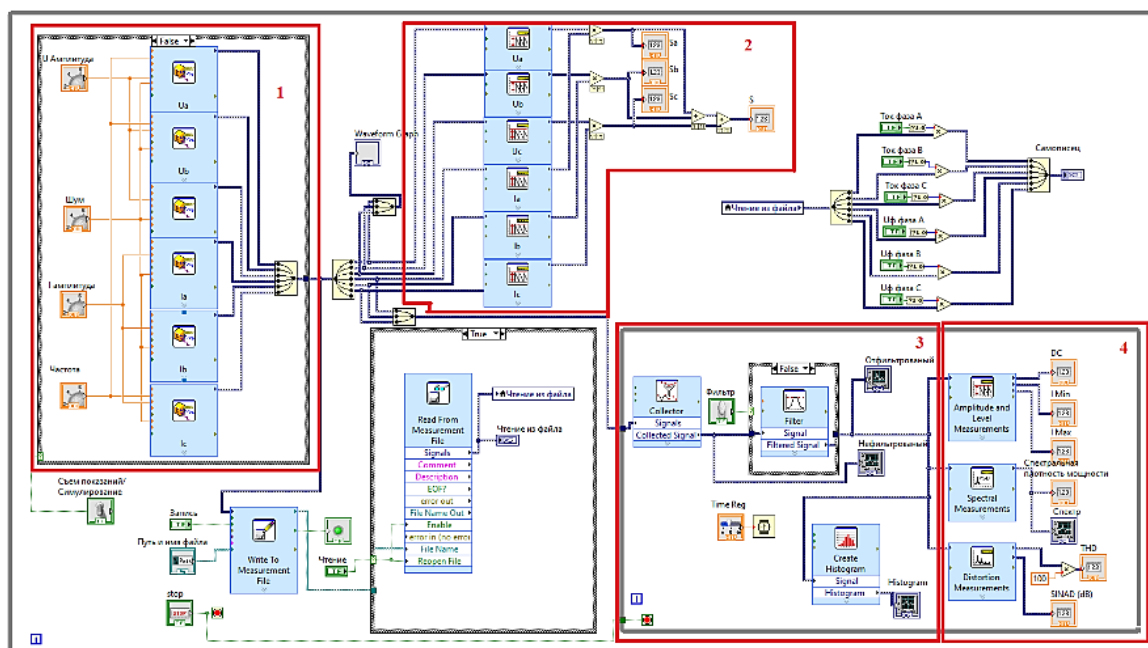


Рис. 2 – Блочная диаграмма виртуального прибора

Блок генерации сигнала.

Режим симуляции сигнала. Состоит из 11 блоков: 6 блоков Simulate signal, 4 блока Control и один Merge Signals Function. Simulate signal формирует синусоиду по заданным параметрам. Блоки Control устанавливают амплитуду токов и напряжений, частоту сигналов и шум. Фазовый сдвиг задан принудительно. Merge Signals Function объединяет 6 сигналов в один поток.

Блок расчета мощности.

Расчет по фазной полной мощности в данном блоке идет. В него включено 6 блоков RMS, 3 блока Multiply, 2 блока Add, 4 блока Indicator. Блоки RMS вычисляют среднеквадратичное значение сигнала. Multiply - умножает, Add - соответственно складывает.

Блок фильтрации сигнала.

В блоке заложены два фильтра – верхних и нижних частот. Переключаются на панели интерфейса. Состоит из блока Filter и кнопки переключения. В блоке Filter можно задать любой тип фильтра вручную.

Блок анализа сигнала.

Кроме выполнения функций измерительных приборов (амперметра, вольтметра, осциллографа и т.д.), в данной программе заложен базовый анализ качества сигнала. Данные функции можно применить как для анализа электротехнических систем, так и для радиотехнических, ввиду их универсальности и особенностях работы программы.

В состав входят блоки:

- 1) Amplitude and Level Measurements – задача данного блока вывести амплитудные значения тока (минимальные и максимальные).
- 2) Spectral Measurements – выполняет расчет и построение графика спектральной плотности мощности.
- 3) Distortion Measurements – работает с шумами и искажениями. Рассчитывает коэффициент нелинейных искажений (THD) и отношение сигнал/шум с учётом искажений (SINAD).

Блок чтения/записи снятых измерений.

Блок разделен на две части - запись и чтение.

К блоку записи Write To Measurement поступает сигнал со всех датчиков и записывается в файл Mesuremens.lvm, путь к которому можно указать в интерфейсе программы. Данный элемент активируется кнопкой на панели интерфейса. Также к нему подведен индикатор работы элемента [2].

Блок чтения также можно разделить на 2 части. Это чтение данных из файла и добавление их в местную переменную «Чтение из файла», внутри переменной находятся 6 значений токов и напряжений. Состоит из 4 блоков: кнопки включения, блока Read From Measurement File, блока отображения выгружаемых значений и блока Local Variable

Вторая часть блока чтения нужна для отображения данных и состоит из:

- 1) Local Variable – позволяет работать с переменными из файла;
- 2) Шести переключателей переменных, для удобства отображения данных на графике, позволяет выводит только нужные переменные;
- 3) Шести блоков преобразования True-False в 1-0. Позволяет с помощью умножения на ноль убирать ненужные сигналы;
- 4) Merge Signals Function – собирает 6 сигналов в один поток;
- 5) Graph Indicator – график данных.

Пример работы программы (интерфейс оператора) в тестовом режиме продемонстрирован на рисунке 3.

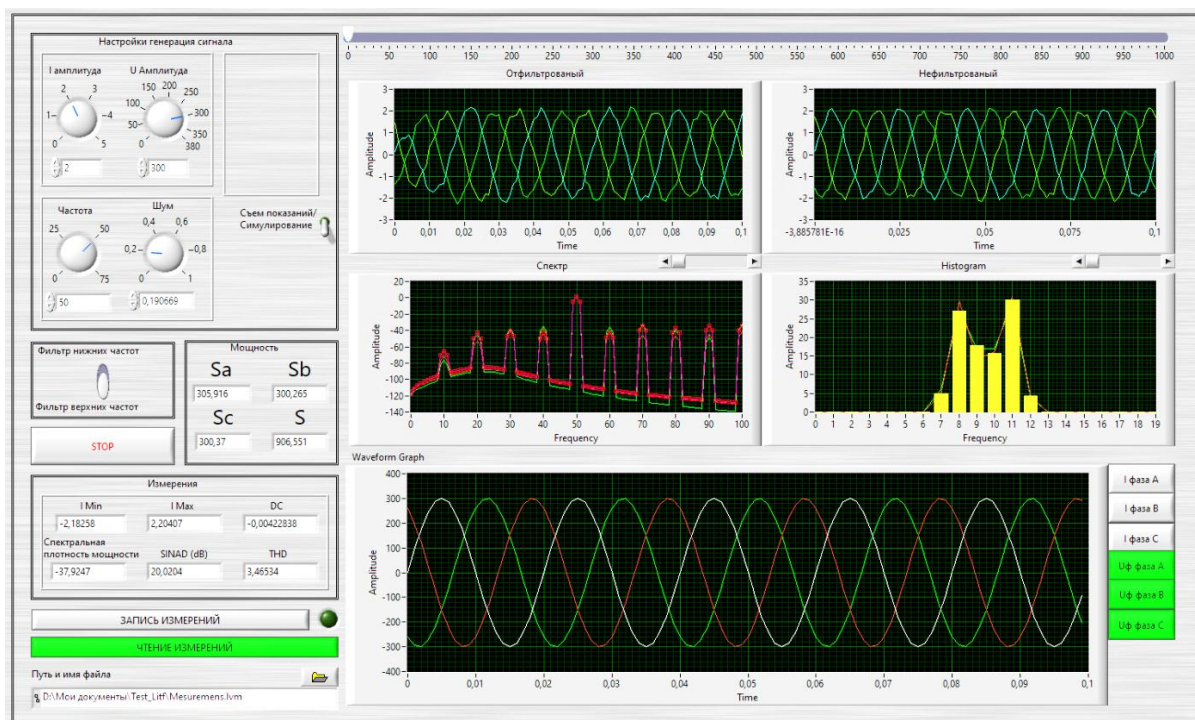


Рис.3 – Результаты симулирования 3х фазной сети

Представленный алгоритм и интерфейс пользователя могут выступать первым этапом разработки виртуального прибора контроля и анализа ПКЭ, функционал программы и методы обработки сигналов могут быть расширены и доработаны.

Список использованных источников:

1. С.Ю. Лупов, LabVIEW в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособ. / С.Ю. Лупов, С.И. Муяшкин, В.В. Шарков. – Нижний Новгород, 2007. – 101 с.
2. Евдокимов Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW [Текст]: учеб. пособ. / Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г.И. – ДМК Пресс, 2007. – 400 с.

© И.А. Власов, 2021

СБОР И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ VALMET DNA

магистрант гр. 529 **Кондратенко Станислав Сергеевич**,
канд. техн. наук, проф. **Сидельников Владимир Иванович**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Сбор и хранение данных являются одними из приоритетных направлений сегодня. Объем данных растет, необходимо эффективно работать с ними и иметь возможность применять это на предприятиях. Одним из подходов для решения данной задачи является подход на базе системы ValmetDNA.

Ключевые слова. Хранение информации, информационная станция, сбор и обработка данных.

COLLECTING AND PROCESSING THE DATA BY THE VALMET DNA SYSTEM

Kondratenko Stanislav Sergeyevich,
Sidelnikov Vladimir Ivanovich

Abstract. Collect and storage the data are among the priorities today. The volume of data is growing, it is necessary to work effectively with it and be able to apply it in enterprises. One of the approaches to solve this problem is the approach based on the Valmet DNA system.

Keywords. Information storage, information station, data collection and processing.

Проектом для обеспечения надежности, времени хранения и требуемой точности сбора сигналов, формирования отчетов, расчета, разработан ИНФО сервер (на базе HP/DELL – ServerStandard).

Информационная станция предназначена для сбора и обработки данных технологического процесса. Информация поступает от контроллеров управления PCS, включая информацию от полевых и интерфейсных шин PROFIBUS и MODBUS; от интерфейсных станций GTW, отвечающих за обмен данными между двумя сетями: сетью PACiS с устройствами UCA2 и сетью под управлением SCADA; от OPC серверов, от систем ручного ввода информации, систем LIMS и т. п.

Производительность базы данных реального времени CIMIO равен 4980 аналоговых значений в секунду. Объем может быть увеличен до 50000 точек.

