

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СИГРЭ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

23–25 апреля 2014 г.

Казань

В трех томах

*Под общей редакцией
ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 1

Казань 2014

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:

заведующий лабораторией Академэнерго,
доктор технических наук *Р.Г. Мингалеева*;
проректор по НР КГЭУ,
кандидат технических наук *Э.В. Шамсутдинов*

М34 **Материалы докладов IX Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» / Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 4 т.; Т. 1. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2014. – 512 с.**

ISBN 978-5-89873-400-8

В сборнике представлены тезисы докладов, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук Э.Ю. АБДУЛЛАЗЯНОВ (гл. редактор); канд. техн. наук, Э.В. ШАМСУТДИНОВ (зам. гл. редактора); д-р техн. наук, проф. В.К. ИЛЬИН; д-р хим. наук, проф. Н.Д. ЧИЧИРОВА; д-р физ.-мат. наук, проф. В.К. КОЗЛОВ; канд. физ.-мат. наук, доц. Ю.Н. СМИРНОВ; канд. техн. наук, доц. Е.Е. КОСТЫЛЕВА

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов

ISBN 978-5-89873-400-8

© Казанский государственный
энергетический ун-т, 2014

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 620.92

ПЕРСПЕКТИВЫ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МАЛЫХ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

МИНГАЛЕЕВА Г.Р., д-р техн. наук,
Исследовательский центр проблем энергетики ФГБУН КазНЦ РАН,
г. Казань

Современное состояние топливно-энергетического комплекса России характеризуется высокой долей использования природного газа и незначительной – других ресурсов – мазута, угля, местных видов углеводородных топлив. Основной энергетической базой являются тепловые электростанции и котельные, что обеспечивает надежное энергоснабжение страны в целом и ее энергетическую безопасность. При этом нельзя недооценивать роль малой энергетики, так как именно малые автономные энергетические объекты способны решать те же задачи, и нередко с меньшими затратами и большей эффективностью, что обеспечивает их конкурентные преимущества и способствует формированию рынка тепловой и электрической энергии не только для крупных, но и для мелких потребителей.

Малая энергетика представляет собой тепловые электростанции в диапазоне мощностей от 100 кВт до 25 МВт (мини-ТЭС), работа которых основана на принципе когенерации – комбинированной выработке тепловой и электрической энергии. Верхний предел установленной электрической мощности соответствует требованиям присоединения к централизованной энергосистеме объектов мощностью более 25 МВт. В качестве основного энергогенерирующего оборудования на мини-ТЭС могут использоваться газотурбинные установки, котлы и паровые турбины, газопоршневые агрегаты. Кроме того, в мини-ТЭС могут быть преобразованы промышленные и коммунальные котельные путем надстройки котлов газотурбинными установками, что позволяет сэкономить значительные средства.

Как известно, доля энергии в себестоимости продукции в России колеблется от 10 до 50 %, что в 3–5 раз выше мирового уровня. Например, в себестоимости продукции химической промышленности доля затрат на

энергию доходит до 50 %, в металлургической – 27 %. Темпы роста тарифов на энергию превышают темпы роста цен на продукцию многих отраслей промышленности. Это является одной из причин увеличения удельного веса затрат на энергию в себестоимости продукции. Для предприятий машиностроительного комплекса доля затрат на электрическую и тепловую энергию в себестоимости продукции выросла с 1-2 % в 1990 году до 5–15 % в 2010 году. Создание собственного автономного источника энергоснабжения позволит добиться если не снижения себестоимости вырабатываемой продукции, то, по крайней мере, стабильного уровня цен.

Малая энергетика особенно важна для автономного энергоснабжения в чрезвычайные периоды, а также в отдаленных, труднодоступных и малоосвоенных регионах. По разным оценкам от 50 до 70 % территории России не имеют централизованного электроснабжения, и обеспечить этих потребителей электроэнергией и теплом возможно только с помощью небольших объектов.

В последнее время заметную роль в развитии малой энергетики стали играть новые факторы, в частности экономический подъем в зонах централизованного электроснабжения при наличии существенных инфраструктурных ограничений, например, при отсутствии технологических возможностей подключения к электрическим сетям. Так, согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстата) в 2007 г. в стране не было удовлетворено заявок на подключение к электрическим сетям в объеме 2,3 ГВт, что составляет около 12,6 % требуемой (представленной потребителями в заявках на подключение) мощности.

В нашей стране по данным на 2012 год на долю малой энергетики приходится не более 5–7 % установленной мощности энергосистемы. Основу малой энергетики России составляют до 50 тыс. различных электростанций (более 98 % из них – дизельные) средней единичной мощностью 340 кВт и суммарной – 17 млн. кВт, вырабатывающих до 50 млрд. кВт·ч и потребляющих около 17 млн. т.у.т. в год.

В отдельных европейских государствах доля малой энергетики в общей выработке электроэнергии достигает 40 %, в среднем этот показатель для промышленно развитых стран составляет 10–15 %.

В развитых странах сооружение малых электростанций поддерживается на законодательной основе. Правительство Великобритании, например, возвращает часть налогов владельцам мини-электростанций с низким уровнем загрязнения окружающей среды. В ФРГ принят закон, в котором определены компенсации и льготы владельцам

энергетических установок. Кроме того, централизованные сети обязаны покупать излишки электроэнергии по тарифам, мало отличающимся от их собственных тарифов при реализации. В некоторых штатах США действуют законы, по которым владельцы автономных источников энергии освобождаются от налогов и получают компенсацию за счет бюджета на часть капитальных расходов. Электроснабжающие компании обязаны покупать у владельцев мини-ТЭС излишки электроэнергии.

По данным Агентства по когенерации доля природного газа среди видов топлива, используемых в когенерационных системах, составляет около 55 %, 25 % приходится на долю прочих видов газообразного топлива (попутный газ, коксовый, пиролизный, биогаз), 14 % – на твердое и 6 % – на жидкое топливо.

Топливом для малых электростанций, расположенных в России, в большинстве случаев также является природный газ, но в условиях, когда обязательства России по поставкам газообразного топлива за рубеж высоки и существует устойчивая тенденция повышения цен на этот энергоресурс, на первый план выходят местные виды топлив, такие как уголь, торф, сланцы. Доставка твердого топлива может осуществляться железнодорожным, морским, речным транспортом по всей территории нашей страны, что делает этот вид топлива достаточно доступным.

Согласно федеральным программам и прогнозам, в ближайшем будущем планируется повышение доли использования твердого топлива, в частности, угольного, в топливно-энергетическом балансе с 17 до 35–37 %. Наша страна занимает лидирующие позиции по запасам угольного топлива, располагает пятой частью разведанных запасов – 193,3 млрд тонн, из которых бурого угля – 101,2 млрд тонн, каменного угля – 85,3 млрд тонн и антрацитов – 6,8 млрд тонн. При существующем уровне добычи угля должно хватить более чем на 550 лет.

Для увеличения доли использования угольного топлива, реструктуризации всей отрасли, необходимы значительные инвестиции и поддержка государства. На данный момент времени наиболее реально начать этот процесс именно на объектах малой энергетики. Одним из важных этапов данного процесса является формирование научно-методологической базы создания малых автономных энергетических объектов, работающих на твердом топливе, которая включает моделирование структуры объекта и отдельных процессов, формирование системы показателей, общей методики расчета и оптимизации.

В научном и научно-практическом аспектах вопросами малой генерации, в том числе ориентированной на использование твердого топлива, занимаются такие ученые, как Вагин Г.Я., Филиппов С.П.,

Данилевич Я.Б., Котлер В.Р., F. Serra, S. Ghosh, Салихов А.А., работы которых внесли существенный вклад в развитие малой энергетики и заложили научные основы создания объектов данного типа.

Как для любого промышленного производства или энергетического объекта, в структуре мини-ТЭС выделяются три основных иерархических уровня. Прежде всего, мини-ТЭС представляет собой совокупность подсистем, которые в основном характерны и для традиционной тепловой угольной электростанции. Это основные подсистемы – генерации электрической и тепловой энергии и вспомогательные – системы доставки и разгрузки топлива, его подготовки, очистки продуктов сгорания и производства побочных продуктов. В каждой из них условно могут быть выделены отдельные участки, которые характеризуются взаимосвязанными процессами. В свою очередь участки состоят из отдельных аппаратов и установок, представляющих собой единичные агрегаты.

По сравнению с традиционной угольной ТЭС технологическая схема объекта малой мощности должна быть существенно упрощена за счет поставки угля контейнерным способом и отсутствия громоздкого и энергоемкого размораживающего устройства. Уголь может быть доставлен на станцию с ближайшего резервного угольного склада не только железнодорожным, но и автомобильным транспортом. При наличии в структуре мини-ТЭС этапа термохимической переработки – газификации и пиролиза – измельчение и сушка угля до такого состояния, которое необходимо для сжигания его в топках пылеугольных котлов, уже не требуется.

Непрерывная утилизация золы и шлака, как совместным, так и отдельным способом, существенно видоизменяет систему золошлакоудаления, поскольку не требуется гидротранспорт на золошлакоотвалы. Подсистемы очистки газов связаны с участками производства побочных продуктов, так как выбор побочного продукта определяет применяемый способ очистки газов. Например, если планируется производство золошлаковых материалов, наиболее рациональным будет сухое отдельное золошлакоудаление.

Основной научной базой для создания технологических схем мини-ТЭС является системный анализ. Системные исследования в энергетике проводились отечественными и зарубежными учеными как в отношении отдельных энергетических объектов – тепловых или атомных электростанций, так и в масштабе всего топливно-энергетического комплекса или его отраслей. В 60-х годах этим вопросам посвящались работы Г.М. Кржижановского и В.И. Вейца, А.Г. Аганбегяна и

К.А. Багриновского, затем выдающиеся работы Л.А. Мелентьева, А.А. Макарова, труды А.С. Некрасова.

В данных исследованиях рассматривались вопросы оптимизации развития и особенности моделирования энергетических отраслей и систем потребителей топлива и энергии как составных частей топливно-энергетического комплекса, при этом учитывалась специфика энергосистемы нашей страны, сложившейся в условиях жесткой централизации управления и планового ведения хозяйства. На сегодняшний день спектр задач, стоящий перед субъектами энергетической отрасли, несколько изменился в сторону обеспечения более экономичной работы в рыночных условиях. То есть раньше перед объектами промышленной энергетики – ТЭЦ и котельными не стоял вопрос выбора и покупки топлива, им они обеспечивались планоно. Кроме того, энергетические объекты, как крупные, так и мелкие были созданы для работы на «проектном» топливе. Однако в настоящее время эффективность работы энергетического объекта в условиях выбора и приобретения топливно-энергетических ресурсов в значительной мере зависит от цен на топливо и их соотношение, а также на транспортные услуги. Современная мини-ТЭС представляет собой единый энерготехнологический комплекс разнородных элементов оборудования со сложной схемой технологических связей. Системный анализ процессов производства энергии и побочных химических продуктов на мини-ТЭС по аналогии со сложными химико-технологическими системами (ХТС) представляет собой стратегию исследования существующих объектов-аналогов и создание новых высокоэффективных технологических схем. В такой постановке системный анализ является организованным в строгой логической последовательности многоаспектным порядком изучения процессов, который включает следующие основные этапы, представленные на рисунке.

Целью проводимого исследования является создание научно-методического инструмента, позволяющего формировать технологическую схему производства энергии и химических продуктов на основе использования доступных в данном регионе местных твердых топлив в зависимости от их свойств и условий расположения проектируемого объекта.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи: проведение экспериментальных исследований и получение зависимостей для отдельных параметров процессов, которые реализуются в «нетиповых» аппаратах; постановка и решение задач оптимизации отдельных процессов; определение оптимальной технологической схемы.

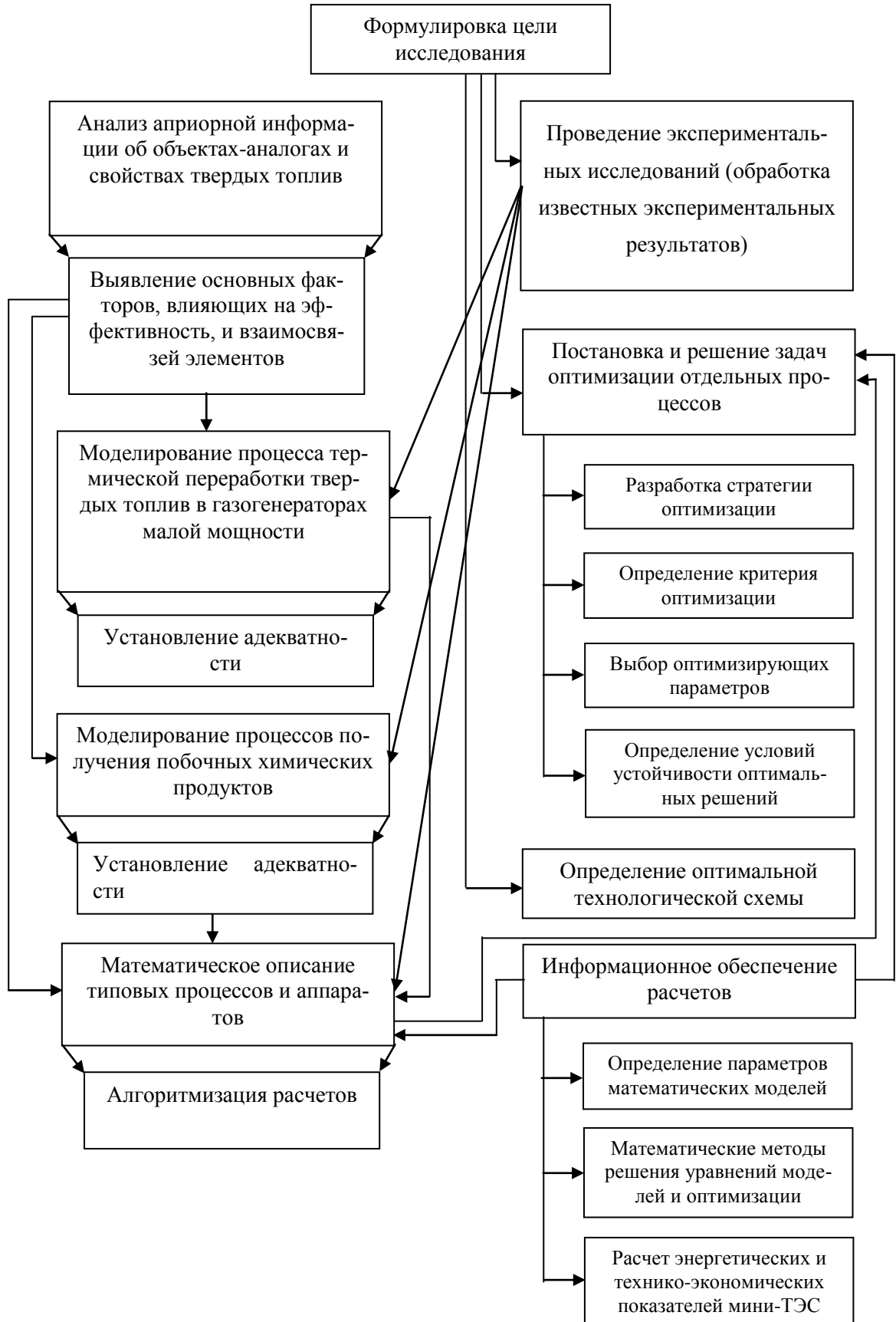
Приведем краткую характеристику каждого этапа.