Информационная система является интегрированной частью системы ValmetDNA [1]. Она обладает широкими возможностями и набором прикладных инструментов для обработки исторической информации, определения узких мест в процессе, а также выбора оптимальных технологических режимов и условий эксплуатации.

На этой станции, представленной на рисунке 1, регистрируются, хранятся и обрабатываются также сообщения, действия оператора, события, предупредительная и аварийная сигнализации. На информационной станции установлено также программное обеспечение для обработки данных:

- DNAreport – сервер генерации и хранения генерируемых отчетов системы;
- DNAreportAE – система анализа и сигнализации;
- DNAtacer – программное средство на базе WEB для соединения трендов и событий.



Рис. 1 – Информационная станция

Valmet предлагает широкий спектр возможностей сделать автоматизированную систему управления максимально удобной, гибкой и надежной. Удобная работа с данными, возможность выборки данных и запуска по «кнопке» с выбранными данными и в конкретном временного отрезке позволяет проводить отладку оборудования с необходимыми параметрами, что крайне необходимо на предприятиях, где внедрены современные автоматизированные системы управления технологическими процессами.

Список использованных источников:

1. Интернет ресурс <https://www.se.com/ua/ru/product-range-presentation/60790-pacis-gtw/>

© С.С. Кондратенко, В.И. Сидельников, 2021

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

студентка гр.10607119 **Василевская Виктория Валерьевна**,

Науч. руководитель: канд. техн. наук, доц. **Самосюк Наталья Александровна**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В данной работе рассматриваются основные показатели качества электроэнергии, влияние некачественной электроэнергии. Также представляются варианты улучшения качества электрической энергии.

Ключевые слова. Электрическая энергия, качество, электроснабжение, электромагнитный ущерб, надежность.

QUALITY OF ELECTRIC ENERGY

Vasilevskaya Victoria Valeryevna

Abstract. This paper discusses the main indicators of the quality of electricity and ways to improve them, the impact of low-quality electricity. Options for improving the quality of electrical energy are also presented.

Keyword. Electric energy, quality, electricity supply, electromagnetic damage, reliability.

Энергетика-отрасль экономики, которая обеспечивает положение страны на мировой арене, также хорошая энергетическая безопасность влияет на нормальное функционирование других отраслей. Электрическая энергия -основной продукт, производимый в энергетической сфере, поэтому от ее показателей зависит надежность энергосистемы, обеспечение бесперебойного режима электроснабжения.

Электрическая энергия является очень специфическим товаром, так как производитель не несет ответственности за качество производимого продукта. Не качественная электроэнергия может привести к поломкам оборудования, телемеханики, связи и электронной техники, а также увеличением потерь энергосистемы. Ущерб от некачественной электроэнергии можно назвать электромагнитным ущербом. На рисунке 1 представлены основные показатели, определяющие качество электроэнергии и вероятные виновники ухудшения качества электроэнергии [1].



Рис. 1- Показатели качества электроэнергии и возможные виновники его ухудшения

Так как большинство показателей носят временный характер, то невозможно их полное устранение, так как их проявление связано с погодными условиями, работы автоматики или коммутационных процессов, поэтому для них не предусмотрено допустимое значение. Для их оценки измеряют длительность, частота, которые помогают оценить качество электроснабжения [2].

Для улучшения качества электроэнергии существуют следующие способы, представленные на рисунке 2 [3].

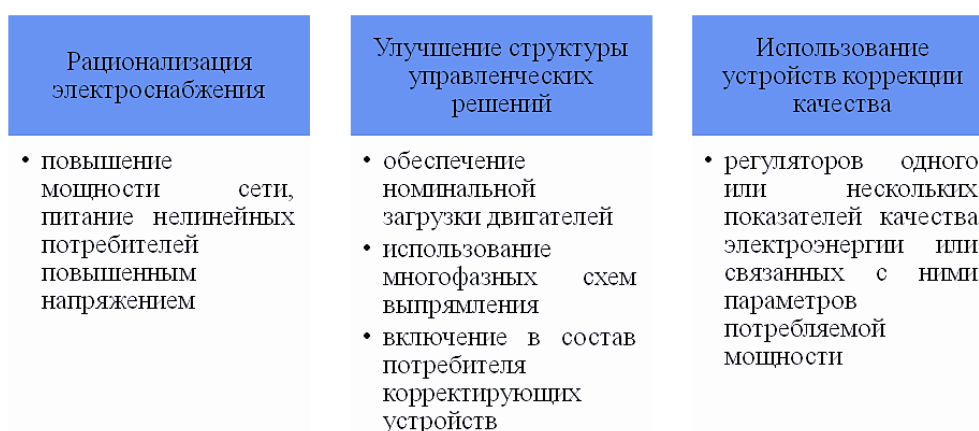


Рис. 2 - Способы улучшения качества

Анализируя рисунок 2, можно отметить, что самым экономически дешевым является способ с использованием устройств для коррекции качества, так как остальные способы связаны с изменением структуры сети, которые приведут к большим затратам.

В энергетическую систему Республики Беларусь постоянно внедряются новые предприятия, технологии требующие определенное количество электроэнергии, что приводит к большей загруженности энергосистемы. Это может привести к перепадам, скачкам напряжения, что, в свою очередь, приводит к ухудшению качества электроэнергии. Для

оценки качества электроэнергии используют ГОСТы, представленные на рисунке 3 [4]. Для оценки этих показателей учет должен постоянно осуществляться в точках учета потребляемой электроэнергии. Эти данные помогут выявить виновника, который привел к ухудшению качества электрической энергии. Предприятие, которое будет виновато в ухудшении должно будет возместить принесенный ущерб. Это помогает снизить финансовую нагрузку энергосистемы.

ГОСТ 32144-2013	ГОСТ 33073-2014	ГОСТ 30804.4.30-2013
• Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего пользования	• Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения	• Методы измерения показателей качества электрической энергии

Рис. 3 - ГОСТы, характеризующие качество электроэнергии

Можно отметить, что электроэнергия-товар, который должен соответствовать определенным требованиям. Ухудшение показателей электрической энергии может привести к электромагнитному ущербу, который, в свою очередь приводит к денежным потерям потребителя. Несмотря на это качество электроэнергии достаточно сложно изменить, так как это неконтролируемый процесс.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 13109–97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 08.01.1999. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 31 с.
2. Янукович Г.И. Качество электрической энергии и способы его повышения, - М., 2008.
3. Жежеленко, И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.
4. ГОСТ 32144–2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 1.02.2016. – Минск : БелГИСС, 2015.

© В.В. Василевская, 2021

ВОДОХРАНИЛИЩА ГЭС, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

студент гр. 513 **Ильин Геннадий Игоревич**,

Науч. руководитель: ст. преподаватель **Зятиков Илья Дмитриевич**

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются особенности влияния гидроэлектростанции на окружающую среду. Дается обзор экологических проблем, возникающих при возведении гидроэлектростанций, таких как затопление земель, заболачивание водоёмов, уменьшение популяции рыб. Также описываются пути сокращения негативного влияния водохранилищ ГЭС на окружающую среду.

Ключевые слова. Гидроэлектростанции, затопление земель, плотина, миграции рыб, водные ресурсы.

HYDROELECTRIC POWER STATION RESERVOIRS, THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Ilyin Gennady Igorevich

Abstract. The article discusses the features of the impact of a hydroelectric power station on the environment. An overview of the environmental problems that arise during the construction of hydroelectric power plants, such as land flooding, waterlogging of reservoirs, and a decrease in the fish population, is given. It also describes ways to reduce the negative impact of HPP reservoirs on the environment.

Keywords. Hydroelectric power stations, land flooding, dams, fish migrations, water resources.

Защита окружающей среды – одна из основных глобальных проблем. Ученые признают, что в экологическом плане одним из наиболее чистых типов сооружений для выработки электрической энергии являются гидроэлектростанции. Современная гидроэлектроэнергетика включает в себя использование как массивных гидроэлектростанций, так и небольших

речных электростанций. Крупномасштабные ГЭС продолжают строиться во многих частях мира, и их возведение безусловно оказывает влияние на окружающую среду.

Особенностью работы ГЭС является необходимость создания водохранилища вблизи электростанции. Для этого сооружается плотина, что сопровождается выходом рек из русла и затоплением близлежащих пойменных территорий. Например, в России при строительстве гидроэлектростанций под водой оказалось не менее 6 миллионов гектаров земли. Размер водохранилища, создаваемого для нужд гидроэлектростанции, может варьироваться в широких пределах, в основном, это зависит от двух параметров: от размера самой гидроэлектростанции и рельефа земли, на которой она строится. ГЭС в равнинных районах, как правило, требуют гораздо больше земли, чем в холмистых районах или горных местностях, где более глубокие водохранилища могут удерживать больший объем воды в меньшем пространстве [1].

На небольших реках создаются водохранилища с незначительной площадью затопляемых земель. Крупные ГЭС строятся на многоводных реках, что приводит к переселению жителей деревень, расположенных вдоль речного русла, уничтожению леса, среды обитания диких животных и сельскохозяйственных угодий.

Строительство крупных гидроэлектростанций подразумевает изменение естественного русла речных систем. Одной из проблем, которая возникает при перекрытии естественного течения реки, является одновременное блокирование важных путей миграции рыбы. Со временем строительство плотин на реках приводит к резкому сокращению популяции рыб, что негативно сказывается на здоровье речных экосистем, а также на запасах продовольствия для человека.

Некоторые гидроэлектростанции используют рыбные лестницы, которые помогают небольшим рыбным косякам пересечь запруженные реки, но эти устройства неэффективны для тех случаев, когда необходимо поддерживать массовые миграции. Также значительное влияние на рыбные популяции могут оказывать изменения уровня рек, структуры течений и температуры. Кроме того, данные факторы оказывают влияние и на водную растительность, которая погибает и начинает гнить. В

результате этого процесса образуется метан - парниковый газ, который, как известно, пагубно влияет на климат [2].

Большой проблемой для экологии становятся водохранилища ГЭС, большую часть которых составляют мелководья. Они возникают в тех случаях, когда гидроэлектростанции строятся на равнинных местностях, например, такие как Волжская ГЭС. Солнце активно прогревает воды мелководья, что создаёт благоприятные условия для произрастания сине-зеленых водорослей. Этот вид водорослей практически не используется в пищу рыбами и другими водными обитателями. Водоросли, бесконтрольно разрастаясь, начинают гнить, заражая воду и атмосферу.