На этапе «Анализ априорной информации об объектах-аналогах и свойствах твердых топлив» рассматриваются известные технологические

схемы малых автономных энергетических объектов, работающих как на твердом, так и на жидком и газообразном топливе, а также исследуется типовая структура угольных ТЭС и ТЭЦ. В результате определяется состав основного и вспомогательного оборудования данных объектов и выявляются типовые технологические схемы отдельных систем – систем подготовки топлива, производства тепловой и электрической энергии, очистки и утилизации продуктов сгорания топлива и др. На данном этапе анализируется также информация о свойствах твердых топлив, условиях их добычи и поставки.

На основании полученной информации формируются базы данных по основному и вспомогательному оборудованию, которое применимо в условиях малых автономных энергетических объектов, и базы данных по свойствам твердых органических ископаемых топлив. Таким образом, выявляются основные факторы, влияющие на эффективность моделируемого объекта, и определяются взаимосвязи между отдельными элементами технологических схем мини-ТЭС. Помимо сбора информации на данном этапе производится оценка ее достоверности, систематизация сведений, полученных из различных источников, переработка информации с применением ЭВМ, ее наглядное отображение. В результате осуществляется переход от смысловой постановки задачи к математической. При этом определяется, какие из процессов, происходящих в аппаратах, могут быть отнесены к типовым, для которых разработано соответствующее оборудование в широком диапазоне производительности, в том числе и для объектов малой и средней мощности, а какие процессы являются нетиповыми, то есть не обеспеченными соответствующим аппаратным оформлением. Нетиповыми процессами можно на сегодняшний день считать термохимическую переработку твердых топлив – газификацию и пиролиз, разделение полученных продуктов и очистку генераторного газа, а также производство побочных продуктов – активированного угля, товарной серы, формованных золошлаковых материалов, кокса и полукокса (гранулы, брикеты).

Моделирование процесса термической переработки твердых топлив проводится на микро- и макроуровне. На микроуровне рассматривается одиночная угольная частица при ее взаимодействии с нагретым газовым потоком. В результате прогрева частицы происходит испарение влаги, выделение летучих и их взаимодействие с окислителем с образованием газообразных, жидких и твердых продуктов. При разработке математических моделей учитывается диффузионно-кинетический характер данного процесса. На макроуровне моделируется аппарат – газогенератор или пиролизер.



Основные этапы системного анализа процессов производства энергии и химических продуктов на мини-ТЭС

Поскольку в настоящее время не разработаны типовые методики расчета газогенераторов и пиролизеров для термической переработки твердых топлив, необходимо некоторые параметры получать экспериментально в ходе собственных опытов или используя наработанный материал экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний установок. Этап «Моделирование процессов получения побочных продуктов» включает в себя разработку нескольких моделей – получение активированного угля, товарной серы и формованных золошлаковых материалов. Для некоторых процессов имеется типовое оборудование, однако задача осложняется тем, что для мини-ТЭС необходимо оборудование малой мощности, которое зачастую отсутствует в имеющейся номенклатуре. Кроме того, оно должно быть компактным и по возможности совмещать несколько функций. Поэтому конструкция аппаратов малой мощности может значительно отличаться от типовой, что требует соответствующей теоретической и экспериментальной проработки.

На основе реализованного в наших исследованиях системного подхода были получены расчетные данные себестоимости тепловой и электрической энергии для Республики Татарстан при использовании различных видов твердого топлива, опубликованные ранее в журнале «Энергетика Татарстана». Расчет проведен для двух вариантов – при использовании местного угля и привозного с учетом его доставки. В качестве местного угля выбран каменный уголь Камского угольного бассейна, в качестве привозного – каменный уголь Кузнецкого бассейна. Для расчетов принято, что кузнецкий уголь доставляется в г. Казань железнодорожным транспортом (в хопперах-дозаторах), дальность доставки составляет 2838 км, стоимость доставки 1 т угля – 0,7 руб./км. Себестоимость электрической энергии для мини-ТЭС с газотурбинными установками в диапазоне мощностей по электрической энергии от 4,6 до 21,2 МВт составила 0,57–0,93 руб./кВт·ч для местного топлива и 1,3–1,93 – для привозного. Учитывая, что на средние тарифы от централизованной энергосистемы для потребителей (электрическая энергия 2,88 руб./кВт·ч) накладываются дополнительные затраты, связанные с подключением к электро- и теплосетям, выбор вполне может быть сделан в сторону автономных источников энергии.

Данные исследования выполняются при поддержке РФФИ (гранты № 12-08-97055_a_Поволжье и № 14-08-00333_a).

УДК 621

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

АХМЕТОВ Т.Р., канд. техн. наук, заместитель главного инженера по энергосбережению и новым технологиям МУП ПО «Казэнерго»

Основной целью теплоснабжения является бесперебойное и качественное обеспечение потребителей тепловой энергией в виде пара и горячей воды, создание комфортных условий для жизнедеятельности населения, работы промышленных предприятий.

При этом теплоснабжение – это сфера, всегда находящаяся под жестким давлением двух факторов.

С одной стороны – это требование потребителей обеспечить высокое качество предоставляемых услуг. Причем со стороны населения, кроме справедливых, обоснованных претензий, достаточно часто встречаются завышенные, по отношению к нормативным значениям, требования к качеству услуг. В качестве наиболее часто встречающегося примера можно привести жалобы жильцов на холод в квартирах при фактической температуре в них, соответствующей норме: +20 °С. Для части населения эта температура не соответствует их представлению о комфорте. Для теплоснабжающего предприятия, при условии оплаты за тепловую энергию по приборам учета, увеличение количества отпускаемого на данный дом количества тепла, во многих случаях, не представляло бы большой проблемы, но, как правило, возникает конфликт интересов жильцов: большее количество тепловой энергии влечет за собой увеличение размера оплаты. Пробелы в существующем законодательстве позволяют потребителю, несмотря на наличие приборов учета, выбирать: платить по нормативу или по приборам. В данной ситуации оплата по нормативу влечет для теплоснабжающей организации возникновение коммерческих потерь тепловой энергии.

Качество теплоснабжения всегда идет рядом с его бесперебойностью. Если в отопительный сезон, при отрицательных температурах наружного воздуха, бесперебойность трактуется поставщиками и потребителями одинаково, то периоды начала и конца отопительного сезона, плановые летние отключения горячего водоснабжения вызывают многочисленные нарекания со стороны населения.

Вторым фактором, оказывающим ключевое воздействие на отрасль, является вопрос тарифообразования и большая социальная напряженность, вызванная недовольством населения величиной платежей.

Основной задачей, стоящей перед теплоснабжающими организациями, является решение этих, практически взаимоисключающих проблем: обеспечение качественного, бесперебойного теплоснабжения при недопущении значительного роста тарифа на тепловую энергию.

Эта же задача: повышение надежности и качества теплоснабжения при снижении его себестоимости, на мой взгляд, должна являться базовой для проблем, решаемых вузовской наукой.

В своем докладе я бы хотел остановиться на основных проблемных точках в теплоснабжении. Не имея возможности, в рамках одного выступления охватить необъятное, хотел бы остановиться на наиболее проблемной части теплоснабжения: некомбинированном централизованном теплоснабжении, т.е. выработке тепловой энергии на котельных.

Первый вопрос, который хотелось бы обсудить – это энергосбережение и повышение энергетической эффективности теплоснабжения.

На сегодняшний день существует огромное количество вполне доступных технологий в теплоэнергетике, позволяющих значительно повысить эффективность использования энергоресурсов при производстве и передаче тепловой энергии.

В первую очередь это котлоагрегаты с коэффициентом полезного действия не менее 92–93 %, позволяющие снизить температуру уходящих газов до минимальных температур, необходимых для нормальной, бесконденсатной работы дымовой трубы. Это котловая автоматика, позволяющая обеспечить розжиг, останов и работу котлов в автоматическом режиме, полностью исключив опасность возникновения аварийных ситуаций из-за «человеческого фактора». Автоматика позволяет также снизить расход топлива за счет более точного следования режиму, что не всегда возможно в «ручном» режиме.

Значительно снизить расход электроэнергии позволяет установка преобразователей частоты вращения электродвигателей, работающих в режиме изменяющейся нагрузки. Срок службы электродвигателей позволяет увеличить установка устройств плавного пуска.

Автоматизированные установки умягчения воды, дозирование в подпиточную воду реагентов, связывающих свободные коррозионно-агрессивные газы, позволяют обеспечить высокое качество теплоносителя, снизить скорость процессов коррозии и накипеобразования, увеличить срок службы оборудования, не допустить перерасход топлива.

Огромное значение для организации учета потребленных энергоресурсов и выработанной тепловой энергии имеет установка современных приборов учета, с возможностью дистанционного снятия показаний. Это является неременным условием для возможности оперативного контроля за соответствием режима работы оборудования удельным нормативам расхода энергоресурсов на выработку тепловой энергии.

Большой интерес в последнее время приобретает когенерация – совместная выработка тепловой и электрической энергии. МУП ПО «Казэнерго» в 2012 году внедрило на котельной «Каштановая, 18» газопоршневую установку. Мощность установки – 315 кВт по электрической энергии, 400 кВт по выработке тепловой энергии. Энергоустановка предназначена для комбинированной выработки электрической энергии с целью обеспечения собственных нужд котельной (обеспечение работы электродвигателей оборудования котельной) и тепловой энергии для целей теплоснабжения потребителей. Электрическая мощность установки позволит полностью обеспечить потребности котельной в электрической энергии в летний период, при работе на нужды горячего водоснабжения, и 60 % потребности котельной в отопительный период. В целях получения максимального экономического эффекта подбор установки осуществлялся по принципу обеспечения ее полной круглогодичной загрузки.

Основной полученный результат может быть выражен несколькими цифрами. Себестоимость электрической энергии от газопоршневой установки по факту 13 месяцев эксплуатации установки (декабрь 2012–декабрь 2013) составляет 1,5 руб./кВт*ч, при покупной стоимости электроэнергии из сети 3,2 руб./кВт*ч. С учетом стоимости ежемесячного технического обслуживания установки, затрат на собственное производство электрической энергии, фактический срок окупаемости составит четыре года. Также, значительно увеличится надежность теплоснабжения потребителей, за счет резервирования электрической мощности в котельной в период отключений электроэнергии.

В структуре капитального ремонта значительную долю составляют затраты на сети горячего водоснабжения. Существенно большая повреждаемость объективно связана с условиями эксплуатации сетей горячего водоснабжения. Горячая вода должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде и, в отличие от теплоносителя, не проходит предварительную подготовку на источнике теплоснабжения.

В настоящее время существует два подхода к решению этой проблемы. Первый путь – это перенос функции приготовления горячей воды из

котельной или центрального теплового пункта (ЦТП) в подвалы жилых домов к потребителю – организация индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). Это в техническом плане является оптимальным решением, позволяющим добиться максимального экономического эффекта: исчезают затраты на ремонт сетей горячего водоснабжения, затраты на содержание ЦТП. Проблемы, несколько ограничивающие, массовое применение этого подхода носят в первую очередь законодательный характер. В отличие от ЦТП и сетей горячего водоснабжения ИТП является внутридомовым имуществом и должен находиться на балансе жилищных организаций. При их установке теплоснабжающими организациями возникает трудно решаемый в современном законодательном поле вопрос о передаче этого оборудования. Установка ИТП влечет за собой необходимость технического обслуживания данного оборудования квалифицированными специалистами. Эти затраты должны быть внесены в стоимость обслуживания прочего внутридомового оборудования и оплачиваться жильцами. При установке ИТП может возникнуть необходимость увеличения диаметров трубопроводов холодного водоснабжения, подходящих к данному дому.

Второй подход заключается в замене традиционных сетей горячего водоснабжения (ГВС) на трубопроводы из полимерных материалов. Этот подход свободен от проблем, описанных выше. Значительно увеличивается срок службы сетей ГВС, снижаются затраты на их ремонт. Но получаемый эффект несколько ниже, чем в первом варианте.

Нельзя не сказать о представленных в большом количестве на рынке теплоэнергетического оборудования теплоизоляционных материалах. В первую очередь интерес представляет изоляция для трубопроводов тепловых сетей. Очень эффективными в снижении величины тепловых потерь являются предизолированные трубопроводы с изоляцией из пенополиуретана (ППУ). Трубопроводы с ППУ-изоляцией имеют только один, кроме стоимости, недостаток, да и то весьма относительный. В связи с конструктивными особенностями в случае повреждения трубопровода поиск утечки будет весьма затруднен. Поэтому монтаж трубопроводов в ППУ-изоляции не должен производиться без системы ОДК, а это еще больше увеличивает стоимость как монтажа, так и эксплуатации.

Все вышесказанное подтверждает мысль о том, что рынок насыщен высокоэффективным теплоэнергетическим оборудованием. Однако на пути его внедрения стоит одна проблема – недостаток финансирования.

Первый и основной источник финансирования – собственные средства предприятия, то есть средства, учтенные в тарифе на тепловую энергию. По вполне понятным причинам этот источник весьма ограничен.

Как правило, если он и превышает величину амортизационных отчислений, то ненамного. Обычно это от 4 до 8 % от необходимой валовой выручки. По сути, это все финансирование, на которое можно рассчитывать при внедрении энергосберегающих технологий. А ведь за счет этого же источника нужно выполнить ряд мероприятий, не имеющих экономического эффекта. Например: реконструкция зданий котельных и ЦТП, дымовых труб, замену полностью изношенного оборудования.