Такие последствия позволяют сделать вывод о том, что строительство ГЭС с соответствующей организацией водохранилищ резко меняет гидрологический режим задействованных рек и приводит к серьезным изменениям имеющихся экосистем.

Существуют способы улучшения гидроэнергетических систем, чтобы они стали более экологически чистыми. Одна из таких стратегий заключается в том, чтобы лучше планировать землепользование вокруг речных бассейнов вверх по течению от плотин. Организуя защиту природной среды в водоразделе реки, можно более эффективно сдерживать эрозию, что может способствовать уменьшению загрязнения воздуха парниковыми газами из водохранилищ, поскольку в воде будет меньше разлагающегося органического материала [3].

Кроме того, есть эффективные методы снижения воздействия гидроэнергетики на среду обитания рыб и миграцию. Некоторые гидроэлектростанции используют специальные «ловушки» для сбора рыбы, её транспортировки и дальнейшего высвобождения. Однако наилучшим на данный момент решением является тщательное планирование размещения плотин, для того чтобы наиболее важные пути миграции не были нарушены. В некоторых случаях разрушение старых плотин и возвращение речного потока ближе к его естественному состоянию приводит к восстановлению среды обитания рыб.

Продолжают разрабатываться новые способы добычи энергии из водных ресурсов, такие как приливная энергия и энергия волн, которые, как правило, оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные гидроэнергетические системы.

ГЭС вырабатывают 71% возобновляемой электроэнергии во всем мире. В настоящее время в развивающихся странах в процессе строительства находятся около 3700 крупных и средних гидроэлектростанций. В Российской Федерации работают 193 ГЭС, которые вырабатывают около 17% всей электроэнергии в стране. Несмотря на то, что ГЭС имеют ряд проблем, связанных с влиянием на окружающую среду, в данный момент полностью отказаться от них нельзя, так как существенную часть энергии мы получаем от них [4].

Для производства гидроэлектроэнергии нет необходимости сжигать углеводородное топливо, которое загрязняет атмосферу, водный же цикл протекает естественным образом, а это означает, что этот вид энергии неисчерпаем. Однако производство гидроэлектроэнергии ограничено, так как на Земле есть определенное количество водных ресурсов, которые можно использовать (особенно с учетом того, сколько рек уже затоплено плотинами). Необходимо учесть все отрицательные факторы, влияющие на окружающую среду со стороны ГЭС, и минимизировать их последствия путём внедрения новых технологий, которые призваны уменьшить пагубное влияние водохранилищ гидроэлектростанций на экологию.

Список использованных источников:

1. Интернет-ресурс: https://ecodelo.org/45549-10_prichin_pochemu_kрупnye_ges_opasny_dlya_ekologii_i_obshchestva
2. Интернет-ресурс: <https://promdevelop.ru/industry/vliyanie-ges-na-okruzhayushyu-sredu/>
3. Интернет-ресурс: https://studopedia.ru/3_135656_vozdeystvie-vodohranilishch-na-okruzhayushchuyu-sredu.html
4. Интернет-ресурс: <https://www.energysage.com/about-clean-energy/hydropower/environmental-impacts-hydropower/>

© Г.И. Ильин, 2021

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕРИРУЮЩИХ ГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭКОЛОГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

студент гр. 49Ж **Полозкова Анастасия Петровна**,
канд. техн. наук, доцент **Финиченко Александра Юрьевна**
Омский государственный университет путей сообщения,
г. Омск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается конструкция использования и вопрос применения газовых генераторов, предложен вариант более эффективной работы данной установки как источник тепло- и электроэнергии. При применении теплиц можно получить максимальную результативность, так как тепловые потери газового генератора будут задействованы в качестве удобрения.

Ключевые слова. Газовый генератор, альтернативная энергетика, отработавшие газы, сеть природного газа, горючее вещество, фотосинтез.

EFFICIENCY OF USE OF GENERATING GAS INSTALLATIONS FOR ENVIRONMENTAL ECOLOGY

Polozkova Anastasia Petrovna,
Finichenko Alexandra Yuryevna

Abstract. The article discusses the design of the use and the question of the use of gas generators, the option of more efficient operation of this installation as a source of heat and electricity is proposed. When using greenhouses, you can get the maximum efficiency, since the heat loss of the gas generator will be used as a fertilizer.

Keywords. Gas generator, alternative energy, exhaust gases, natural gas network, fuel, photosynthesis.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проанализировав информацию в общедоступной сети, так как в основном применение газовых генераторов, как полноценных источников электроэнергии, начало распространяться не так давно, более актуальный и доступный материал изложен в интернете. На рынок энергии начали

выходить частные поставщики, интересующиеся данными установками, поэтому сегодня газовые генераторы пользуются большой популярностью, они являются выгодным вариантом для обеспечения электроэнергией объектов различного назначения в качестве основного или же резервного источника питания. Данные установки высокоэффективны, окупаются в короткие сроки и могут работать на природном газе, а также на сжиженном. При сравнении газовых генераторов с другими генерирующими установками выводится один из плюсов рассматриваемых моделей – они могут работать как когенерационные установки, то есть одновременно вырабатывать как электрическую, так и тепловую энергию, данная функция не присуща дизельным и бензиновым генераторам [1].

Стремительное развитие экономической отрасли влечет за собой увеличение объемов потребления энергии, повышенная выработка энергии, в свою очередь, вызывает ухудшение экологической обстановки и, соответственно, отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды. Электроэнергия является наиболее часто используемый видом, она вырабатывается в генераторах, которые представляют собой устройства, способные преобразовать механическую (а также тепловую) энергию в электрическую.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Использование газового генератора только для поставки потребителям электрической энергии влечет за собой большие энергопотери при выбрасывании отработавшего пара, состоящего в основном из углекислого газа. Задача данной научно-исследовательской работы заключается в анализе эффективности применения газогенерирующих установок, предложение варианта использования с наиболее выгодным коэффициентом полезного действия [2].

Газовый генератор с применением теплиц – это современное решение, которое позволяет не только автономно производить электрическую энергию, но и использовать продукты сгорания природного газа. В качестве органического удобрения возможно применение отработавших газов, которые способны стимулировать рост растений. То есть одновременно вырабатывая тепловую и электрическую энергию, такая система способна обеспечивать топливную эффективность более 90% по сравнению с 40–50% эффективности стандартного бойлера. Стандартный срок окупаемости данных систем составляет менее 3–4 лет.

III. ТЕОРИЯ

В состав конструкции газового генератора входят: стандартный двигатель внутреннего сгорания, внешние смесеобразование и искровое зажигание горючего вещества в камере сгорания. Схема работы данного

устройства работает по циклу Отто, ниже рассмотрен график. Газ подается с баллона, либо с магистрали (природный), подается горючее вещество в ДВС. При возгорании газа в ДВС возникает вращающий момент (механическое движение вала двигателя), передающийся на электрический генератор (происходит выработка электроэнергии). Генератор, от такого воздействия, в свою очередь, вырабатывает напряжение для однофазных или трехфазных потребителей [3].

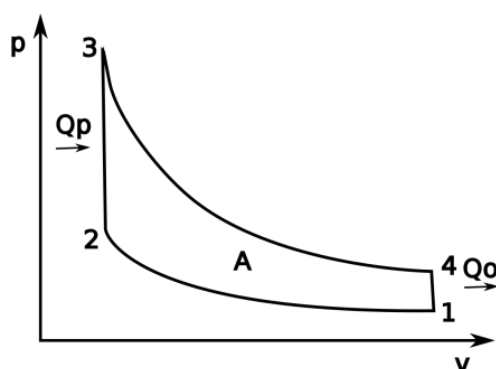


Рис.1 - Цикл Отто

Классификация газовых устройств:

По виду применяемого электростанции делятся на 2 вида:

1. Газовые генераторы, работающие на сжиженном газу. Обычно имеют маленькую мощность, функционируют порядка 15-20 часов. Газ подается с помощью газгольдера или же баллона.

2. Генераторы, которые работают на природном газе. Подключаются к магистральному газопроводу, при небольшом давлении газа устройство вырабатывает энергию на максимальной мощности.

В зависимости от длительности автономной работы газовые бывают:

1. Резервные устройства. Периодически отключаются после нескольких часов непрерывной работы для остывания, промежутки времени отключения составляет около 2 часов. В основном такие приборы используют, как аварийные источники питания.

2. Постоянные генераторы. Используются как единственный или основной источник энергии

Газовые электростанции по типу генератора делятся на:

1. Однофазные генераторы. Применяются в качестве источника питания для однофазных энергопотребителей. Для примера: данные приборы могут снабжать большой дом электроэнергией в течении нескольких часов.

2. Трехфазные генераторы. Используются как источники питания электрических приборов, работающих от сети с напряжением

380В. В основном применяется на складских помещениях и строительных площадках.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Ссылаясь на работы, проведенные Энергетическим институтом им. Г. М. Кржижановского и Институтом физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР в начале XX века, можно сделать вывод о высокой эффективности предложенного метода. Данные экспериментов говорят об ускоренном развитии растений, возможности получения ранних овощей, увеличения сбора зеленой массы и цветов при использовании отработавших газов газового генератора.

Рабочая схема системы: Когенерационная установка, которая вырабатывает электроэнергию и утилизирует тепло систем смазки и охлаждения. Одновременно с этими процессами будут выброшены продукты горения. Для дальнейшего использования они проходят специальный процесс очистки, после этого охлаждаются в обычном теплообменнике до допустимой температуры (около 50 °С). С помощью специальных лопастных турбовениляторов происходит смешивание с воздухом в теплице, в итоге смесь доставляется непосредственно к основаниям растений.

Также были проведены эксперименты и оказалось возможным использование продуктов сгорания газообразного топлива даже с повышением содержания углекислого газа в теплицах и доведением концентрацию углекислого газа с 0,03% в воздухе до 0,3% в атмосфере установок защищенного грунта. Такое выгодное использование газового генератора приводит и к экономии использования углекислого газа, то есть одного из важных удобрений, который способствует быстрому росту растений и созреванию плодов. За 1 рабочий час мини-ТЭС, обладающая мощностью 1 МВт, при среднегодовой нагрузке порядка 75% выработает 372 м³ углекислого газа нормального давления, при этом содержание CO₂ будет на уровне 700 ppm. Экономия, таким образом, составит около 0,24 рубля на 1 м³ углекислоты. Также дополнительная годовая экономия при использовании системы утилизации выхлопных газов будет примерно 900 тыс. рублей, а при невысокой стоимости вспомогательного оборудования – порядка 200 тыс. рублей на 1 МВт рабочей электрической мощности.