Часто возникает вопрос: почему для внедрения энергосберегающих технологий мало используются заемные средства, механизм энергосервисного контракта. Основная причина – высокая степень регуляторных рисков. Теплоснабжение является полностью регулируемой отраслью. Причем, в настоящее время, из-за высочайшей социальной значимости, регулируется не столько по величине необходимых, экономически обоснованных затрат, сколько урезанием этих затрат для того, чтобы «уместить» тариф в величину предельного роста, установленную федеральными органами власти в целом по региону. В качестве примера: при регулировании тарифа на тепловую энергию на 2014 год предельный индекс роста тарифа установлен по Республике Татарстан в размере 5,3 %. По большинству теплоснабжающих предприятий только рост платежей за природный газ составил 8–10 %, так как тариф на природный газ «заморожен» на уровне последнего квартала 2013 года. В этих условиях сохранение в тарифе экономии энергоресурсов для возврата займа неизбежно приведет к снижению других статей затрат, что недопустимо. Установленный Постановлением Правительства РФ № 1075 принцип тарифообразования методом возврата индексированного капитала не свободен от недостатков, но все же позволяет привлечь некоторый объем финансирования.

Но в настоящее время разрабатываются изменения к ФЗ-190 «О теплоснабжении». Проект Федерального закона предусматривает переход к 2020 году к нерегулируемым ценам на тепловую энергию и отказ от метода возврата индексированного капитала.

Серьезной проблемой для теплоснабжающих предприятий, работающих в режиме некомбинированной выработки, является оплата тепловой энергии населением равными долями ежемесячно (1/12). Этот метод, при котором расчетное годовое потребление тепла делится на 12 месяцев и выставляется населению, а в конце года производится перерасчет по фактической температуре наружного воздуха или по показаниям приборов учета, введен правительством для удобства жителей.

Считается, что проще оплачивать ежемесячно равную сумму, чем зимой в разы больше, чем летом.

Для теплоснабжающих предприятий это создает две основные проблемы. Потребление природного газа и выработка тепловой энергии производится предприятием неравномерно в течение года. Естественно, что основные затраты на топливо предприятие несет зимой, а оплату от населения получает только летом. Этот кассовый разрыв приводит к появлению задолженности теплоснабжающей организации перед газоснабжающей. Также в случае более холодной зимы, чем расчетная или просто при большем теплотреблении, показания приборов учета превышают величину, оплаченную потребителем. Появляется необходимость сделать перерасчет в большую сторону, который иногда сравним с месячной оплатой. Ситуация, когда в январе, за счет перерасчета, оплата за отопление у конкретного потребителя значительно растет по сравнению с декабрем, при том, что тарифы не меняются, приводит к реальной угрозе социального взрыва. Для теплоснабжающего предприятия оптимальна ситуация, когда оплата ежемесячно осуществляется по фактическим показаниям приборов учета тепловой энергии.

Не менее спорным является широко обсуждаемый вопрос о переходе теплоснабжающих организаций к прямым договорам с потребителями.

Законодательство Российской Федерации предусматривает возможность заключения прямых договоров между потребителями и энергоснабжающими организациями. Однако переход к данной схеме повлечет за собой возникновение ряда негативных факторов, которые могут привести к ухудшению качества теплоснабжения и к росту тарифов на тепловую энергию.

Заключение прямых договоров существенно увеличит объем работы отделов энергоснабжающей организации по заключению договоров, начислению платежей, изготовлению и доведению до потребителей платежных документов, определению размера снижения оплаты в случае нарушения ресурсоснабжающей организацией установленных параметров качества коммунальных услуг, перерасчету за потребление коммунальных услуг при их временном отсутствии или изменении количества проживающих граждан, учету установленных льгот и субсидий, ведению необходимой базы данных по потребителям, вводу в эксплуатацию и периодическую поверку индивидуальных приборов учета ГВС. На примере МУП ПО «Казэнерго»: количество договоров на теплоснабжение при переходе к прямым договорам увеличится с 3500 до 150 000, т.е. в 43 раза. Это, в свою очередь, неизбежно повлечет необходимость увеличения штата соответствующих служб

энергоснабжающих организаций в пропорциональном объеме. Естественно это повлечет увеличение фонда оплаты труда, а, следовательно, приведет к росту тарифа на тепловую энергию. При этом количество работников, ныне занимающихся этим вопросом, в расчетных центрах не уменьшится, т.к. за ними останутся функции по начислению прочих услуг. При переходе к прямым платежам может возникнуть недовольство населения, связанное с необходимостью оплачивать услуги обслуживания банков при оплате каждой отдельной квитанции за каждый вид услуг и обращаться с проблемами к разным поставщикам по каждой конкретной услуге.

Переход к прямым договорам выведет из договорных отношений организации, эксплуатирующие внутренние системы отопления и горячего водоснабжения, которые автоматически перестают отвечать за качество предоставленных услуг. Следствием является либо неизбежное ухудшение качества теплоснабжения в связи с отсутствием обслуживания внутренних систем отопления, либо передача этих функций энергоснабжающей организации, с увеличением штата и, соответственно, тарифа на тепловую энергию.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что основные проблемы теплоснабжающих организаций в настоящее время кроются не столько в технике и технологии, сколько в вопросах тарифообразования и в законодательстве.

УДК 621.316.925

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИТЫ ФАЗОПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА С ТИРИСТОРНЫМ КОММУТАТОРОМ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 220 кВ

ЛАЧУГИН В.Ф., ПАНФИЛОВ Д.И., АХМЕТОВ И.М., АСТАШЕВ М.Г.

ОАО «ЭНИН», г. Москва;

ШЕВЕЛЕВ А.В., ООО «ИЦ "Бреслер"», г. Чебоксары

Практическая реализация управляемых линий переменного тока в последние годы находит все большее распространение. Статические компенсаторы, управляемые устройства продольной компенсации, объединенные регуляторы перетоков мощности и фазопоротные устройства (ФПУ) работают в электрических сетях различных стран мира. В частности, на американском и европейском континентах в эксплуатации находится ряд ФПУ на линиях электропередачи (ЛЭП) переменного тока

классов напряжения 60–500 кВ и проявляются тенденции к увеличению объемов внедрения ФПУ.

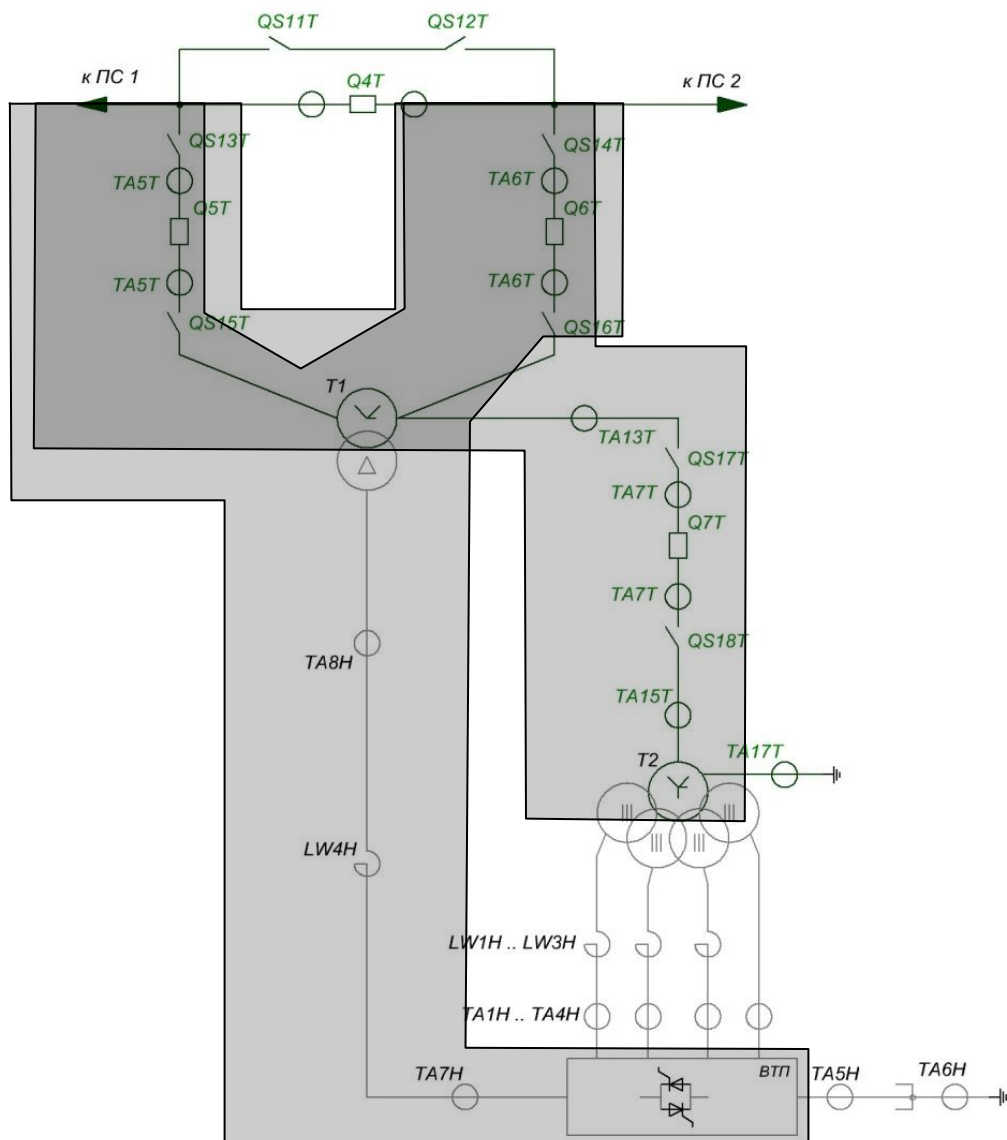
Данное устройство, осуществляющее компенсацию сдвига фазового угла ЛЭП, состоит из двух трансформаторов – серийного (вольтодобавочного), вторичная обмотка которого подключена последовательно с ЛЭП, и шунтового, подключаемого между первичной обмоткой серийного трансформатора и ЛЭП. Изменение коэффициента трансформации шунтового трансформатора позволяет изменять величину вводимого в линию напряжения. Аппаратом, изменяющим коэффициент трансформации шунтового трансформатора в действующих ФПУ, является устройство регулирования под нагрузкой (РПН), выполняемое в виде механического переключателя.

В ОАО «ЭНИН» по заданию ОАО «ФСК ЕЭС» разрабатывается первое в мире ФПУ для ВЛ 220 кВ, в котором изменение коэффициента трансформации шунтового трансформатора производится с помощью полупроводникового переключателя (тиристорного коммутатора). Это вносит свою специфику в разработку устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) ФПУ. Предлагаемый комплекс защит позволит обеспечить требуемую чувствительность к возможным видам внутренних коротких замыканий в ФПУ с учетом ближнего резервирования. Комплекс защит включает:

- дифференциальную токовую защиту с торможением;
- газовые и технологические защиты трансформаторов;
- дифференциальные токовые отсечки вторичных обмоток шунтового трансформатора для защиты тиристорного переключателя;
- максимальные токовые защиты;
- токовые защиты нулевой последовательности;
- дистанционные защиты;
- защиты от перегрузки.

Дифференциальные защиты 87P, 87S, применяемые в ряде зарубежных стран в качестве основных защит фазоповоротного трансформатора, не учитывают особенности функционирования высоковольтного тиристорного преобразователя (ВТП) с последовательно включенными с ним токоограничивающими реакторами.

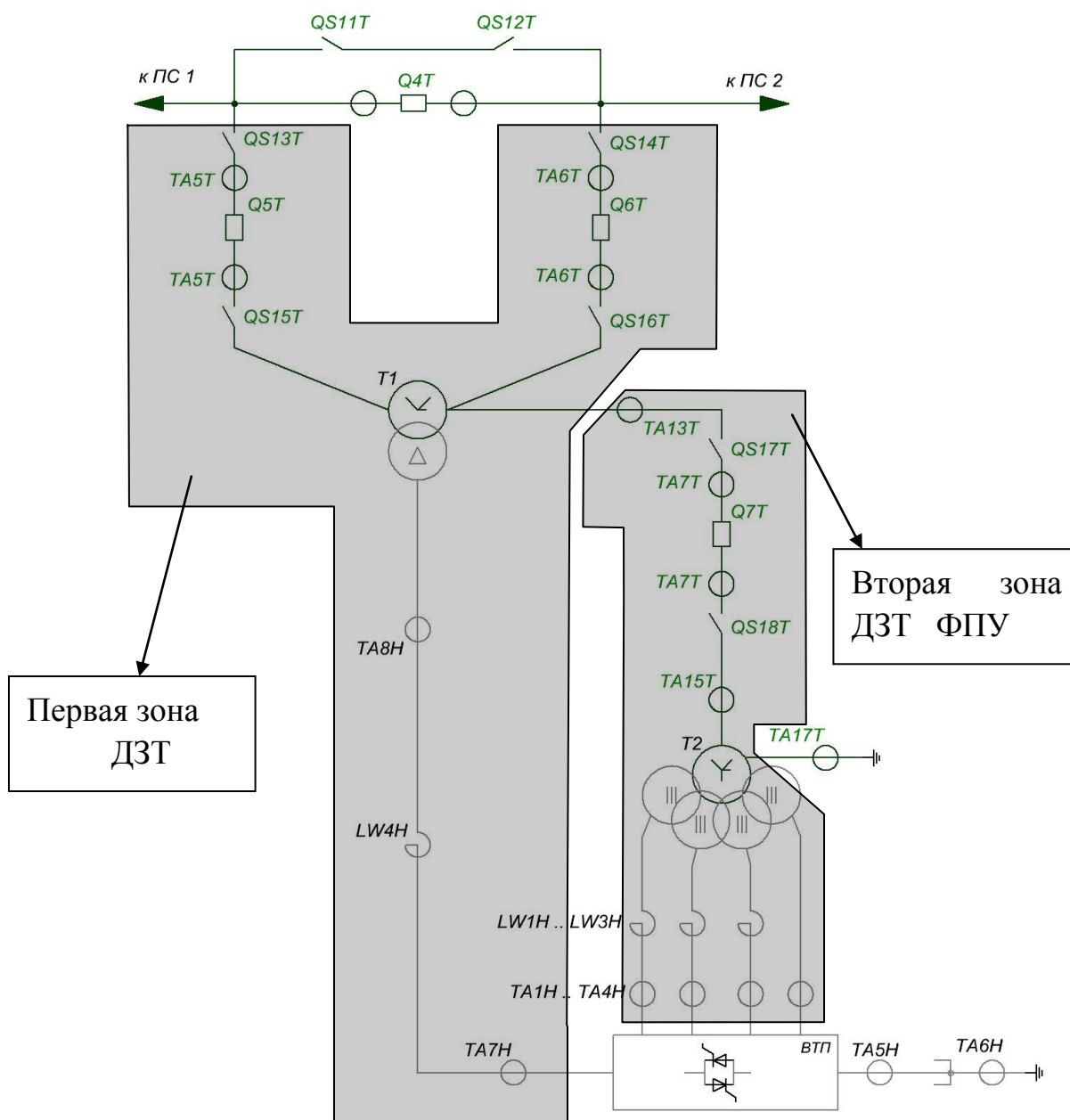
Это, в частности, подтверждается результатами проведенного ОАО «ЭНИН» и ООО «ИЦ «Бреслер» моделирования режимов работы ФПУ, учитывающего особенности работы устройств РЗА, с применением имитационной модели. Результаты исследований показали, что защиты 87P и 87S не обладают требуемой чувствительностью при витковых коротких замыканиях (КЗ) в первичной и вторичных обмотках шунтового трансформатора, а также при замыканиях в ряде точек ВТП даже при использовании функции торможения.



Зоны действия защит 87Р и 87S, установленных на ФПУ
с тиристорным коммутатором

Поэтому в качестве основной защиты ФПУ с тиристорным коммутатором предлагается токовая дифференциальная защита, разделенная на четыре зоны.

Первая зона дифференциальной защиты охватывает серийный трансформатор и токоограничивающий реактор, включенный между серийным трансформатором и ВТП. Данная защита чувствительна к КЗ в защищаемой зоне, за исключением КЗ в средней точке серийного трансформатора. Серийный трансформатор относится к трансформаторам 9 группы и поэтому для этой зоны дифференциальной защиты выполняется выравнивание ее токов.

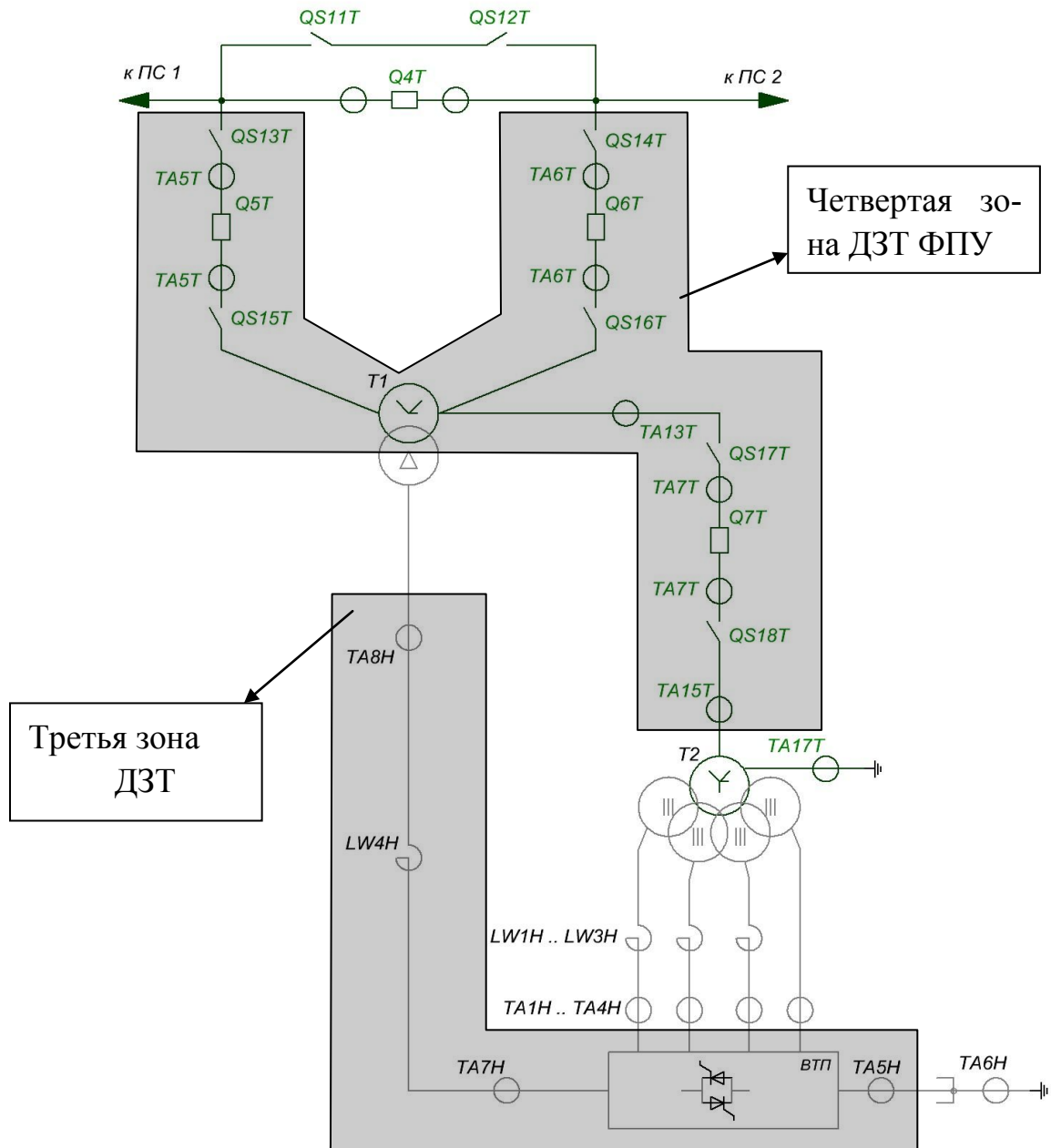


Зона действия ДЗТ серийного и шунтового трансформаторов

Шунтовой трансформатор совместно с ВТП можно рассматривать как трансформатор с коэффициентом трансформации, регулируемом в диапазоне $\pm 100\% U_{\text{НОМ}}$. Поэтому использование общей для них дифференциальной защиты нецелесообразно и следует предусмотреть отдельные зоны дифференциальной защиты для шунтового трансформатора и для ВТП.

Вследствие этого вторая зона дифференциальной защиты охватывает шунтовой трансформатор и токоограничивающие реакторы, включенные между шунтовым трансформатором и ВТП. Поскольку шунтовой трансформатор является трансформатором 12 группы, то для второй зоны дифференциальной защиты выравнивание токов не требуется. Данная защита

оказывается чувствительной к КЗ со стороны высшего напряжения шунтового трансформатора (за исключением КЗ непосредственно в средней точке сетевой обмотки сериесного трансформатора), а также к замыканиям между трансформаторами тока (ТТ) ТА1Н-ТА4Н и шунтовым трансформатором. При витковых замыканиях во вторичной обмотке шунтового трансформатора с наиболее низким напряжением данная защита будет иметь требуемую чувствительность при использовании функции торможения.



Зоны действия дифференциальной защиты ВТП и средней точки ФПУ

Третья зона включает ВТП и первый из токоограничивающих реакторов. Наличие тока в ТТ ТА1Н – ТА4Н зависит от особенностей режимов работы ВТП. При максимальной ступени (+15 или -15) регулирования ВТП токи проходят через все четыре ТТ, а при минимальной ступени регулирования (+1 или -1) протекание ток распространяется только через ТТ ТА1Н. При работе ФПУ с нулевой ступенью регулирования контур тока, протекающего в ВТП, включает ТТ ТА7Н и ТА5Н. Поэтому зона дифференциальной защиты ВТП, включающая ТА5Н и ТА7Н, будет чувствительна к КЗ на выводах ВТП, а также к однофазным КЗ на землю внутри ВТП. Следует отметить, что подключение дифференциальной защиты ВТП к ТТ ТА8Н позволит обеспечить резервирование защиты токоограничивающего реактора LW4Н по первой зоне.

Однако такая защита окажется нечувствительной к повреждениям в мостах ВТП, которые возможны, например, при выходе из строя силовых тиристоров. Следовательно, для повышения надёжности работы ВТП наряду с собственной дифференциальной защитой, должна использоваться также и технологическая защита ВТП. Технологическая защита ВТП, функционально схожая с максимальной токовой защитой, снимает импульсы управления с тиристоров, обеспечивая тем самым режим холостого хода шунтового и серийного трансформаторов.

Это обеспечит быстрое отключение ВТП, и, как следствие, отключение ФПУ. Для восстановления работы линии без включения ФПУ следует замкнуть шунтирующий выключатель Q4Т.

Данная защита будет чувствительна к замыканиям на выводах токоограничивающих реакторов LW1-LW3 со стороны ВТП.

Четвёртая зона дифференциальной защиты включает сетевую обмотку серийного трансформатора и реагирует на замыкания в средней точке сетевой обмотки серийного трансформатора. Необходимость этой зоны обусловлена тем, что дифференциальная защита серийного трансформатора выполнена в виде защиты трёхобмоточного трансформатора, и средняя точка его сетевой обмотки не входит в первую зону защиты.

Как видно из рисунка 3, зона действия данной защиты частично перекрывается как зоной действия дифференциальной защиты серийного трансформатора, так и зоной действия дифференциальной защиты шунтового трансформатора.

Следовательно, применение многозонности в построении дифференциальной защиты ФПУ позволит повысить надёжность всего комплекса релейной защиты.

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**СЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ**

УДК 621.31

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ
ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ**

АБДУЛЛИН Л.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Замыкания на землю токоведущих частей электрических установок являются преобладающим видом повреждения в распределительных сетях 6–35 кВ. Эти повреждения составляют не менее 75 % от общего числа повреждений. Осложняющим фактором при поиске мест повреждения следует считать древовидную топологию распределительных электрических сетей, когда на один фидер может приходиться до 20 и более понижающих подстанций, подключенных ответвлениями к основной магистрали. При этом общая длина всей электропередачи может достигать нескольких десятков километров. Было проведено экспериментальное исследование, а именно искусственно создано однофазное замыкание на землю (ОЗЗ) через искровой разрядник.



Искровой разрядник

Для определения факта наличия и места локализаций ОЗЗ было установлено во главе фидера, а также в двух трансформаторных

подстанциях диагностическое оборудование в виде анализатора качества электроэнергии, работающего в режиме осцилографирования.

Вывод: полученные результаты с приборов показали наличие высших гармоник, что указывает на ОЗЗ и является экспериментальным подтверждением проведенных теоретических изысканий.

УДК 621.315

ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

АБДУЛЬМЯНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. БИККИНЯЕВА Ю.К.

В современных высоковольтных аппаратах роль изолятора и охлаждающей жидкости выполняет трансформаторное масло (ТМ). Однако постоянно растущая потребность в экологически чистом сырье привела к появлению ряда разумных инициатив, в том числе и к новым технологиям, направленных на поиск альтернативы ТМ минерального происхождения (ТММ). В настоящее время сложилось много трудностей с использованием ТММ, возросли экологические требования по утилизации отработанного масла, рост цен природного сырья для изготовления ТМ.

Мы рассмотрели более детально показатели масла № 1 минерального происхождения и образца № 2 растительного происхождения (ТРМ). Способность к биодegradации ч/21 день образец № 1 25,2 % , № 2 97 % , решение проблем утилизации (ТРМ). Для данного эксперимента использовалось рапсовое масло. Температура воспламенения и вспышки № 1 160 °С, 145 °С , № 2 360 °С, 330 °С, может позволить на 40 % увеличить нагрузочную способность трансформатора, а также снизить опасность возникновения пожара на подстанции. Возможность вторичной переработки: после достижения состояния деградации, которое требует его замены, в отличие от минеральных масел. Применение регенерируемого и биологически распадающегося растительного масла позволяет увеличить номинальную мощность имеющихся трансформаторов, срок службы, а также рост надежности и снижение затрат.

Сравнительные показатели указывают на задачи по разработке изоляционных масел на растительной основе и электротехнических устройств с такой изоляцией. Возникает необходимость развития данного направления и в России. Создание масел на растительном сырье из сельскохозяйственных культур российского происхождения.

УДК 621.316

СИСТЕМА ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС

АМБРОСОВ О.С., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВОРОНИН А.А.

Стабильная частота в энергосистеме обеспечивается соблюдением баланса генерируемой и потребляемой активной мощности. Если потребляемая активная мощность преобладает над генерируемой мощностью, то частота в энергосистеме снижается, если генерируемая активная мощность преобладает над потребляемой мощностью, то частота растет. Задачу регулирования частоты можно разделить на три взаимосвязанные части: это первичное регулирование частоты, предназначенное для удержания частоты в допустимых пределах при нарушении баланса активной мощности в любой части энергосистемы; вторичное регулирование частоты обеспечивает восстановление нормального уровня частоты и плановых режимов обмена мощностью между частями энергосистемы. Гидроагрегаты имеют существенно больший диапазон регулирования нагрузки по сравнению с агрегатами на тепловых электростанциях, поэтому ГЭС широко используют для регулирования частоты в энергосистемах. Третичным регулированием частоты называют оперативную корректировку балансов активной мощности регионов с целью оказания им взаимопомощи и предотвращения опасных перегрузок транзитных линий электропередачи.

Гидроагрегаты (ГА) Жигулевской ГЭС по типу, установленных на них регуляторов, можно разделить на: ГА с гидромеханическим регулятором типа РКО-250; ГА с электрогидравлическими регуляторами ЭГР-МП; ГА с электрогидравлическими регуляторами МПРЧ.

Регулировочный диапазон нагрузок ГА установлен в пределах от 30 МВт до 125,5 МВт. Работа ГА в диапазоне от 0 до 30 МВт не допускается в связи с большой вибрацией крышки турбины. На Жигулевской ГЭС установлена система группового регулирования активной мощности (ГРАМ) на базе одного комплекта микропроцессорного центрального регулятора (МПЦР). В настоящее время на станции внедряется второй (резервный) комплект МПЦР для обеспечения бесперебойного регулирования, а также на случай выхода из строя имеющегося МПРЧ или при выводе его в ремонт.

УДК 620.9

ГИБРИДНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ: СОЛНЦЕ И ВЕТЕР

АЛИ ЯЗИД С.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Гибридная система на основе возобновляемых источников энергии использует два или более метода выработки энергии. Обычно это солнечная энергия и энергия ветра.