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рост растений зависит от процессов фотосинтеза, в которых главный источник энергии – свет. Вследствие чего все чаще используются технологии досвечивания особенно в зимний, весенний и осенний периоды, в то время, как довольно низкий уровень естественной солнечной радиации сопроводим коротким световым днем.

Доказано, что использование совмещенной работы газового генератора, непосредственно как источника удобрения для теплиц способствует повышению вдвое урожайности, расширению ассортимента культур, улучшению качества продукции. Проблематичность выращиванию продукции в несезонных условиях, дорогая доставка из других регионов еще больше доказывают рентабельность применения предложенной технологии. Однако данная система требует значительного количества электрической энергии (примерно от 70 до 100Вт на 1 м² площади), для того чтобы достичь уровня освещения до 6-7 кЛк. Проведя подсчеты, можно сделать вывод о величине суммарного энергопотребления тепличного хозяйства –его значение доходит до 10 МВт.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества использования газовых генераторов:

- Рассматриваемые электростанции стабильно работают в широком температурном диапазоне, примерно от -50 до +50 °С. Конструкции не требуют обустройства помещения, то есть достаточно навеса, предохраняющего от контакта с атмосферной влагой. Единственное, что обязательно – устройство заземления.
- Требования к хранению топлива также являются огромным преимуществом. Газ хранится неограниченное время, в то время как бензин, например, через полгода теряет свое октановое значение, а в смеси появляется осадок в результате расслоения.
- Более длительный срок службы. А также реже нуждаются в ремонте, так как используется более чистое топливо в системе отсутствует риск скопления нагара, приводящего к периодическим чисткам узлов.
- Высокая производительность. Моторесурс достигает 320 тысяч моточасов.
- Безвредность процесса получения энергии, то есть при сгорании топлива не выбрасываются выхлопные газы, которые наносят ущерб природе.

При рассмотрении предложенного варианте повышения эффективности использования газового генератора, можно уверенно говорить о выгодном с экономической и технической части использования данной установки.

Список использованных источников:

1. Интернет-ресурс <https://esist.ru/work/mini-tec/>
 2. Интернет-ресурс <https://manbw.ru/analitycs/gasgen.html>
 3. Интернет-ресурс: <https://top-generators.ru/catalog/generatory/gazovye/>
- © А.П. Полозкова, А.Ю. Финиченко, 2021

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ SMART GRID И ПРОБЛЕМЫ ИХ
РАЗВИТИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ
0,38 - 10 КВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ст. преподаватель **Макаревич Виктор Валерьевич**,
ст. преподаватель **Гецман Екатерина Михайловна**,
ассистент **Попкова Надежда Алексеевна**
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе исследованы основные этапы и текущее состояние процесса внедрения интеллектуальных сетей (Smart Grids) в энергосистему Республики Беларусь. Проанализированы основные задачи и трудности, которые в настоящее время сопровождают развитие распределительных электрических сетей напряжением 0,4-10 кВ на территории страны. Выявлены технические и технологические последствия внедрения отдельных технологий интеллектуальных сетей на работу электроэнергетической системы в дальнейшем.

Ключевые слова. Распределительные электрические сети, Smart Grid, интеллектуализация сетей, возобновляемые источники энергии, цифровизация энергетики

**FORMATION CONDITIONS OF SMART GRIDS AND PROBLEMS OF
THEIR DEVELOPMENT IN DISTRIBUTION ELECTRIC POWER
NETWORKS 0,38 - 10 KV OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

Makarevich Viktor Valerievich,
Hetsman Katsiaryna Michaylauna,
Popkova Nadzeya Aliakseeuna

Abstract. The paper examines the main stages and the current state of the process of implementing Smart Grids in the energy system of the Republic of Belarus. The main tasks and difficulties that currently accompany the development of distribution electric networks with a voltage of 0.4-10 kV on the territory of the country are analyzed. The technical and technological

consequences of the introduction of certain technologies of intelligent networks on the operation of the electric power system in the future are revealed.

Keywords. Electric distribution networks, Smart Grid, network intellectualization, renewable energy sources, energy digitalization.

В экономически развитых странах наблюдается систематический переход от централизованных систем электроснабжения к децентрализованным системам, где в качестве узлов генерации используются источники распределенной генерации. Частичная интеграция распределенных источников генерации на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в электроэнергетические системы приводит к обязательной постепенной автоматизации и интеллектуализации электрических сетей (концепция Smart Grid). С учетом мировой практики можно сделать вывод о том, что основой интеллектуализации электрических сетей является повышение самостоятельной автоматической управляемости подобных сетей, которое происходит за счет использования информационных технологий. Современный уровень развития технологий требует от электроэнергетических систем соответствие новым технологическим требованиям: максимальная компактность конструкции, увеличенные пропускные характеристики, соответствие прогрессивным экологическим стандартам, высокие показатели надежности эксплуатации, а также соответствующее качество передаваемой электроэнергии.

Масштабные научные исследования в области развития и специфики управления режимами работы интеллектуальных электрических сетей в Республике Беларусь находятся на начальном этапе своего развития. Безусловно, подобные изыскания имеют критическую роль для белорусской энергетики, так как они способны повысить эффективность работы интеллектуальных электрических сетей энергосистемы за счёт более рационального управления режимами сетей и экономии общего расхода электроэнергии, а соответственно и первичных энергетических ресурсов, при транспорте электрической энергии по электрическим сетям.

Стратегия инновационной политики Республики Беларусь в распределительном электросетевом комплексе направлена на создание высокоэффективной и высоконадежной энергетической системы нового поколения с активно-адаптивной электрической сетью. При этом задачи данной политики распределяются следующим образом, показанном в таблице 1 [1].

*Таблица 1. Распределение задач инновационной политики
в электроэнергетической отрасли*

<i>Сфера</i>	<i>Задачи</i>
<i>Организационно-экономическая</i>	Создание эффективной системы управления инновационным развитием.
	Определение главных приоритетов для инвестирования.
	Обеспечение рационального выбора состава инновационных технологий в распределительном электросетевом комплексе.
	Формирование условий для внедрения и использования новых технологий.
	Стимулирование развития комплексной отраслевой инновационной инфраструктуры.
<i>Техническая</i>	Внедрение «цифровых» технологий.
	Разработка эффективной системы контроля состояния сети и прогнозирования типовых программ предотвращения (ограничения) возникающих аварий и восстановления нормального режима в сети
	Разработка средств учета форсированного управления и ввода резерва.
	Создание «единой модели сети» для развития и формирования различной технической и технологической информации.

Применение концепции SmartGrid позволяет провести трансформацию электроэнергетической системы в энергетически эффективный комплекс, управление которым может осуществляется дистанционно. Снижение резервных мощностей, а также информационных мощностей происходит в первую очередь за счет применения систем контроля и оценивания ситуации, а также средствами противоаварийной автоматики.

Следовательно, необходимо первоначально детально изучить этапы освоения концепции Smart Grid для энергосистемы страны, с учетом имеющегося опыта стран-соседей, что в последующем позволит осуществить постепенное ее внедрение.

На сегодняшний день регламентирующими документами освоения Smart Grid в Республике Беларусь являются: «Концепции перспективного

развития распределительных электрических сетей напряжением 0,4-10 кВ Белорусской энергосистемы на ближайшую перспективу» и ТКП 609-2017 Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4-10 кВ [2, 3].

На рисунке 1 показаны основные этапы создания интеллектуальных сетей на территории Беларуси. Зеленым цветом обозначены этапы, которые реализованы полностью, либо находятся на завершающем этапе своей реализации; желтым – этапы, практическая реализация которых находится на начальной ступени.



Рис.1 – Этапы создания Smart Grid в Республике Беларусь

Распределительные электрические сети напряжением 0,38-(6)10 кВ в энергосистеме Беларуси характеризуются различной степенью оснащённости цифровыми приборами учёта, устройствами сбора и передачи данных (УСПД), а также объединением их в автоматизированную систему контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Наиболее наблюдаемыми являются головные участки (ГУ) распределительных линий 6-10 кВ. Они практически полностью оснащены цифровыми приборами учета электроэнергии, которые регистрируют и хранят режимную информацию за каждые полчаса расчётного периода. Данные приборы учёта электроэнергии, как правило, имеют достаточно высокий класс точности и входят в АСКУЭ филиалов электрических сетей. Информация о нагрузках распределительных электрических сетей представлена, в основном, показаниями индукционных счетчиков активной и реже реактивной электроэнергии.

Трансформаторные подстанции (ТП) (6-10)/0,4 кВ, как правило, являются не наблюдаемыми. Приборы учёта в ТП устанавливаются в основном в следующих случаях:

- ТП находится на границе балансовой принадлежности структурных подразделений электрических сетей;
- ТП и отходящие электрические сети 0,38 кВ находятся на балансе абонента и расчёт за потреблённую электроэнергию производится по приборам учёта установленным в ТП;
- в ТП устанавливают приборы учёта на определённый промежуток времени для поиска и устранения коммерческих потерь электроэнергии.

Информацией о нагрузках электрических сетей 0,38 кВ являются данные об электропотреблении абонентов, предоставляемые самими абонентами в виде оплаты за потреблённую электроэнергию, которые ряд искажающих факторов: сезонная составляющая, оплата не по факту, а по наличию денежных ресурсов (недоплата или оплата наперёд) и т.д. Актуальный вопрос привязки абонентов и информации об их электропотреблении хранящийся в базах данных предприятий энергосбыта полностью на сегодняшний день не решён. Наиболее наблюдаемыми нагрузками электрических сетей 0,38 кВ, оснащёнными цифровыми приборами учёта и увязанными АСКУЭ являются групповые учёты зданий в новостройках и точки учёта предприятий и фирм различных форм собственности.

Ввиду последних реформ в нормативно-правовой базе у потребителей белорусской энергосистемы появилась возможность использования собственных генерирующих источников, использующих как традиционные первичные энергетические ресурсы, так и альтернативные возобновляемые. Подобные установки изначально проектируются наблюдаемыми за счет установки цифровых приборов учета и входят в состав единого поля АСКУЭ.

Имея вышеописанные трудности, в первую очередь, предъявляются главные требования к автоматизации распределительных сетей 0,4-10 кВ, где на первое место выступает разработка оптимизированной перспективной схемы. Для выполнения данной задачи требуется выработать единую техническую политику для согласования основных направлений интеллектуализации электрических сетей как единой мегасистемы:

- интеграция электрической и информационной структур в сетях и системах;
- создание автоматизированных систем управления (подстанции нового поколения);
- развитие электросетевого комплекса (силового оборудования и потребителей).

Данное объединение позволит создать комплексность автоматизации путем наблюдаемости(охвата) всей сети района электрических сетей и проводить реализацию всех бизнес-процессов с возможной интеграцией смежных автоматизированных систем. При этом обеспечится автоматизация управления переключениями и электрическими режимами, качество электроэнергии и поиски направления и локализации повреждений.

Используя п.6.3. ТКП 609-2017? оптимизированная перспективная схема сети выглядит следующим образом (рис.2):

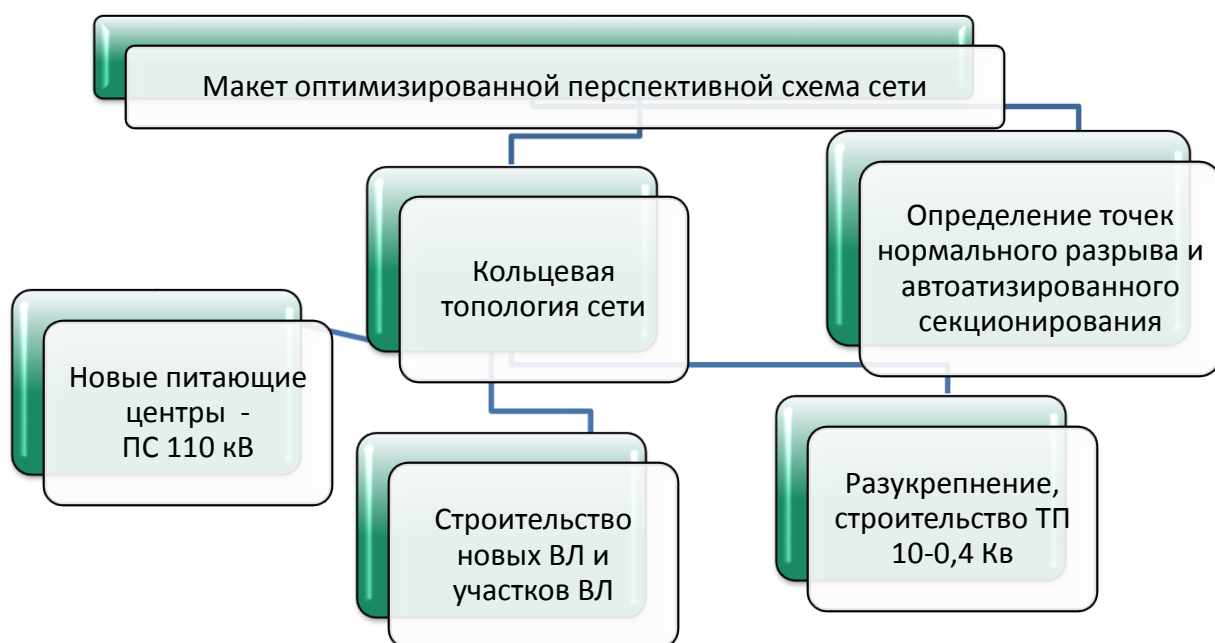


Рис.2 – Макет оптимизированной перспективной схема сети

Децентрализованное управление режимами естественно приведет к увеличению объемов автоматизации с применением цифровых технологий контроля состояния электрических сетей и их оборудования, а также учёта перетоков электрической мощности и отпуска электроэнергии. На первом этапе перехода к технологиям «умных сетей» произойдет внедрение смарт-учета («умных» приборов учета электроэнергии). Однако, для учета электроэнергии в распределительных электрических сетях (6-10)-0,38 кВ

энергосистемы Республики Беларусь, как правило, используются цифровые приборы учёта, которые в отличие от индукционных, позволяют принимать во внимание график потребления электроэнергии с получасовыми интервалами усреднения.

На сегодняшний день расчёты режимов и технических потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38–10 кВ производятся по методике, основу которой составляет метод графического интегрирования. Указанный метод предполагает, что на каждом шаге интегрирования информация за интервал времени Δt неизменна. Однако на практике нередко возникают ситуации, когда за получасовой интервал цифровые приборы учёта регистрируют не нулевые значения передачи и приёма активной и реактивной энергии ("E+" и "E-", "R+" и "R-"), что приводит к проблеме определения усреднённых за получас значений активной (P) и реактивной (Q) мощности с учётом их направления [4].

Поэтому для выполнения расчётов режимов и уровня потерь в электрических сетях энергосистем в условиях неполной наблюдаемости потребления и генерации электроэнергии потребуется выполнить балансировку неравноточных значений нагрузок потребителей и показаний цифровых приборов учёта источников питания и крупных потребителей. И в дальнейшем возникнет необходимость в разработках моделей учёта реверса мощности в пределах получаса и усовершенствования методики расчёта режимов и потерь электроэнергии с учётом балансировки нагрузок и реверса мощности в интеллектуальных электрических сетях энергосистем.

Одной из важнейших задач применения систем интеллектуальных измерений является возможность скоростной передачи всех параметров и данных потребления указанного потребителя, а также реализация возможности гибкого реагирования системы на текущие изменения в процессе генерации электрической энергии.

На основании вышеизложенного со стороны государства необходима выстроенная целенаправленная стратегическая линия по строительству Smart Grid и автоматизации распределительных сетей, включающая в себя:

- постоянно действующую рабочую группу с широким представительством;
- разработку и реализации единой концепции построения «Smartgrid» с учетом мирового опыта;
- стандартизацию, техническое нормирование указанной сферы;

- контроль за проектированием, строительством, реконструкцией, модернизацией, автоматизацией электросетевых объектов;
- обеспечение комплексности процесса автоматизации.

Список использованных источников:

1. Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы. Указ Президента Республики Беларусь от 31 января 2017 г. № 31 «О государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mshp.gov.by/programms/fdbac4b499a1dde8.html> (дата обращения 22.04.2021).
2. 2. Отраслевая программа развития электроэнергетики на 2016 – 2020 годы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.minenergo.gov.by> (дата обращения 29.04.2021).
3. Технический кодекс установившейся практики ТКП 609-2017 (33240): Автоматизация распределительных электрических сетей напряжением 0,4 - 10 кВ. - Минск: Минэнерго, 2017. – 178 с.
4. Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.47.104-11 «Методические рекомендации по автоматизации распределительных электрических сетей 0.4 - 10(6) кВ Белорусской энергосистемы». [Электронный ресурс]. – URL: <https://energodoc.by/document/view?id=814> (дата обращения 26.04.2021).

© В.В. Макаревич, Е.М. Гецман, Н.А. Попкова, 2021

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

студент гр. 517 **Москаленко Павел Анатольевич**,
ассистент, аспирант гр. 520-09 **Слюта Марина Олеговна**
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Среди различных путей повышения объема производства автоматизация является одним из самых эффективных способов. Внедрение инновационных устройств автоматизации решает множество задач, стоящих перед руководителями предприятий, таких как увеличение объема производства, улучшение качества выпускаемого товара, сведение к минимуму ошибок и брака, постоянный контроль над техническим оборудованием для обеспечения его стабильного функционирования и т.д. В данной работе представлена информация о современных средствах автоматизации.

Ключевые слова. Средства автоматизации, производство, электропривод, позиционер, клапан.

MODERN MEANS OF AUTOMATION

Moskalenko Pavel Anatolievich,
Sluta Marina Olegovna

Abstract. Among the various ways to increase the volume of production, automation is one of the most effective ways. The introduction of innovative automation devices solves many problems facing enterprise managers, such as increasing production volumes, improving the quality of manufactured goods, minimizing errors and rejects, constant control over technical equipment to ensure its stable operation, etc. This paper provides information on modern automation tools.

Keywords. Automation equipment, production, electric drive, positioner, valve.

Среди различных путей повышения объема производства автоматизация является одним из самых эффективных способов. Она лежит в основе создания конкурентоспособного предприятия. Автоматизация производственных процессов помогает повысить

производительность труда. В ходе ее внедрения человек устраняется от физически тяжелых, трудоемких и монотонных операций. Его труд заключается в наладке и контроле над работой автоматических устройств.

Внедрение инновационных устройств автоматизации решает множество задач, стоящих перед руководителями предприятий:

- увеличение объема производства;
- улучшение качества выпускаемого товара;
- сведение к минимуму ошибок и брака;
- постоянный контроль над техническим оборудованием для обеспечения его стабильного функционирования и т.д.

Рассмотрим подробнее средства автоматизации: электроприводы, клапаны и позиционеры.

Электроприводы получили широкое применение в сфере автоматизации процессов управления трубопроводными системами и используются сегодня в самых разных сферах хозяйственной деятельности. Они обеспечивают оперативное дистанционное регулирование объемов и давления рабочей жидкости, перемещаемой по трубопроводу, а также контроль состояния элементов трубопроводной арматуры, быструю отсечку и возобновление перекачки по трубопроводу.

В качестве примера традиционного электропривода возьмем электрический привод 9-24V DC A80 2-проводной (рис. 1). Из положительных особенностей данный привод является прочным по своей конструкции, с низким энергопотреблением. Его пластиковый корпус обеспечивает полную водонепроницаемость, также предусмотрена тепловая защита двигателя [2].



Рис. 1 - Электрический привод 9-24V DC A80 2-проводной

В качестве интеллектуального электропривода рассмотрим электропривод компании «Север» (рис. 2). Он имеет возможность программного изменения характеристик привода в зависимости от вязкости и давления рабочей среды запорной арматуры. Также обладает высокой точностью позиционирования до долей миллиметров запирающего элемента запорной арматуры. У данного электропривода предусмотрен обмен информацией с центральной управляющей системой с помощью аналоговых и цифровых интерфейсов, самотестирование привода и анализ текущего состояния с выявлением нештатных ситуаций в работе привода. Кроме того, система управления приводом имеет широкий ряд настраиваемых параметров, которые могут задаваться через цифровой канал связи и в ручном режиме с помощью пульта дистанционного управления, по инфракрасному каналу связи [1].



Рис. 2 - Интеллектуальный электропривод компании «Север»

Рассмотрим ручной управляющий клапан и автоматический клапан управления. В системе водоочистки это они являются одним из основных узлов. Они необходимы для переключения потока воды в баллоне и осуществления промывки фильтрующей загрузки.

Ручной управляющий клапан умягчителя F64A предназначен для ручного переключения режимов работы засыпных фильтров, промывка которых осуществляется с участием химических реагентов (рис.3). Он предполагает надежный и простой способ управления процессом промывки и регенерации фильтрующей загрузки[3].