Основное преимущество гибридных систем солнце/ветер – это совместное использование солнечной энергии и энергии ветра, что в свою очередь позволяет увеличить надежность системы. Дополнительно может быть уменьшен размер батарей, поскольку используется несколько источников энергии. Часто бывают случаи, что в отсутствие солнца, дует сильный ветер.

По сравнению с солнечными модулями, ветряные двигатели могут предложить более низкую стоимость за 1 ватт.

В гибридных системах используются ведущие высококачественные компоненты, гарантирующие надежную работу и длительный срок службы.

Эти системы идеально подходят для отдаленных домов, школ и других объектов. Также имеется возможность установки уже к существующим системам дизельных генераторов, что позволяет экономить на высоких топливных затратах и минимизировать шум.

Гибридная автономная система позволяет ветряной и солнечной энергосистемам дополнять друг друга.

УДК 620.9

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ ИРАК

АЛЬ ЗЕРКАНИ БАХАА Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

В народном хозяйстве Ирака, как и в других странах, производство электроэнергии является важной составляющей. На развитие энергосистемы республики в последние 20 лет большое влияние оказали постоянные военные конфликты, происходившие в стране. Энергетика

была серьезно повреждена в ходе военных действий, в результате чего основные мощности электростанций в 1991 году снизились до минимального уровня. В ходе послевоенных восстановительных работ удалось восстановить около 90 % поврежденного оборудования. Затем на территории Ирака вновь начались военные действия под патронажем США, а также гражданская война, последствиями которых явилось полное разрушение таких станций, как: ТЭЦ в Харте (800 МВт) и Дибисе (250), газотурбинные электростанции на севере страны, до 75 % – ТЭЦ «Эль-Мусайиб» (1200) и в Багдаде. По состоянию на 2012 г., максимальный спрос на электроэнергию составлял порядка 7707 МВт/ч при собственной выработке 4790 МВт/ч. В Ираке существует катастрофический дефицит электроэнергии. А техническое состояние основного энергетического оборудования на сегодняшний день находится на очень низком уровне. Износ генерирующего и вспомогательного оборудования, которое не заменяли в ходе военных действий, составляет 60–70 %.

В некоторых регионах отключения электроэнергии достигали 20 часов в сутки, в среднем же по стране отключения длились по 15 часов. Энергосистема республики Ирак нуждается в скорой модернизации, направленной на восстановление потерянных мощностей с использованием нового и современного оборудования.

Для покрытия внутреннего спроса на электроэнергию необходима разработка комплекса мероприятий, направленных на строительство новых генерирующих источников и восстановление линий электропередачи. Одним из приоритетных направлений должно стать широкое применение схем комбинированного производства электроэнергии, таких как ПГУ, обладающих высоким КПД около 60 %. А также необходимо привлечение внимания на использование возобновляемых источников энергии.

УДК 620.9

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В ИРАКЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ «СОЛНЕЧНАЯ БАШНЯ» МОЩНОСТЬЮ 100 МВт

АЛЬ-КАЙСИ И.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

В Ираке существует катастрофический дефицит электроэнергии. А техническое состояние основного энергетического оборудования на сегодняшний день находится на очень низком уровне. Износ

генерирующего и вспомогательного оборудования, которое не заменяли в ходе военных действий, составляет 60–70 %.

Ирак имеет значительный потенциал для развития солнечной энергетики в силу своих природно-климатических условий, так как в Ираке средняя дневная сумма солнечной радиации составляет 3,5 кВтч/м, количество ясных дней в году 310 дней.

В настоящее время солнечная энергетика, как и возобновляемые источники энергии в целом, переживает переходный период. Солнечная энергетика развивается и ее стоимость постепенно снижается, в то время как цены на нефть и газ постоянно растут (в 1990 году стоимость 1 барреля нефти 20 \$, а на сегодняшний день почти 100 \$). Еще необходимо добавить к этому загрязнение и опасные отходы от работы тепловых электростанций, поэтому на сегодняшний день перспективный вариант для развития энергосистемы Ирака – это солнечная энергетика на основе современных технологий.

УДК 621.311.4

НАДЕЖНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СРЕДСТВАМ ПРОТОКОЛА GOOSE В СИСТЕМАХ РЗА НА ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

АНОШКИН А.А., КГЭУ, г. Казань.

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛИЗУНОВ И.Н.

До недавнего времени для передачи дискретных сигналов между терминалами релейной защиты и автоматики (РЗА) использовались дискретные входы и выходные реле. Информационные технологии уже давно предоставляли возможность для передачи информации между микропроцессорными терминалами по цифровой сети. Разработанный стандарт МЭК 61850 предоставил такую возможность для передачи сигналов между терминалами РЗА.

МЭК 61850 использует для передачи данных сеть Ethernet. Внутри стандарта предусмотрен такой механизм, как GOOSE-сообщения, которые и используются для передачи сообщений между терминалами РЗА.

Надежность передачи GOOSE-сообщений обеспечивается следующим:

- за счёт использования Ethernet-сети выход из строя верхнего уровня АСУТП или устройств РЗА не отражается на передаче GOOSE-сообщений;

- во всех устройствах РЗА осуществляется постоянный контроль возможности прохождения каждого сигнала. Это позволяет автоматически определить не только отказы цифровой связи, но и ошибки параметрирования терминалов.

Отказ в передаче GOOSE-сообщения от одного устройства защиты другому возможен в результате совпадения как минимум двух событий. Могут быть и более сложные отказы, связанные с одновременным наложением большего количества событий. Повышение надежности сети Ethernet возможно за счет применения современных подходов к проектированию и наладке сети:

1. Использование физического и логического разделения сети на сегменты.
2. Разделения сети на шину процесса и станционную шину.
3. Использование протоколов резервирования PRP или HSR.

УДК 621.315.6

АНАЛИЗ СТРУКТУРНО-ГРУППОВОГО СОСТАВА ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИИ В УЛЬТРОФИОЛЕТОВОМ И ВИДИМОМ ДИАПАЗОНАХ

АХМАЕВА А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ТУРАНОВ А.Н.

Трансформаторное масло (ТМ) является продуктом нефтепереработки и имеет сложный химический состав, который напрямую зависит от способа получения и глубины очистки. ТМ в процессе эксплуатации претерпевают глубокие изменения химического состава (старение ТМ), которые ухудшают их электроизоляционные свойства.

Применение спектроскопии в ультрафиолетовом (УФ) и видимом диапазонах позволит получить дополнительную информацию о произошедших изменениях. Этот метод особенно чувствителен к структурам с кратными и сопряженными химическими связями и широко используется при исследовании объектов и свойств нефтяных систем.

Сигнал возникает за счет поглощения и рассеяния излучения малыми частицами (диаметром $d < \lambda$). К сожалению, количественное использование теорий Рэлея и Г. Ми подразумевает знание зависимостей показателя преломления от λ как для веществ, входящих в состав исследуемой системы,

так и для самих частиц, т.к. эти зависимости могут кардинально различаться. Кроме того, необходимо также знать распределение частиц по размерам. Поэтому исследование наличия коллоидных, мицеллообразных и твердых частиц проводилось с помощью других экспериментальных методов, не прибегая к количественным расчетам на основе тех или иных предположений. Резкое увеличение D при $\lambda = 380$ нм в УФ спектрах вызвано наличием в ТМ асфальтеновых частиц с $d = 2\div 10$ нм, при $\lambda = 470$ нм – мицеллообразным структурам с $d = 100\div 200$ нм. Плавный рост D при изменении λ от 800 к 400 нм происходит из-за крупных агломератов (500–1000 нм) образовавшихся в ТМ под воздействием дуги во время отсечки тока короткого замыкания.

В ТМ образуются малые частицы, которые снижают эксплуатационные характеристики ТМ.

Применение спектроскопии в УФ и видимом диапазонах, сравнивая УФ спектры проб ТМ с эталонным образцом, позволит разработать метод контроля состояния трансформаторного масла.

УДК 621.316

МЕТОДИКИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4–10 кВ

АХМЕТШИН А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Одной из острых проблем на сегодняшний день является обеспечение потребителей распределительных электрических сетей (РЭС) напряжением 0,4–10кВ качественной электроэнергии (КЭ) в совокупности с решением задачи энергосбережения.

В приказе, утвержденном Минпромэнерго России, установлены предельные значения коэффициента реактивной мощности (КРМ), по которым рассчитывается минимально необходимый уровень КРМ. В свою очередь, влияние глубокой КРМ (когда $\text{tg}\varphi$ ниже нормативных значений) на экономические и технические показатели функционирования РЭС изучено недостаточно. Также зависимость параметров и количества вольтодобавочных трансформаторов (ВДТ) от уровня КРМ, что требует комплексного подхода к выбору как устройств КРМ, так и ВДТ.

Расчеты показали эффективность энергосбережения за счет глубокой КРМ до $\text{tg}\varphi = 0,1$, что обеспечивает снижение срока окупаемости установки

КРМ в сравнении с нормативными значениями $\text{tg}\varphi$. И показана необходимость согласованного выбора уровня КРМ и ВДТ для уменьшения количества и параметров последних.

Под воздействием неравномерного распределения нагрузок в трёхфазной электрической сети имеет место несимметрия напряжений. Для устранения несимметрии фазных напряжений выпускаются трансформаторы с симметрирующей обмоткой (СО). Однако для них не представлены параметры позволяющие определить техническую и экономическую целесообразность их применения. В связи с этим в работе была разработана методика определения параметров схемы замещения трансформаторов с СО по экспериментальным данным для оценки технической и экономической эффективности их применения.

В работе также рассмотрен способ уменьшения потерь напряжения и мощности за счет замены провода на провод с большим сечением. По результатам расчетов получены диаграммы, по которым можно оценить как замену провода при реконструкции ЛЭП, так и выбрать марку провода при увеличении протяженности ЛЭП для выполнения нормативных требований.

УДК 338.45:621.315

ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ СООРУЖЕНИЯ ЛЭП

АХУНОВА Е.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТЖАНОВ Р.Н.

Целью работы является выявление особенностей определения стоимости сооружений ЛЭП с учетом географического расположения нагрузок. Главная задача – определить оптимальную сумму затрат на строительство ЛЭП с учетом физико-географических, геологических, гидрологических факторов, на сложных трассах с большим количеством пересечений, а также проходящих по пересеченной и горной местностям. Необходимо также учитывать подход трассы к подстанциям, проход по населенным пунктам, согласование прохождения трассы со всеми заинтересованными организациями.

Базовые показатели стоимости свободностоящих промежуточных опор ЛЭП 220 кВ со сталеалюминиевыми проводами на стальных опорах составляет 54 тыс. руб./км (с учетом НДС), а на железобетонных опорах 45 тыс. руб./км (с учетом НДС).

Для участков ЛЭП, проходящих по лесу, стоимость вырубki просеки определена для леса со средними показателями крупности, высоты и твердости с учетом корчевки пней под дороги и площадки опор. Стоимость вырубki просеки для ЛЭП 220 кВ 4,4 тыс. руб./км, стоимость лежневых дорог – 15,0 тыс. руб./км.

Дополнительные затраты, учитывающие усложненные условия строительства, могут быть приняты для соответствующих участков трассы с использованием повышающих коэффициентов по отношению к базовым показателям стоимости: на стальных опорах в горных условиях, на болотистых трассах, в поймах рек – 1,32; 1,16 и 1,09 соответственно. На железобетонных опорах в горных условиях, на болотистых трассах, в поймах рек – 1,35; 1,7 и 1,1 соответственно.

При необходимости сооружения больших переходов ЛЭП через судоходные реки, каналы, проливы и другие водные преграды их стоимость определяется специальным расчетом. Для ЛЭП напряжением 220кВ при длине переходного пролета 755 м – 1395 м, высоте опор 94 м – 158 м стоимость сооружений через водные преграды составляет 700 тыс./руб. – 6170тыс./руб.

УДК 621.311

УПРАВЛЯЕМЫЙ ШУНТИРУЮЩИЙ РЕАКТОР ТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПА

БАЛАБАНЧИК С.В., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ШАКУРСКИЙ В.К.

Электроэнергетика России сформировалась под влиянием ряда географических, экономических и других факторов. Неравномерность расположения ресурсов, требуемых для функционирования электроэнергетики – в первую очередь топливных ресурсов, гидроресурсов предопределяет особенности строения электроэнергетических сетей. «Растянутость» территории по долготе – расположение в 9 часовых поясах обуславливает перетоки мощности в единой энергосистеме страны.

Ввиду данных обстоятельств на территории страны эксплуатируется большое количество длинных линий электропередач (ЛЭП) 220 кВ и выше. Эксплуатация длинных линий сопряжена с рядом проблем, одна из главных среди которых – генерация реактивной (зарядной) мощности линией.

Для компенсации зарядной мощности ЛЭП в настоящее время наиболее широко применяются шунтирующие реакторы, управляемые подмагничиванием. Индуктивность реакторов данного типа регулируется введением магнитной системы в область насыщения посредством подмагничивания её постоянным током. Основным недостатком данных устройств является низкое быстродействие.

Управляемые шунтирующие реакторы трансформаторного типа (УШРТ) по конструкции аналогичны обычным силовым трансформаторам. Сетевая обмотка подключается непосредственно к высокому напряжению, обмотка управления замкнута накоротко тиристорными ключами. Напряжение короткого замыкания между сетевой обмоткой и обмоткой управления близко к 100 %. УШРТ отличаются высоким быстродействием, что необходимо для подавления коммутационных и аварийных перенапряжений в электрических сетях высокого напряжения.

С целью исследования режимов работы УШРТ разработана компьютерная модель данного устройства, отражающая его характерные особенности. Для моделирования использована программа Matlab, пакет Simulink. Результаты моделирования говорят об адекватности результатов моделирования и известных технических результатов.

УДК 621.315.6

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА, РАЗМЕРОВ, СОСТАВА НЕОДНОРОДНЫХ СТРУКТУР В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

БАТАТОВА А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ТУРАНОВ А.Н.

Трансформаторное масло (ТМ) – это продукт нефтепереработки, имеет сложный химический состав, который напрямую зависит от способа получения и глубины очистки. ТМ является «краеугольным камнем» стабильной работы высоковольтных силовых трансформаторов и, следовательно, энергосистемы в целом, поэтому ТМ должны быть стойки к окислению и иметь высокую стабильность при контакте с металлами, являющимися катализаторами окисления.