Автоматический клапан управления Runxin F117Q1 с электронным таймером предназначен для засыпных фильтров и умягчителей воды. Он применяется для управления процессом промывки и регенерации фильтрующего материала в системах умягчения и обезжелезивания.



Рис. 3 - Ручной управляющий клапан умягчителя F64A

Помимо простоты конструкции и надежной герметичности данный клапан имеет ряд дополнительных особенностей (рис. 4). Например, блокировка кнопок при бездействии в течении 1 мин, возможность задавать количество обратных промывок в зависимости от мутности воды.



Рис. 4 - Автоматический клапан управления Runxin F117Q1

Для того, чтобы сравнить обыкновенный позиционер с интеллектуальным рассмотрим позиционеры компании Neles. Сравним позиционер ND 9000 с позиционером NE 700.

Механизированный клапанный позиционер Neles NE700 обладает следующими качествами (рис.5):

- высокая виброустойчивость;
- прочная конструкция;
- простая и быстрая настройка;
- быстроедействие;
- стабильность работы;
- искробезопасность.



Рис. 5 - Механизированный клапанный позиционер Neles NE700

Функций позиционера ND 9000 значительно больше (рис. 6):

- прочная и надежная конструкция;
- легкое управление и ввод в эксплуатацию;
- выбор языка: английский, немецкий или французский;
- работа на местах и дистанционное управление;
- модифицируемая конструкция;
- самодиагностика;
- оперативная диагностика;
- диагностика эксплуатационных характеристик;
- диагностика передачи данных.



Рис. 6 - Интеллектуальный позиционер ND 9000

Интеллектуальный позиционер с усовершенствованными возможностями диагностики обеспечивает длительную эффективность работы поворотных регулирующих клапанов в течение всего срока их службы. Это гарантирует в первую очередь долговременную стабильность и точность выполнения командного сигнала [4].

При подборе технических средств автоматизации и комплектаций, важно учитывать принципы работы системы, изучать современную базу автоматизации, отслеживать особенности технологических процессов. Это задача специалистов, помощь и консультации которых необходимы в этом вопросе. Средства автоматизации постоянно совершенствуются разработчиками. Появляется новый класс интеллектуальных цифровых средств измерения, которые уже обладают расширенными возможностями обработки сигналов.

Список использованных источников:

1. Интеллектуальный электропривод для запорной арматуры [Электронный ресурс]. URL: https://posever.ru/prod/elektrodvigateli/g_63/ (дата обращения: 12.04.2021).
2. Ручной управляющий клапан умягчителя F64A [Электронный ресурс]. URL: <https://vodadomu.ru/ruchnye-klapany-upravleniya/> (дата обращения: 14.04.2021).
3. Runxin F117Q1 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecovita.ru/catalog/komplektuyushchie-dlya-ochistki-vody/upravlyayushchie-klapany/> (дата обращения: 14.04.2021).
4. Neles. Новое изобретение надежности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.neles.com/> (дата обращения: 25.04.2021).

© П.А. Москаленко, М.О. Слюта, 2021

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОВ И ПРИЧИН ВИБРАЦИЙ, МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ

студент гр. АЭП-19-16 **Утробин Андрей Сергеевич**,
Науч. руководитель: ассистент **Торошин Александр Константинович**
Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
г. Лысьва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрена и проанализирована основная информация о вибрации, возникающей в электродвигателях и уровни дефектов, а именно дефекты уровня: подшипник, механизм, агрегат, способные привести к возникновению вибрации. Рассмотрены основные типы причин появления вибрации, а также последствия ее воздействия на электродвигатель и его работу.

Ключевые слова. Электродвигатель, неисправность, вибрация, техническое обслуживание, диагностика.

RESEARCH OF TYPES AND CAUSES OF VIBRATIONS, METHODS OF ELIMINATION

Utrobin Andrey Sergeevich

Abstract. This article discusses and analyzes the basic information about vibration occurring in electric motors and the levels of defects, namely level defects: bearing, mechanism, unit, which can lead to vibration, as well as the consequences of its impact on the electric motor and its operation are considered.

Keywords. Electric motor, malfunction, vibration, maintenance, diagnostics.

Существующие электродвигатели разделены по конструкции, назначению и особенностям, на три основные типа.

1. Двигатели постоянного тока.
2. Асинхронные двигатели.
3. Синхронные двигатели.

Технический прогресс позволил отказаться от механических и реостатных редукторов, в установках не больших мощностей, за счет использования частотных преобразователей и ШИМ модуляторов, которые позволили регулировать скорость за счет изменения подаваемой на электродвигатель частоты напряжения. Частотные преобразователи также способны уменьшать количество реальной и прогнозируемой вибрации, так как исключают один узел из конструкции схемы и механического сцепления [1].

Факторы, способные привести к проявлению, вибрации возможно разделить на группы, в зависимости от того, кто занимается устранением проблемы, который вызвала вибрацию.

К первой группе относят:

1. Расцентровку электродвигателя и механизмов.
2. Износ соединительной муфты: выработка ресурса пальцев, сухариков, зубцов, несоосность отверстий под пальцы в полумуфтах, разбалансировка полумуфты или пальцев.
3. Выход из состояния баланса ротора приводимого механизма, наиболее часто встречаемый у дымососов и вентиляторов, проявляющийся в связи с износом лопаток.
4. Появление дефектов в подшипниках вращающегося механизма.
5. Дефекты фундамента и фундаментной рамы: разрушение бетона, обрыв сварки на ребрах жесткости рамы, низкое качество крепления двигателя к раме после центровки и т. д.

Здесь ремонт обеспечивает персонал, производящий починку приводимого механизма, за исключением дефектов в сварке рамы под электродвигателем, которая при этом не должна являться рамой механизма [2].

Вторая группа:

1. Выход из состояния баланса ротора электродвигателя.
2. Образование трещин, а также обрыв стержней короткозамкнутой обмотки и типа «беличья клетка» ротора от кольца.
3. Явление разъединения бочки ротора от вала.
4. Дефекты вала ротора.

5.Закрепления отдельных деталей электродвигателя (подшипников, торцовых крышек), а именно его низкое качество.

6. Увеличенный зазор в подшипниках скольжения, деформация подшипников качения.

Ремонт в данном случае должен заниматься персонал, ремонтирующий электродвигатели.

При обуславливании причин способных вызвать вибрацию, то ее можно поделить на уровни.

Дефекты уровня «подшипник».

Сюда относят все дефекты, появляющиеся в опорных подшипниках агрегатов, и опорных стоек. Подшипники качения: шариковые и роликовые, радиальные и радиально - упорные, однорядные и двухрядные и т. д. активно применяются в установках с вращающимся оборудованием. Значительная часть ремонтов оборудования, чаще всего малой и средней мощности, производят из-за дефектов опорных подшипников качения [3].

1. Дефекты уровня «механизм».

При анализе сигналов с датчиков считывающих вибрацию, установленных на опорных подшипниках электрических установок, выявляют большое количество специфических дефектов состояния, возникающих только в электродвигателях и генераторах определенного типа. Причиной повышенной вибрации электрических машин могут быть и различные внутренние электромагнитные дефекты (магнитосцепление) электрических машин, и некоторые специфические особенности проявления электромагнитных процессов в обмотках ротора, статора и сердечниках (якоря), т. е. может просто отражать отдельные особенности стандартной работы электродвигателей и генераторов во вращающихся установках.

2. Дефекты уровня «агрегат».

«Центровкой» или «расцентровкой», называют качество Реципрокного положение центров валов двух связанных механизмов, с разобранный соединительной муфтой, в области их агрегатного соединения. В связи с объединением двух, и более механизмов, в одно целое, может возникнуть проблема «расцентровки». Считают, что центровка валов находится в хорошем состоянии - при идеальном схождении осей валов двух механизмов, а именно в случае, когда один из валов является прямым продолжением второго. При несовпадении осевых

линий, считают, что качество центровки находится на низком уровне, при этом используют термин «расцентровка валов в агрегате».

За счет двустороннего пространственного положения, геометрических осей несущих вкладышей подшипников скольжения или качения в подшипниковых стойках или щитах отдельных механизмов, можно определить «качество центровки» валов, не сцепленных муфтой.

Для механических и слесарных работ организован установленный порядок ремонта и в частности выявляется внешне (дребезг, расцентровка, изогнутость и т.д.). В случае с электрической частью электродвигателя и пускорегулирующей аппаратурой, из-за того, что различные пробои изоляции, короткие замыкания,дребезг якоря и т.д. влекут за собой не равномерное протекание тока по катушкам ротора или статора, а также вследствие аномальной работы электродвигателя, которая часто выражается в виде вибрации [4].

Организовывается ряд ремонтных и предупредительных работ:

1. Разборка и дефектация при ремонте электродвигателя.
2. Механический ремонт деталей и узлов (муфт. валов, редукторов).
3. Восстановление круглых обмоточных медных проводов.
4. Проверка и ремонт схемы обмоток и изоляции статоров с обмоткой из круглого и квадратного провода, укладка обмоток в статор.
5. Пропитка обмоток статоров и роторов.
6. Ремонт высоковольтных обмоток статоров и короткозамкнутых, а также типа «беличья клетка» роторов, обмоток фазных роторов.
7. Ремонт обмоток якоря из круглого и прямоугольного провода.
8. Производство ремонта коллектора.
9. Бандажирование обмоток якорей и пайка коллектора, отделка якоря.
10. Починка обмоток полюсов.
11. Ремонт и регулировка пускорегулирующей аппаратуры.
12. Сборка после ремонта и испытание электродвигателя.

Вибрацию устраняют как для того, чтобы машина не выходила из строя раньше установленного производителем срока, так и для устранения опасностей для рабочих (операторов) работающих с оборудованием. Так как постоянное воздействие вибрации может нарушать работу организма (разрушение суставов и костей).

Пред устранением вибрации электродвигателя, необходимо точное установление причины. Необходимо удостовериться в надежности закрепленности агрегата, монолитности сварки частей фундаментной рамы, а также бетонного фундамента. Производить проверку на ощупь, во время работы двигателя, за счет чего сравнивать вибрации болтов крепления, рамы около лап и самих лап, Каждый плохо закрученный болт, гайка, микро-пробои лака или изоляции проводов вызывает разного рода вибрации электродвигателя за наличием которых необходимо следить и своевременно устранять неисправности и повреждения, для стабильной работы установки.