Для увеличения срока эксплуатации ТМ необходимо исследовать ТМ методами динамического светорассеяния и электронной микроскопии.

Высокая разрешающая способность, визуализация сравнительно большой области образца, совмещение с энергодисперсионными

анализаторами, позволяющими определять состав и свойства изучаемого объекта, а также другие преимущества метода электронной микроскопии обуславливают ее применение практически во всех областях науки и технологии.

В данной работе исследованы три образца масла. Измерения распределения частиц по размерам в ТМ в диапазоне $0.4 \div 10^4$ нм были выполнены методом динамического светорассеяния (DLS) на анализаторе Malvern Zetasizer Nano S. Для контроля повторяемости результатов на каждом образце было выполнено от 3 до 5 повторных измерений. Микрофотографии получены на сканирующем электронном микроскопе Zeiss Evo 50 XVP. Применение DLS позволило обнаружить во всех трех образцах частицы диаметром от 2 до 10 нм. Таким образом, в результате исследований в образцах обнаружены асфальтеновые частицы, мицеллообразные структуры.

Исследование этих процессов важно как с практической точки зрения, то есть для обеспечения стабильности и надежности работы силового маслонаполненного электрооборудования, так и для понимания фундаментальных процессов, протекающих в нефтепродуктах при их старении.

УДК 621.313:519.85

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИНХРОННЫХ МАШИНАХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

БАХТЕЕВ К.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Одной из основных проблем стабильной работы энергосистем являются переходные процессы, возникающие вследствие коротких замыканий, перенапряжений, быстрого изменения соотношения потребляемой активной и реактивной мощностей в сети и т.п.

Система промышленного электроснабжения – это сложная динамическая система, в которой постоянно происходят какие-либо изменения:

- включаются и отключаются различные потребители электроэнергии и элементы электрической сети;

- меняются технологические режимы отдельных механизмов и установок, а следовательно, и режимы электроснабжения соответствующих приемников электроэнергии;

- меняются режимы питающей электрической системы.

Большую значимость имеют переходные процессы в системах электроснабжения с мощной электродвигательной нагрузкой. Обусловлено это тем, что электрические двигатели – наиболее крупные промышленные потребители электроэнергии.

Мною создана модель в среде MATLAB, на которой я рассматриваю проблему, возникающую в системах промышленного электроснабжения, а именно нарушение динамической устойчивости синхронных двигателей.

Это распространенная причина срыва технологических процессов непрерывных производств, поэтому наиболее актуальной задачей промышленной электроэнергетики является обеспечение синхронной динамической устойчивости синхронных двигателей после кратковременного снижения напряжения, вызванного короткими замыканиями в питающей электрической системе.

УДК 621.315.6

ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО НА ОСНОВЕ ЭФИРА ПЕНТАЭРИТРИТА

БАШИРОВ А.Б., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГИНИАТУЛЛИН Р.А.

Для установки и эксплуатации в помещениях и в ряде других случаев должны применяться пожаробезопасные силовые (распределительные) трансформаторы.

Использование эфира ПЭТ-М как базовой жидкости или компонента в составе смазочных материалов позволяет существенно расширить температурный диапазон применения наиболее ответственных видов техники. Отличная стабильность эфира ПЭТ-М при высокой (выше 200 °С) температуре в сочетании с хорошими низкотемпературными свойствами и хорошей смазочной способностью позволяет считать его универсальной основой для получения смазочных материалов, работающих в условиях, диктуемых современным уровнем развития техники и технологии.

За рубежом для заполнения трансформаторов сейчас широко применяются кремнийорганические жидкости (США, Канада, Япония) и

сложный эфир мидел 7131 (Европа); в России и других странах СНГ производство пожаробезопасных трансформаторов, залитых негорючей жидкостью, прекращено.

Однако потребность в таких трансформаторах имеется, в связи с чем мы исследуем малогорючую жидкость ПЭТ (эфир пенгаэритрита и синтетических жирных кислот). При выборе этой жидкости учитывалось, что в России имеется налаженное ее промышленное производство, стоимость жидкости всего 2–2,5 раза выше, чем трансформаторного минерального масла, тогда как стоимость ее «конкурента» – кремнийорганической жидкости превышает стоимость масла в 4–4,5 раза. Эфир ПЭТ 5-9 СЖК отнесен к 4-ому классу по степени опасности для человека и природы, т.е. к тому же, что и нефтяные трансформаторные масла. Способность к биодegradации ПЭТ в 300 раз выше, чем кремнийорганической жидкости, а вопросы утилизации решаются так же, как и для трансформаторного масла.

В дальнейшем планируется проведение исследовательских работ по спектральному анализу и сравнению его свойств с другими жидкими диэлектриками в трансформаторах.

УДК 621.311.4

ПОГРЕШНОСТЬ ЦИФРОВЫХ КАНАЛОВ ДАННЫХ НА ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

БИЛАЛОВ И.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. АППОЛОНОВА Н.Г.

Цифровой измерительный канал довольно сильно отличается от традиционного аналогового канала. В первую очередь это связано с тем, что в цифровом канале либо отсутствуют вторичные медные цепи, либо они имеют непродолжительную длину.

Любой цифровой измерительный трансформатор независимо от принципа функционирования имеет в своей конструкции 3 основных элемента:

- аналоговый сенсор;
- аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- устройство сопряжения с шиной (УСШ).

Основная метрологическая погрешность цифрового измерительного канала будет именно в узле аналоговых сенсоров и узле АЦП.

Данные в цифровом виде формируются на выходе устройства сопряжения с шиной. Т.к. данные в шине процесса подстанции имеют оцифрованный вид, то конечные устройства (счетчики) являются лишь обработчиками данных. Поэтому метрологическая погрешность таких устройств ничтожно мала. Она не зависит от режима сети, на погрешность не влияют уровни тока, напряжения и др. параметров электрической сети. Но на погрешность может влиять качество потока SV. Погрешность может быть вызвана рассинхронизацией потоков от разных источников (например, от цифрового ТТ и цифрового ТН).

Поэтому для метрологического обеспечения цифровых измерительных каналов необходимо разработать нормативную базу, регламентирующую параметры цифрового измерительного канала, влияющие на точность.

Для учета электроэнергии в рамках подстанции предлагается использовать программно реализованный централизованный счётчик электроэнергии.

Представленные выше решения способны увеличить точность измерений и уменьшить затраты на проектирование, монтаж и эксплуатацию средств измерения и учета электроэнергии на подстанции.

УДК 621.316.1

ДОСТОВЕРИЗАЦИЯ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПАРАМЕТРАХ РЕЖИМОВ СЕТИ 0,4 кВ

ВАЛИАХМЕТОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. МАКЛЕЦОВ А.М.

Работа актуальна при определении закона регулирования на шинах 6–10 кВ ПС с обеспечением требуемых показателей качества электроэнергии. В настоящее время используется методика РИ-03. При этом используются измерения P и Q в начале ЛЭП 0,4 кВ. Измерение на опорах (на вводах потребителей отсутствует).

С помощью методики РИ-03 можно рассчитать:

- 1) Потери напряжения в линии с убывающей по линейному закону нагрузкой до ближайшего потребителя (дома);
- 2) Потери напряжения в линии с возрастающей по линейному закону нагрузкой до наиболее удаленного и до ближайшего потребителя (дома).

Проведение расчетов по ΔU по указанным формулам и по закону Ома при известных по опорам нагрузках показывает существенные

различия в результатах, что приводит к ошибкам определения закона регулирования напряжения. Степень несоответствия результатов обусловлена реальным распределением нагрузки по опорам.

В данной работе предлагается использовать показания счетчиков за определенный период с поопорной привязкой. Учет показания счетчиков проводится по расчетам показателей полугодового потребления электроэнергии с каждой опоры. При проведении расчетов измеренные P и Q распределяются по опорам пропорционально показаниям счетчиков.

УДК 621.311

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОАО «КЗСК-СИЛИКОН»

ГАЛЕЕВ Р.И., ГАЛИЕВ Р.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

Система энергоснабжения промышленного производства метилхлорсиланов является важной частью технологического цикла выпуска полимерной продукции.

Основными видами энергетических ресурсов, используемыми для обеспечения деятельности предприятия, являются электрическая энергия, тепловая энергия и вода.

Система энергетического обеспечения предприятия состоит из следующих систем:

- электроснабжения, предназначенного для обеспечения электроэнергией технологического и вспомогательного оборудования, освещения (наружного и внутреннего), офисной техники и бытовых нужд предприятия;

- теплоснабжения (сетевая вода) – для обеспечения тепловой энергией систем отопления объектов предприятия;

- теплоснабжения (пар) – для обеспечения теплоносителем технологических процессов предприятия.

В ходе проведения анализа проектных решений на предмет энергоэффективности и ресурсосбережения были рассмотрены эффективность использования энергоресурсов, построение систем учета и возможность внедрения дополнительных мероприятий по экономии ресурсов.

Основным недостатком данной системы является неэффективное использование ресурсов тепловой энергии и воды.

Модернизация данной системы заключается в автоматизировании системы учета, что позволит организовать в рамках энергоменеджмента мониторинг и оптимизацию потребления энергоресурсов, планировать и оценивать результаты энергосберегающих и энергоэффективных мероприятий.

В будущем данная система позволит рассчитать целевые показатели по удельному потреблению энергоресурсов на единицу выпускаемой продукции.

УДК 621.311

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ГАЛИЕВ Р.Ф., ГАЛИЕВ Р.И, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. МАКЛЕЦОВ А.М.

В практических расчетах электроэнергетических систем нередко приходится рассчитывать схемы, содержащие несколько десятков сотен и даже тысяч узлов. Очевидно, что решать эти задачи вручную, без применения автоматизированных программных комплексов очень проблематично, если вообще возможно, учитывая нелинейность и размерность системы уравнений установившегося режима.

Расчет установившегося режима является наиболее часто встречающейся самостоятельной задачей в области анализа электрических систем в практике проектирования и эксплуатации, а также входит составной частью или повторяющимся рабочим оператором в задачи расчета переходных процессов, устойчивости электрических систем, оптимизации режимов и т.п. В связи с этим выполнению этой задачи следует уделять большое внимание.

В программах расчета применимы: метод простой итерации, метод Гаусса, метод Зейделя, метод Ньютона и другие. В ходе исследования была разработана математическая модель и проведены серии расчетов. Проанализировав существующие математические алгоритмы решения соответствующих задач, был сделан вывод, что наиболее оптимальным является итерационный метод Ньютона, либо его вариации. Он обеспечивает достаточно быструю и надежную сходимость (как правило, не более 3–4 итераций) даже при довольно сильных отклонениях начальных приближений переменных. Проблемы сходимости могут возникнуть при большом количестве ветвей с нулевыми или

отрицательными сопротивлениями, сильной нелинейности уравнений, либо при резко неверно выбранных начальных приближениях.

Существует большое количество реализаций метода Ньютона и его модификаций, образующих класс ньютоновских методов. Очевидно, что современный программный комплекс расчета и анализа электроэнергетических систем и систем передачи электроэнергии должен базироваться на хорошо зарекомендовавшем себя методе Ньютона.

УДК 621.311

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ ПОСТОЯННОЙ СТРУКТУРЫ

ГАНИЕВ И.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЧЕРНОВА Н.В.

Математические модели синхронных машин, учитывающие электромагнитные переходные процессы, имеют переменную структуру. Это обусловлено неодинаковым количеством работающих вентилях на интервале повторяемости схемы преобразователя. Одновременно происходит циклическое чередование работающих фаз сети (или же возбудительного генератора) на стороне переменного тока, что приводит к несимметричным переходным процессам. Попытки построения математической модели постоянной структуры, удобной для исследования динамических режимов работы, сталкиваются с проблемой корректного перехода от нелинейной системы переменной структуры к системе постоянной структуры в условиях переменной длительности интервалов коммутации в переходных процессах.

Переход от непрерывных к дискретным переменным позволяет сформировать математические модели постоянной структуры для синхронных генераторов с независимой тиристорной системой возбуждения и тиристорной системой самовозбуждения. Дискретные математические модели электромашинно-вентильных систем показали, что за счет потери некоторой информации о промежуточных значениях параметров режима внутри каждого цикла, переход к отслеживанию токов только в коммутационных точках позволяет, во-первых, перейти от уравнений переменной структуры к уравнениям постоянной структуры, и, во-вторых, от нелинейных уравнений с периодическими коэффициентами перейти к линейным конечно-разностным уравнениям. Тем не менее, дискретные модели электромашинно-вентильных систем остаются мало

востребованными, т.к. электромагнитные и электромеханические переходные процессы в энергосистеме имеют непрерывный характер.

Актуальна задача интеграции дискретных моделей синхронных машин в общепринятую математическую модель энергосистемы. Записываются кусочно-линейные уравнения с периодическими коэффициентами на одном цикле коммутации вентилей. Затем осуществляется переход с дискретной модели постоянной структуры смешанного вида. После чего осуществляется возврат к эквивалентным уравнениям в непрерывных переменных.

УДК 621.311

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРФЯНОЙ ТЭЦ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

ГАРЕЕВА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

В настоящее время в России большой интерес вызывают вопросы, связанные с энергосбережением, ресурсосбережением и вопрос повышения энергоэффективности. Одним из методов их решения может являться строительство «торфяной» ТЭЦ.

Торф, как известно, является ценным полезным ископаемым. В нашей республике – около тысячи месторождений площадью свыше 50 тысяч гектаров с запасами торфа порядка 150 млн тонн. Исчерпать такое количество ресурсов трудно и за двести лет активной разработки. Но до последнего времени торфяники у нас почти не использовались. Торф – это альтернативный источник энергии. Он может использоваться как топливо на электростанциях, теплоцентралях и в котельных. Кроме того, торфяные топливные брикеты и пеллеты нового поколения экономичнее, эффективнее и экологичнее таких видов топлива, как уголь и мазут.

К примеру, коэффициент полезного действия от сжигания угля в котельных составляет не более 40 %, а торфа в автоматических пеллетных котлах – доходит до 90 %. Торф отлично горит, дает равномерное и стойкое тепло и при этом не загрязняет окружающую среду. После переработки просушенный, очищенный от примесей, спрессованный в брикеты или пеллеты торф становится уникальным биотопливом, способным полностью решить проблему энергосбережения и энергоэффективности на территории, где он добывается.