Список использованных источников:

1. Адоньев Н.М., Афанасьев В.В., Бортник И.М. и др. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения. – М.: Энергоатомиздат - 1987.
2. Русов В.А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. – 2012.
3. Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Антонов М.В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. М.: Высшая школа. - 1986.
4. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. М.: Высшая школа - 2002.

© А.С. Утробин, 2021

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНО-АДАПТИВНЫХ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

студент гр. 10602118 **Тарасевич Даниил Дмитриевич**,

студент гр.10602118 **Булин Максим Николаевич**,

Науч. руководитель: ассистент **Попкова Надежда Алексеевна**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматривается и анализируется применение активно-адаптивных и нейронных сетей, их преимущества и возможности в управлении потреблением электроэнергии.

Ключевые слова. Управление потреблением электроэнергией, системы энергоснабжения, Smart Grid, прогнозирование потребления электроэнергии.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING ACTIVE-ADAPTIVE AND NEURAL NETWORKS TO CONTROL ELECTRICITY CONSUMPTION

Tarasevich Daniil Dmitrievich,

Bulin Maxim Nikolaevich

Abstract. The article discusses and analyzes the use of active-adaptive and neural networks, their advantages and opportunities in the management of electricity consumption.

Keywords. Electricity consumption management, power supply systems, Smart Grid, forecasting of electricity consumption.

Управление потребления электроэнергии (УПЭ) – это одно из важнейших мероприятий, которое направлено на повышение эффективности энергоснабжения предприятия, повышения его конкурентоспособности и экономичности. УПЭ подразумевает:

- планирование наиболее выгодного режима энергопотребления;
- изменение и регулирование графика и режима нагрузки;
- контроль потерь электрической энергии;
- компенсация реактивной мощности и ее перетоков.

На данный момент в мировой энергетической системе активно разрабатывается и практикуется реализация «умных» или активно-адаптивных сетей – Smart Grid. Данные сети позволяют повысить эффективность реализации мероприятий УПЭ. Сети Smart Grid – это каналы электроснабжения, работа которых основана на использовании технологий информатизации и коммуникации. Внедрение подобных сетей позволяет обеспечить надежную работу электрооборудования и систем энергоснабжения за счёт использования дистанционного мониторинга за целостностью и исправностью работы электрооборудования.

В электроэнергетике для сетей Smart Grid характерны:

- способность эффективного управления работой потребителей электроэнергии;
- возможность самостоятельного и быстрого восстановления после сбоев в энергосистеме;
- обеспечение потребителей электроэнергией требуемого и высокого качества;
- параллельная работа различных источников генерации электроэнергии;
- способность к повышению эффективной работы энергосистемы.

В энергетике к сетям Smart Grid предъявляются такие требования как гибкость, надежность, экономичность и доступность. Применение концепции Smart Grid дает возможность промышленным предприятиям повысить свою конкурентоспособность за счет дополнительных поступлений финансовых потоков за продажу излишков выработанной электроэнергии и экономии средств в силу пониженной стоимости электроэнергии по сравнению с централизованной системой электроснабжения. Реализация проектов «умных» сетей позволяет развивать и внедрять новые инновационные технологии, повышает объемы производства высокоинтеллектуальной продукции, увеличивает возможность использования электроэнергии в транспортной инфраструктуре. Потребители стремятся стать более активными участниками рынка, так как появляется возможность продать

выработанную электрическую энергию, которая вырабатывается на локальных источниках генерации (активный энергетический комплекс). Элементы Smart Grid передают между собой информацию посредством использования низкочастотных контрольных кабелей, коаксиальных высокочастотных и оптических кабелей, а также с помощью провода высоковольтных линий электропередачи и др.

Система Smart Grid состоит из специальных программноаппартных комплексов, которые включают различные подсистемы. Примерами таких подсистем могут быть различные интеллектуальные счетчики (Smart Metering), подсистемы динамического управления снабжения электроэнергией (Dynamic Grid Management) и регулирования нагрузки (Demand Response).

Накопление информации о работе системы электроснабжения (СЭС) и дальнейшая ее обработка возможна с помощью системы Smart Grid. Это возможно реализовать с помощью такого звена системы как интеллектуальные счетчики. Они осуществляют учет потребления электрической энергии с малой погрешностью и реализуют передачу данных в центральный модуль системы. Собранная информация о режиме работы СЭС предприятия позволяет оценить и спланировать объемы потребления электрической энергии, в реальном времени управлять электропотреблением, установками компенсации реактивной мощности и локальными установками генерации. Регулирование нагрузки осуществляется за счет отключения (подключения) оборудования [1].

При реализации мероприятий, проводимых с целью эффективного УПЭ, необходимо учитывать ограничения, которые связаны с технологическими процессами, происходящими на предприятии. Система Smart Grid позволяет проводить эти мероприятия в системе автоматически.

Проблематика прогноза по потреблению электроэнергии с каждым годом становится более актуальной. Для прогнозирования электропотребления используют различные методы (математические, статистические, элементов теории вероятности). Однако, в настоящее время многие исследователи для прогноза электропотребления реализуют методы, основанные на способностях искусственных нейронных сетей (ИНС) [2].

Одно из наиболее важных достоинств нейронных сетей – это их адаптивность, которая проявляется в способности динамически подстроиться к изменяющимся условиям. Это очень важный фактор при прогнозировании электропотребления. Так же следует отметить, что ИНС позволяют выявить и учесть в прогнозировании сложные зависимости величин, которые в большинстве случаев нелинейные. Однако, следует учесть тот факт, что использовать интеллектуальных методы управления СЭС необходимо осторожно. Это связано с тем, что данные методы иногда могут не обеспечить стабильные и правильные сигналы для управления системой.

Таким образом, в направлении по улучшению управления потреблением электроэнергии важное место принадлежит активно-адаптивных сетям и системам Smart Grid. За счет своих преимуществ и гибкости, они имеют ряд значительных преимуществ по реализации данного направления. Это приводит к повышению эффективности энергоснабжения промышленного предприятия, уменьшению потери электроэнергии, улучшению показателей работы сетей.

Список использованных источников:

1. Воронов И. В., Политов Е. А. Повышение эффективности эксплуатации систем электроснабжения предприятий путем комплексного использования SMART GRID и нейронных сетей // Вестник КузГТУ. 2012. – № 2. – С. 63–66.
2. Воронов, И. В., Политов Е. А., Ефременко В. М. Использование нейронной сети для краткосрочного прогнозирования электропотребления промышленного предприятия // Вестник КузГТУ. 2006. – № 6. – С. 71–73.

© Д.Д. Тарасевич, М.Н. Булин, 2021

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

студент гр. АЭП-16-1боз **Охотин Виталий Васильевич**,
Лысьвенский филиал ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»
Науч. руководитель: гл. энергетик **Кривошеков Игорь Петрович**
ООО «Электротяжмаш-Привод»,
г. Лысьва, Российская Федерация

Аннотация. Данная работа посвящена перспективам внедрения микропроцессорной техники в системы снабжения потребителей. В результате был проведен анализ особенностей внедрения, определены преимущества и недостатки, определены необходимые требования для внедрения системы.

Ключевые слова. Микропроцессорная релейная защита, реле, достоинства, автоматика.

MODERNIZATION OF RELAY PROTECTION AND AUTOMATION OF MODERN POWER SUPPLY TO CONSUMERS

Okhotin Vitaly Vasilyevich

Abstract. The article is devoted to the prospects for the introduction of microprocessor technology in consumer supply systems. As a result, an analysis of the implementation of improved technologies was carried out.

Keywords. Microprocessor relay protection, relays, advantages, automation.

Все виды релейная защит (РЗ) на СЭС предназначены для непрерывного контроля состояния СЭС при этом находясь в состоянии «ожидания», до тех пор, пока не возникнет какой-либо ненормальный режим работы СЭС в следствии возникновения технологического нарушения. Действие РЗ выстраивают таким образом, что при возникновении технологического нарушения происходит обесточивание поврежденного участка СЭС посредством отключения специальных

выключателей, рассчитанных на разрыв цепи под нагрузкой, а также при коротком замыкании (КЗ) [1].

Тремя самыми важными характеристиками РЗ являются чувствительность, быстродействие и селективность. Чувствительность РЗ обеспечивает срабатывание коммутационных аппаратов при возникновении даже незначительных технологических нарушений, а от быстродействия напрямую зависит сохранность как отключенных, так и оставшихся в работе элементов СЭС. Селективность обеспечивает избирательность действия РЗ, которое позволяет отключить лишь поврежденный участок СЭС либо минимальное число участков СЭС, что в свою очередь сводит к минимизации недоотпуск электроэнергии передающейся через СЭС [2].

Модернизация релейных защит является одной из самых интенсивно развивающихся направлений в сфере электроэнергетики. Современные СЭС требуют более быстрых алгоритмов работы, а также более быстрого реагирования на возникающие технологические нарушения и неисправности в работе СЭС.

Токопроводящие части постоянно пропускают через себя электрический ток, вызывающий их нагрев, в следствии чего происходит старение изоляции, а также с течением времени происходит изменение физических свойств и разрушение других элементов СЭС (на пример загнивание опоры ЛЭП). Поэтому в процессе эксплуатации могут возникать технологические нарушения и аварии, приводящие в большинстве случаев к коротким замыканиям (КЗ) или обрывам СЭС.

В подавляющем большинстве случаев при возникновении аварии, свести негативный эффект к минимуму позволяет отключение от сети. В целях ускорения этого процесса применяются автоматические системы отключения на основе реле [3].

Кроме КЗ на СЭС могут возникать ситуации, при которых нормальные режимы работы нарушены, однако ситуация не является экстренного отключения, так как это приведет к недоотпуску электроэнергии конечному потребителю и эти явления не угрожают выходом из строя оборудования и часть из них может самоустраниться, на такого рода технологические нарушения РЗ реагирует подачей предупредительного сигнала, или отключением с выдержкой времени.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что релейная защита представляет собою автоматическое устройство, которое реагирует на повреждения или ненормальные режимы электроустановок и подает импульс на отключение выключателя поврежденного участка цепи

мгновенно или с выдержкой времени или сигнализирует о возникновении ненормального режима работы. Релейная защита является одним из основных видов применяемой в электроустановках автоматики, без которой невозможна нормальная и надежная работа современных систем электроснабжения [4].