В данной работе предлагается рассмотреть вариант строительства «торфяной» ТЭЦ в Алексеевском районе. Это мероприятие помимо экономии энергоресурсов позволит решить ряд других проблем. «Торфяная» ТЭЦ будет обеспечивать теплом и электроэнергией жителей ближайших населенных пунктов. Люди получают постоянный, надежный и недорогой источник тепла в домах, который станет работать без перебоев с поставкой ресурсов и без скачков цен на энергоносители. Выделяемый минеральный остаток может быть использован в качестве удобрения или для производства строительных материалов. Минимизация вредных выбросов в атмосферу.

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА СМЕЖНЫЕ ЛИНИИ

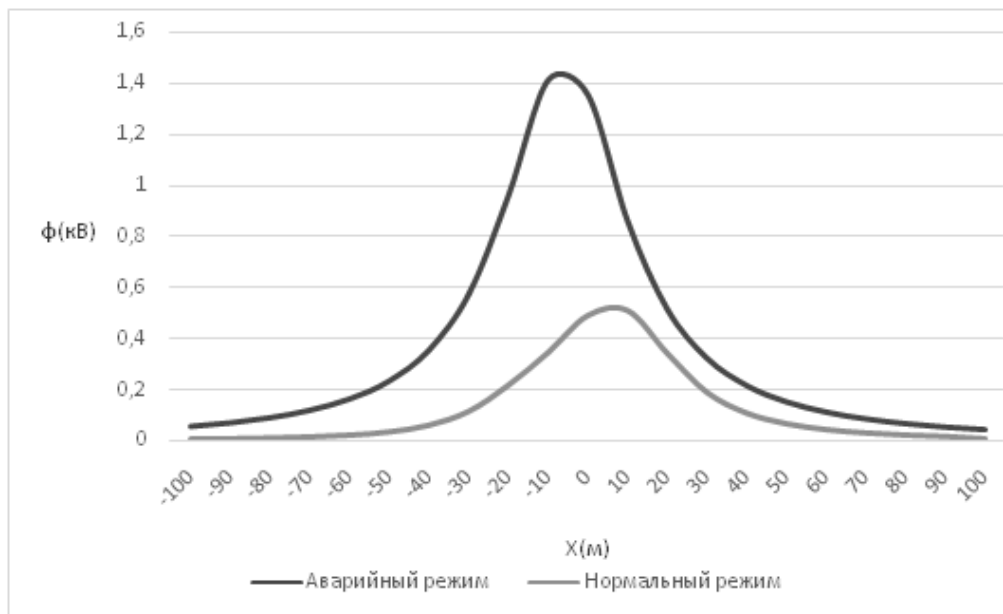
ГИЛМЕТДИНОВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. МУРАТАЕВА Г.А.

На работу кабельных линий связи оказывает влияние ряд посторонних источников: линии электропередачи, контактные сети электрифицированных железных дорог, атмосферное электричество, передающие радиостанции. Указанные источники создают в цепях кабельных линий опасные и мешающие влияния.

Для оценки влияния полей необходимо провести расчет в нормальном и аварийном режимах. В работе рассматривалось влияние линий электропередач на линии связи. Влияние линий электропередачи на линии связи обусловлено воздействием электромагнитного поля вокруг провода ВЛ. Провода линий связи, находящиеся в зоне действия поля, оказываются под воздействием потенциала этого поля.

На рисунке представлен график зависимости модуля наведенного потенциала от расстояния между осями ВЛ и линии связи в нормальном и аварийном режиме. Максимальное значение наведенного потенциала в нормальном режиме на расстоянии от ВЛ $\varphi_m(10) = 0,51$ кВ, в аварийном режиме $\varphi_m(-10) = 1,41$ кВ на расстоянии от ВЛ.



УДК 621.314.22.08

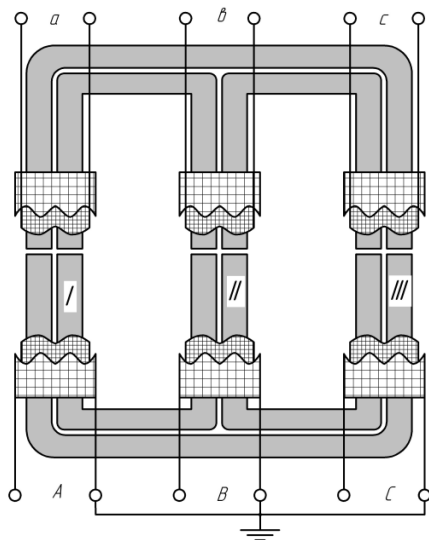
ТРЕХФАЗНЫЙ ТРЕХСТЕРЖНЕВОЙ ЛЕНТОЧНЫЙ МАГНИТОПРОВОД ДЛЯ АНТИРЕЗОНАНСНОГО ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

ГУСАКОВ Д.В., КАРИМОВ Р.Д., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Э.

В качестве одной из основных мер по борьбе с феррорезонансными явлениями является использование антирезонансных трансформаторов напряжения (ТН). Антирезонансным называют электромагнитный заземляемый ТН, устойчиво работающий при наличии непрекращающихся феррорезонансных явлений и не вызывающий их. Одним из способов достижения антирезонансных свойств у ТН без увеличения погрешностей является применение трехфазного трехстержневого ленточного (плоского или пространственного) магнитопровода.

Как видим, обмотки трансформатора выполняются на двух стержнях, потоки в которых направлены в соответствии с приложенным трехфазным напряжением. В качестве потоков нулевой последовательности в насыщающихся трансформаторах можно рассмотреть их третьи гармоники, сдвинутые по фазе на 360° . Тогда потокосцепления рабочих обмоток будут синусоидальными, синусоидальными будут и выходные напряжения. При наличии потоков нулевой последовательности в

первичных обмотках данного трансформатора следует ожидать их отсутствия в выходных напряжениях, т.е. отсутствия погрешностей.



Конструкция антирезонансного трансформатора напряжения

УДК 621.314.21

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ДЖЕБРИЛ М.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, проф. ЛОПУХОВА Т.В.

В настоящее время существует много способов определения технического состояния высоковольтного электрооборудования, в том числе традиционные, нормативные способы, а также новые современные, разработанные за последние десятилетия. На сегодняшний день не существует научно обоснованного выбора комплекса методов, необходимых и достаточных для своевременной и достоверной диагностики.

Актуальным становится научно обоснованный выбор определенной группы методов, позволяющей обеспечить своевременную и достоверную диагностику силовых трансформаторов.

Как известно, силовой трансформатор представляет собой очень сложный и комплексный аппарат, в состав которого входят различные составляющие, такие как обмотки, магнитопровод, системы изоляции и охлаждения, вводы и другие, для которых существуют определенные методы диагностики и контроля состояния. Например, для определения состояния

масла в баке трансформатора имеется множество методов: определение физико-химических характеристик масла, анализ газов, растворенных в масле и др. П.М. Сви первым предложил объединить различные методы диагностики силовых трансформаторов в единую диагностическую модель.

Мы предлагаем разработать единую диагностическую модель, представляющую собой целостную интегрированную систему определения состояния изоляции силовых трансформаторов.

УДК 519.85 Е83

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОХОДНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

ЕСИРГЕПОВ Э.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАРИПОВ Д.К.

Работа высоковольтного электрооборудования в значительной степени определяется надёжностью электрической изоляции. Хотя стоимость изоляторов составляет 5–8 % оборудования, с ними связано около 70 % отказов в работе и до 50 % стоимости ремонтных работ. Повреждение изоляторов в большинстве случаев происходит в результате поверхностного загрязнения, старения, производственных дефектов и случайных повреждений при ремонтных работах.

Таким образом, имеется проблема, связанная с недостаточной эффективностью технологии контроля изоляторов. Поэтому стоит задача разработки методики диагностики высоковольтных изоляторов. Для решения данной задачи актуальным является разработка математической модели описывающей распределение электрического и теплового полей, возникающих в процессе работы изолирующей конструкции.

В представленной работе построена и исследована математическая модель проходного изолятора с характерными дефектами в среде моделирования COMSOL Multiphysics. Задачей работы являлось исследование нагрева фарфоровой покрышки изолятора при отсутствии и наличии дефекта. Параметрический расчет при изменении удельной проводимости поверхностного слоя изолирующей покрышки от полностью увлажненного до полностью сухого позволил оценить условия и возможность выявления дефекта при тепловизионном контроле. В результате моделирования показано, что дефект изолятора проявляется лишь ограниченное время в процессе высыхания изолятора.

Сравнение расчетной модели с экспериментальными данными показало, что созданная модель адекватно описывают физические процессы, и она может быть использована в расчетных экспериментах на компьютере, что позволит сократить объем лабораторных и натурных исследований.

УДК 621.315

НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ДИАГНОСТИКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

ЖАВОРОНКОВ А.Е., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

Отличительной особенностью электроснабжения городских потребителей является то, что более 90 % электроэнергии поставляется посредством распределительных кабельных сетей 6–10, 0,4 кВ. В современных условиях необходимо искать пути повышения надежности электроснабжения потребителей, что может быть достигнуто путем сокращения количества аварий, возникающих при коротких замыканиях в кабелях. На сегодняшний день в России применяется система планово-профилактических испытаний, в соответствии с которой кабельные линии (КЛ) на напряжение 6–35 кВ периодически подвергаются действию повышенного постоянного напряжения, в 4–6 раз превышающего номинальное напряжение КЛ с измерением токов утечки. Однако практика показывает, что планово-профилактические испытания повышенным постоянным напряжением даже в случае их успешности не только не гарантируют безаварийную последующую работу КЛ, но и во многих случаях приводят к сокращению срока службы КЛ. Кроме того, испытания повышенным постоянным напряжением силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена не только неэффективны, но и оказывают негативное воздействие на их изоляцию. Для своевременной диагностики и повышения эксплуатационной надежности КЛ наиболее предпочтительным является применение щадящих и неразрушающих методов испытаний и диагностики КЛ. В настоящее время широко используются за рубежом такие неразрушающие методы диагностики КЛ как: метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции КЛ, метод измерения и локализации частичных разрядов в КЛ, метод измерения тока релаксации в КЛ с изоляцией из сшитого полиэтилена. Такие методы, основанные на периодическом измерении наиболее информативных характеристик изоляции, не только позволяют получать

информацию о состоянии изоляции кабелей, но и могут быть использованы для прогнозирования остаточного срока службы длительно эксплуатируемых кабелей. На основе этой информации может быть скорректирован план профилактических испытаний КЛ в условиях эксплуатации и разработана стратегия замены кабелей с опасными дефектами или выработанным ресурсом изоляции.

УДК 621.315

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОВОДОВ ПРИ ГОЛОЛЕДНЫХ НАГРУЗКАХ

ЗАГИРОВА Д.Н., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

Необходимость передавать большую мощность в пределах уже отведенной под воздушную линию полосы отчуждения привела к возросшему интересу к высокотемпературным проводам. Эти провода относятся к категории, известной как высокотемпературные провода с малыми стрелами провеса. Для стандартных сталеалюминевых проводов длительно допустимые токи соответствуют нагреву до 90 °С, тогда как для высокотемпературных проводов длительно допустимая рабочая температура составляет 120–250 °С. Помимо этого, их значительной особенностью является низкое обледенение и налипание снега. Применение данных проводов позволяет повысить пропускную способность энергосистем и повысить надежность электроснабжения в сложных климатических условиях России: одним из основных мероприятий против обледенения проводов является плавка гололеда повышением тока нагрузки или токами короткого замыкания. Для этого провода должны выдерживать длительный нагрев, не теряя своих технических характеристик, в первую очередь прочности и электропроводности.

Важную роль для обеспечения надежности ВЛ играет надежность принятых расчетных нагрузок. В связи с этим необходимо провести расчет ветровых и гололедных нагрузок, удельных механических нагрузок. По итогам расчетов проводится сравнительный анализ параметров проводов: сравнение механической нагрузки (приращение нагрузки) на провода и опоры, вследствие гололедно-ветровых нагрузок инновационных проводов с проводом АС; сравнение толщины стенки гололеда проводов.

Применение высокотемпературных проводов на линиях электропередачи позволит снизить эксплуатационные затраты, уменьшить количество аварий и отключений ЛЭП, вызванных климатическими факторами, повысить надежность электроснабжения потребителей.

УДК 621.311.4

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ НА ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

ЗАГУСТИНА И.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. АППОЛОНОВА Н.Г.

За последние несколько лет неуклонно растет заинтересованность в вопросах информационной безопасности систем автоматизации и управления в электроэнергетике. Кибербезопасность не признавалась важным вопросом и серьезно не рассматривалась при проектировании подстанции.

Сети Ethernet, открытые протоколы (такие как TCP/IP) уязвимы. Большинство оборудования, например блоки РЗА, имеет удаленный доступ по IP-сетям, Internet, и технологии глобальных сетей предоставляют множество возможностей для кибератак.

Кибербезопасность должна обеспечиваться во время проектирования, разработки, наладки и эксплуатации комплекса программно-технических средств и решений систем автоматизации подстанций.

Для обеспечения высокой доступности систем подстанции необходим расширенный набор средств безопасности. Требуется глубокий анализ и контроль возможных киберугроз для охраны периметра, внутренней сети, конечных устройств.

Развитие технологий, таких как Ethernet, и специальных промышленных стандартов, таких как IEC 61850, позволяют реализовать информационный обмен, обеспечивающий более высокую надежность системы в целом. При этом важно иметь гарантию взаимной функциональной совместимости, которая и позволяет реализовать информационный обмен между совместимыми с МЭК 61850 продуктами и системами различных производителей. Гарантия надежности и функциональной совместимости должна являться главным постулатом при создании систем автоматизации подстанции на базе МЭК 61850.

Ключевые требования, которые должны быть обеспечены «безопасной» системой автоматизации подстанции: готовность, целостность, конфиденциальность, аутентификация, авторизация, аудит.

Принятие вышеперечисленных мер позволит обеспечить кибербезопасность на цифровой подстанции.

УДК 621.315.6

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЖИДКИЕ ДИЭЛЕКТРИКИ НА ОСНОВЕ СИЛИКОНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

ЗАЙНУЛЛИН Э.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГИНИАТУЛЛИН Р.А.

Трансформаторное масло – распространенный жидкий диэлектрик, используемый в электроэнергетике; в процессе эксплуатации трансформаторные масла претерпевают глубокие изменения, обусловленные процессами старения, приводящими к ухудшению показателей масел. Одним из основных факторов, влияющим на ухудшение масла, является окисление, т.е. воздействие воздуха.