В данный момент наиболее актуальным направлением развития релейной защиты является использование микропроцессорных схем. С учетом динамического снижения стоимости производства микропроцессорные устройства активно входят во все сферы промышленности. Устройства микропроцессорной релейной защиты (УМПРЗ) обладают рядом качеств недоступных устройствам релейной защиты, действие которых основано на электромеханических реле, основными из которых является возможность постоянного мониторинга параметров СЭС, более высокое быстродействие, возможность записи произошедших событий и автоматической передаче данных на электронный носитель.

Микропроцессорные системы защиты имеют как достоинства, так и ряд недостатков, ограничивающих их применение в настоящее время [5].

Основными преимуществами являются:

- многофункциональность. На ряду с основными функциями защиты оборудования микропроцессорные устройства могут производить замер электрических величин, которые выводятся на устройство вывода информации.

- точность измерения, микропроцессорная релейная защита обладает меньшей погрешностью в сравнении с аналоговым прибором и позволяет произвести измерения с большей точностью.

- компактность, за счет этого качества уменьшаются масса-габаритные показатели.

- удобство фиксации возникших неисправностей, возникшие неисправности и отклонения от нормального режима работы отображаются на терминале более информативно, что бесспорно удобно для пользователя.

Недостатки:

- существенным недостатком микропроцессорных устройств релейной защиты является их более высокая стоимость по сравнению с аналогами, выполненными на базе электромеханических реле.

– периодические сбои в программном обеспечении, например, при перезагрузке терминала при возникновении электромагнитных импульсов и скачках напряжения в цепях управления микропроцессорных защит.

– узкий диапазон рабочих температур, в отличие от электромеханических реле, которые в достаточной мере надежны и могут работать в широком диапазоне рабочих температур, микропроцессорные устройства для корректной работы требуют установки дополнительного оборудования, создающего микроклимат в местах установки.

Критические функции автоматической и релейной защиты необходимо выполнять децентрализованными, что позволит повысить надежность самой системы и предотвратить аварийные ситуации.

В случае, если защита присоединения состоит из двух или более взаиморезервируемых систем защиты, каждая из систем защиты должна быть полностью независимой от другой, чтобы при КЗ в защищаемой зоне никакой отказ в одной системе защиты не приводил к отказу или к недопустимому увеличению времени отключения другой системы защиты. При этом рекомендуется выполнение независимых систем защиты с разными принципами действия [6].

Таким образом, внедрение микропроцессорных технологий целесообразно и обосновано по целому ряду преимуществ. Недостатки таких устройств не столь существенны, а в некоторых случаях могут быть исключены, например, установкой надежного программного обеспечения или обеспечением оптимальных условий работы. Они в основном связаны с большей стоимостью и повышенными требованиями к квалификации персонала, что несоизмеримо с возможными последствиями выхода из строя достаточно сложных и энергоемких современных систем энергоснабжения. В настоящее время устройства микропроцессорной защиты начинают заменять традиционные устройства в существующих СЭС. Релейную защиту на базе электромагнитных и статических элементов на вновь создаваемых электроустановках, как правило, не применяют. Предпочтения отдают микропроцессорной защите.

Ради справедливости стоит отметить, что в ряде случаев для РЗ всё-таки необходима большая степень надежности, живучести (оборонные предприятия) которую на данном этапе не может обеспечить РЗ на микропроцессорной элементной базе, в таких случаях возможно создание гибрида где будут совмещены оба вида релейных защит, что приведет к еще большей надежности в следствии дублирования данных защит.

Не сомненно «детские болезни» микропроцессорных защит в недалеком будущем будут устранены и стоимость элементной базы также снизится, и в конечном итоге все виды СЭС будут оснащены новыми видами защит. Вполне возможно, что некоторые из них будут переоборудованы такими видами РЗ о которых сейчас еще только задумываются.

Список использованной литературы:

1. РД 153–34.0–35.648–01 «Рекомендации по модернизации, реконструкции и замене длительно эксплуатирующихся устройств релейной защиты и электроавтоматики энергосистем»
2. Глазырин В. Е., Шалин А. И. Расчет установок микропроцессорной релейной защиты блока генератор-трансформатор / В. Е. Глазырин, А. И. Шалин учеб. пособие. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. —130 с.
3. Гуревич В. И. Микропроцессорные реле защиты. Новые перспективы или новые проблемы? / В. И. Гуревич Науч. статья — М.: Новости электротехники. — 2005.
4. Захаров О. Г. Поиск дефектов в релейно-контакторных схемах/ О. Г. Захаров// Науч. статья. — М.: Инфра-Инженерия, — 2017. —212 с.
5. Мельник А. Н. Методические указания к выполнению экономических разделов выпускных квалификационных работ / А.Н. Мельник: метод. указания. — Казань: КГЭУ. — 2004.
6. Мурзина К. И. Модернизация релейной защиты турбогенератора Якутской ГРЭС ПАО «Якутскэнерго» / К.И. Мурзина. ВКР — Новосибирск: СГУВТ, 2018. —109 с.

© В.В. Охотин, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Киселева Л.С.

(г. Санкт-Петербург)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНДУСТРИИ
ГОСТЕПРИИМСТВА: ПУТЬ К ZERO-ENERGY ОТЕЛЯМ. 3

Ерёменко М.А., Чешун Ю.А., руководитель Качан С.А.

(г. Минск)

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ. 8

Блинов А.В., руководитель Нусс С.В.

(г. Лысьва)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ
МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ. 13

Воропанова М.А., руководитель Дятлова Е.П.

(г. Санкт-Петербург)

ОПИСАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА КОНТАР
И СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ КОНГРАФ. 21

Парфенов П.Д., руководитель Платоненков С.В.

(г. Северодвинск)

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ
БИБЛИОТЕКИ TESSERACT. 26

Башаркевич Е.К., руководитель Корсак Е.П.

(г. Минск)

АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ. 32

Савенко А.В., руководитель Зятиков И.Д.

(г. Санкт-Петербург)

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РОССИИ И МИРЕ. 38

Царик О.Г., руководитель Самосюк Н.А. (г. Минск) ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ	42
Сербуленко В.Н., руководитель Маевский Д.А. (г. Полодъск) НИЗКООМНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	46
Мурашкина Д.Д., руководитель Литвинова А.В. (г. Санкт-Петербург) АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ДИЗАЙНЕ И АРХИТЕКТУРЕ.	55
Богданов Д.В., Смолина Н.В. (г. Архангельск) ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СЖИГАНИЯ ДУРНОПАХНУЩИХ ГАЗОВ В СОДОРЕГЕНЕРАЦИОННОМ КОТЛЕ НА АРХАНГЕЛЬСКОМ ЦБК	59
Булин М.Н., руководитель Гецман Е.М. (г. Минск) АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ.	64
Москаленко П.А., Ашихмина И.А. (г. Санкт-Петербург) АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.	71
Кочнев Н.В. (г. Череповец) ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ЭМС БАРАБАНЫХ НОЖНИЦ ПРИ УДАРНОЙ НАГРУЗКЕ	77
Викс А.С., руководитель Листопадова М.В. (г. Лысьва) МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЛИНИИ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД	83

Рубежов Е.С., Ремизова И.В.

(г. Санкт-Петербург)

ОБЗОР ТОКАРНЫХ СТАНКОВ И НАПРАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ
СТАНКОВ С СИСТЕМОЙ ЧПУ..... 88

Михалчёнок В.Ю., руководитель Кравченко В.В.

(г. Минск)

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ..... 93

Игумнов М.А., руководитель Кузнецов В.Ю.

(г. Санкт-Петербург)

ВОСПОЛНЕНИЕ ПРОБЕЛОВ “ЗЕЛЕНЫМ ВОДОРОДОМ”
В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ..... 99

Шарифуллин В.Р., руководитель Быковская Л.В.

(г. Оренбург)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ..... 103

Михалчёнок В.Ю., Иванова К.С., руководитель Качан С.А.

(г. Минск)

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ..... 109

Леоненко М.С., руководитель Базулин И.С.

(г. Санкт-Петербург)

ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА... 116

Стерляжников С.С., руководитель Торощин А.К.

(г. Лысьва)

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ
ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ МИКРОСХЕМЫ FSFR2100..... 121

Воропанова М.А., Новиков А.И.

(г. Санкт-Петербург)

ОБУЧЕНИЕ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ
В CODESYS 3.5 124

Петрушина В.П., Янчук В.В., руководитель Манцерова Т.Ф. (г. Минск) МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ.	131
Цветков И.М., Ремизова И.В. (г. Санкт-Петербург) ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.	135
Кудрявцев А.Е., Зацепина В.И. (г. Липецк) ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ.	140
Мамохин Н.А., руководитель Стоянова О.Ф. (г. Нижний Новгород) ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ.	144
Медведев В.А., руководитель Гладышев Н.Н. (г. Санкт-Петербург) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУПЕРАТОРОВ ТЕПЛОТЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ.	149
Адинцова Я.П., Стрежик А.А., руководитель Качан С.А. (г. Минск) ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ.	153
Власов И.А., руководитель Коновалова А.И (г. Северодвинск) АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ТРЕХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ С ПОМОЩЬЮ LABVIEW.	158
Кондратенко С.С., Сидельников В.И. (г. Санкт-Петербург) СБОР И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ VALMET DNA.	164

Василевская В.В., руководитель Самосюк Н.А. (г. Минск)	
КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	166
Ильин Г.И., руководитель Зятиков И.Д. (г. Санкт-Петербург)	
ВОДОХРАНИЛИЩА ГЭС, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	169
Полозкова А.П., Финиченко А.Ю. (г. Омск)	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕРИРУЮЩИХ ГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭКОЛОГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	173
Макаревич В.В., Гецман Е.М., Попкова Н.А. (г. Минск)	
УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ SMART GRID И ПРОБЛЕМЫ ИХ РАЗВИТИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38 - 10 КВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	178
Москаленко П.А., Слюта М.О. (г. Санкт-Петербург)	
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ	186
Утробин А.С., руководитель Торощин А.К. (г. Лысьва)	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОВ И ПРИЧИН ВИБРАЦИЙ, МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ	192
Тарасевич Д.Д., Булин М.Н., руководитель Попкова Н.А. (г. Минск)	
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНО- АДАПТИВНЫХ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	197

Охотин В.В., руководитель Кривошеков И.П.

(г. Лысьва)

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 201

МАТЕРИАЛЫ
IV Международной научно-практической конференции
обучающихся и преподавателей
«ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ
В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ»

2021 • Часть 2

Редактор и корректор Л. Я. Титова
Технический редактор Л. Я. Титова

Научное электронное издание сетевого распространения

Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением
для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 22.06.2021 г. Рег.№ 43/21

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.