Актуальность проблемы состоит в непрерывности роста потребностей науки, техники и ведущих отраслей промышленности в достоверных данных о теплофизических свойствах технически важных жидкостей, газов и их растворов. Коренное повышение эффективности энергетических систем требует разработки и внедрения принципиально новой технологии и создания на их основе энергетических устройств нового поколения. Решение этой проблемы невозможно без создания надежных, теоретически обоснованных методов расчета теплофизических свойств перспективных теплоносителей, газов и растворов, применяемых в энергетических и технологических конструкциях.

Силиконовая трансформаторная жидкость для охлаждения и изолирования трансформаторов и другого электрического оборудования обладает превосходными электроизоляционными свойствами и широким температурным диапазоном применения. Силиконовые жидкости являются основой широкого спектра материалов, отличительными свойствами которых являются: широкий диапазон рабочих температур, слабая зависимость вязкости от температуры, термостабильность, слабая воспламеняемость, стабильность диэлектрических характеристик, слабая сжимаемость, химическая инертность, низкое поверхностное натяжение, низкая токсичность.

В дальнейшем планируется проведение исследовательских работ по спектральному анализу фторорганических жидкостей и сравнению со свойствами существующих трансформаторных масел.

УДК 620.9

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ЗАЙЦЕВА А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Внедрение альтернативных источников, как нетрадиционных открывают серьезные перспективы для энергетики будущего.

Как известно, энергию земли можно использовать для обогрева зданий и улиц, выработки электроэнергии. В частности, вода вырывается из-под земли в виде чистого «сухого пара», т.е. пара без примеси водяных капель, который может быть непосредственно использован для вращения турбин электростанций с выработкой электроэнергии.

Анализ ряда работ показывает, что существует смесь воды с паром (влажный пар), который может отделяться и затем использоваться для вращения турбин. Наконец, в большинстве месторождений есть только горячая вода, и энергию здесь можно вырабатывать, пользуясь этой водой для перевода изобутана в парообразное состояние, с тем, чтобы этот изобутановый «пар» вращал турбины. Такой процесс называют системой с бинарным циклом. Горячей водой можно непосредственно обогревать жилища, общественные здания и предприятия (централизованное теплоснабжение).

В районах, отличающихся газотермальной активностью, для отопления используются парогеотермальные источники. Применение этого способа отопления лимитируется наличием в мире соответствующих районов. Тем не менее, имеется потенциальная возможность его расширения путем прокачивания геотермальных вод через горячие подземные породы, где они находятся на умеренной глубине.

Обоснование и строительство первых в нашей стране опытных ГЦС с гидроразрывом горячих пород также базируется на результатах зарубежных исследований. Вместе с тем в России проектируются и разрабатываются перспективные технологические схемы по использованию геотермальных ресурсов Земли.

УДК 621.315.6

СВОЙСТВА ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ДИЭЛЕКТРИКА В МАСЛОНАПОЛНЕННОМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

ЗАРИПОВ Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГИНИАТУЛЛИН Р.А.

Трансформаторное масло (ТМ) – это продукт нефтепереработки, имеет сложный химический состав, который зависит от способа получения ТМ и глубины его очистки. ТМ является основой для стабильной работы высоковольтных силовых трансформаторов и, следовательно, энергосистемы в целом, поэтому ТМ должны быть стойки к окислению и иметь высокую стабильность при контакте с металлами, являющимися катализаторами окисления. Проблема поиска подходящего пожаробезопасного жидкого диэлектрика на данный момент полностью не решена. В качестве трудногорючего жидкого диэлектрика предлагается использовать перспективные фторорганические жидкости (перфетоуглероды). Главным отличием от органических жидкостей является наличие фтора в химическом составе. Фтор химически является более сильным окислителем, чем воздух. Поэтому фторорганические жидкости бездейственны ко всем воздействиям, также остаются стабильными под действием температуры и электрического поля. Замена атома водорода на атом фтора в химическом составе приводит к следующим показателям: негорючесть; не кородируют металлы, твердые диэлектрики, резину; нетоксичность, отсутствие цвета и запаха; низкая растворимость воды и высокая растворимость газов; отсутствие растворимости любых нефторированных материалов; высокий коэффициент температурного расширения. К единственному существенному недостатку можно причислить сравнительно высокую цену по отношению к другим не горючим жидким диэлектрикам. В дальнейшем планируется проведение исследовательских работ по спектральному анализу фторорганических жидкостей и сравнению со свойствами существующих трансформаторных масел (ГК, Т1500).

УДК 621.311.04

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ ТАТАРСТАНА

ЗИГАНШИН А.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. доц. БИКБОВ Р.Ш.

Для энергосистемы очень важна оптимизация распределения активных и реактивных мощностей. Под оптимизацией режима работы энергосистемы понимается поддержание ее наиболее экономичного режима, при котором удельные приведенные затраты на отпущенный потребителям киловатт-час электроэнергии, являются наименьшими. Величина удельных приведенных затрат на полезно отпущенный киловатт-час энергии (израсходованный и оплаченный потребителем) определяется тремя главными факторами: удельным расходом условного топлива на один выработанный киловатт-час, удельным расходом электроэнергии на собственные нужды электростанций на выработанный киловатт-час, удельным расходом потерянной в электрических сетях энергии на один полезно отпущенный киловатт-час энергии. Первые два фактора зависят от состава электростанций в системе. Третий фактор становится определяющим с точки зрения оптимизации режима работы системы, и решение задачи оптимизации режима во многих случаях сводится к решению задачи оптимального распределения активных и реактивных мощностей в системе с целью достижения минимума потерь мощности при передаче энергии потребителям. Реактивная мощность не выполняет полезной работы, но и не требует непосредственного расхода топлива, но ее передача по сети вызывает затраты активной энергии и снижает пропускную способность элементов сети. После отмены «Правил пользования электрической и тепловой энергией» потребители перестали участвовать в поддержании коэффициента мощности и компенсации реактивной мощности, что привело к возрастанию потоков реактивной мощности в линиях системы и снизило их пропускную способность, значительно увеличило потери активной мощности и снизило напряжение на шинах подстанций.

УДК 621.316.027

ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПОДСТАНЦИИ КИНДЕРИ-500

ИСЛЕНТЬЕВ И.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, проф. ЛОПУХОВА Т.В.

Современная диагностическая система силовых трансформаторов СТ должна включать в себя следующие составляющие:

- Контроль состояния изоляции вводов трансформатора, как маслонаполненных, так и с твердой изоляцией, определение $\text{tg}\delta$ изоляции и емкости вводов. Данные методы используются для каждой группы из трех вводов фаз одного напряжения, а также для сравнения групп разного напряжения между собой;

- Контроль состояния изоляции вводов и обмоток трансформатора на основании измерения и анализа частичных разрядов. Автоматизированная диагностика места возникновения и определения типа дефекта в изоляции;

- Анализ текущих температурных режимов работы трансформатора. Оценка общей эффективности работы системы охлаждения с использованием тепловых моделей трансформатора;

- Диагностика технического состояния маслонасосов системы охлаждения в процессе работы по спектру потребляемого электродвигателем тока;

- Контроль текущего положения устройств регулирования под нагрузкой (РПН), сбор статистики работы по положениям. Оценка технического состояния и параметров контактора РПН, контроль дуговых процессов внутри бака.

Однако существующие традиционные средства и методы диагностирования состояния изоляции СТ не позволяют в полной мере выявить дефекты на ранней стадии их образования. На помощь приходят современные модульные системы мониторинга, содержащие от 10 до 80 различных датчиков, которые позволяют обеспечить постоянную диагностику и мониторинг показателей СТ в режиме реального времени без вывода его из-под напряжения.

УДК 621.316.98

АНАЛИЗ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИИ КИНДЕРИ-500

ИСЛЕНТЬЕВА Л.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, проф. ЛОПУХОВА Т.В.

Одним из важных условий бесперебойной работы подстанций является обеспечение надежной грозозащиты зданий, сооружений и их электрооборудования. Подстанция Киндери является опорным объектом энергосистемы Республики Татарстан. Она играет важную роль в покрытии дефицита мощности казанского энергорайона и Северного района объединенной энергосистемы «Средняя Волга», поэтому на ней должна обеспечиваться надежная молниезащита. Необходимо, чтобы на должном уровне поддерживалась как внешняя защита от прямых ударов молнии, которая находится в пределах 0.98 и выше, так и внутренняя защита от волн грозовых перенапряжений, набегающих с линий электропередачи (ЛЭП).

Так как подстанция Киндери-500 проектировалась в 60-е годы, то уровень состояния ее молниезащиты может не соответствовать современным требованиям. Следовательно, требуется пересчитать надежность молниезащиты подстанции Киндери согласно современным методикам.

Последняя Инструкция по молниезащите предполагает необходимость более надежной молниезащиты, чем предыдущие редакции Инструкций. Более точным методом расчета молниезащиты в настоящее время считается электрогеометрический метод. В нашей работе предполагается произвести сравнительную оценку методик расчета надежности молниезащиты подстанции Киндери и выявить необходимость дополнительных мероприятий по молниезащите (установка дополнительных молниеотводов и увеличение высоты существующих).

Анализ защиты подстанции Киндери от волн, набегающих с ЛЭП, будет осуществляться с помощью Анализатора грозозащиты в лаборатории перенапряжений кафедры «Электрические станции».

УДК 621.311.6

«БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

КИРЖАЦКИХ М.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. доц. БИКБОВ Р.Ш.

Время диктует поиск новых решений, касающихся модернизации работы энергетических комплексов. Одна из основных и масштабных тенденций – это внедрение «Бережливого производства» в различных отраслях производства.

Бережливое производство (**англ.** lean production, – «тощий, без жира») – концепция управления **производственным предприятием**, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя. Отправная точка концепции – оценка на каждом этапе создания продукта ценности для конечного потребителя. В качестве основной задачи концепция предполагает постановку процесса непрерывного устранения потерь – искоренение любых действий, которые потребляют ресурсы, но не создают ценности для конечного потребителя.

Основная задача данной работы плавно вытекает из ее же концепции – это оценка уже существующих систем внедрения, их структурирование и оценка дальнейших перспектив. Список фундаментальных инициатив, на которых базируется внедрение «Бережливого производства» на электростанциях имеет следующий вид: 1) Стабилизация и уменьшение отклонений по КТЭП до целевого уровня; 2) Внедрение системы идей и рационализаторских предложений; 3) Повышение эффективности обходов и осмотров оборудования; 4) Построение системы поиска причин возникновения дефектов; 5) Система управления ремонтами; 6) Система ремонтного и эксплуатационного аудита; 7) Совершенствование системы совещаний.

В секторе электроэнергетики после реформы РАО ЕЭС появилось много нововведений. Теперь каждая электростанция стала участником рынка электроэнергии. Если затраты на производство выше, чем у конкурента, предприятие становится убыточным. В связи с вводом новых парогазовых блоков, которые гораздо экономичнее паросиловых, в некоторых регионах появляется заметный избыток мощности.

УДК 621.311

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДОМА

КОЗЛОВ А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ГУБАЕВА О.Г.

Целью проведения экспериментальных исследований было: определение возможности применения солнечных батарей в качестве основного источника питания дома электроэнергией.

К сожалению, линии электропередач, опутавшие большую часть нашей планеты, всё ещё не могут добраться в самые труднодоступные уголки, которые подключать к ресурсам электростанций оказывается дороже, чем установить солнечную батарею, преобразующую в электроэнергию обычный дневной свет.

Любая альтернатива в домашних условиях – это попытка обеспечить себя энергией в маленьком объёме. Дабы площади под солнечные батареи при обеспечении 1–2 кВт около 20 м/кв, но если есть возможность установить солнечные батареи на площадь около 20–40 кв/м и финансовые возможности на установку 10–15 Гелиевых АКБ по 200 А, ёмкостью 20000–30000 А, то возможно обеспечить себя энергией до одного, четырех дней, при условии, что в доме техника установлена не времен СССР, а имеет низкие показатели по энергопотреблению. Обязательным условием любого независимого дома является максимальный переход на современное оборудование с низким потреблением.

Путем расчетов было выведено, что эффективность солнечных батарей напрямую зависит от погоды и времени года. Так, например, летом, если ток составляет 20 А, то зимой снижается до 1,6 А. В таком случае для комфортного проживания потребуется совместное использование солнечных батарей с дополнительными источниками электроэнергии, например, ВЭУ, бензогенераторами и т.п. при отсутствии традиционных источников.

В итоге система обойдется пусть даже в 500 тыс. рублей, но при сроке эксплуатации в 100 лет она себя с наценками на энергоресурсы не раз себя сможет окупить. Единственное но, это придется раз в 10–20 лет менять АКБ в системе, т.к. они не рассчитаны на такой долгий срок эксплуатации. В качестве основного источника электроэнергии солнечные батареи использоваться могут, покрывая основные нужды при умеренном потреблении.

УДК 621.316.98(083.133)

СВОЙСТВА ОСОБОЙ ОБЛАСТИ ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ

КОЛНОГОРОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ЧЕРНОВ К.П.

Заземлители в энергетических системах имеют огромное значение. Помимо обеспечения электробезопасности заземляющие устройства выполняют и ряд других функций: защиту различных объектов от воздействия молний, защиту электроустановок от внутренних перенапряжений, обеспечения необходимых условий для срабатывания релейной защиты и т.д. Для эффективного выполнения этих функций заземляющие устройства должны обладать определёнными значениями их сопротивления. В настоящее время используется ряд методик измерения сопротивлений заземлителей, основанных главным образом на так называемом методе «амперметра и вольтметра». В этих методиках существенное значение при измерениях имеет взаимное пространственное расположение системы заземления и так называемых «токового» и «потенциального» электродов. Однако до сих пор серьёзных исследований влияния такого расположения и электрических параметров грунта на точность измерения сопротивления заземлителя известными методами не проводилось. В последнее время были введены понятия *квазиэквипотенциальной области заземлителя* (пространственная область в земле, где потенциал, возникающий при стекании электрического тока с электродной системы заземлителя в землю, изменяется меньше, чем требует допустимая точность измерения сопротивления заземления) и *особой области заземлителя* (пространственная область в земле вблизи заземлителя, которая обуславливает его сопротивление заземления с заданной точностью). Кроме того, было определено значение *измеряемого сопротивления заземлителя* как сопротивление между входом в заземлитель и квазиэквипотенциальной областью. В настоящей работе представлены результаты исследования влияния размеров электродной системы заземлителя и электрических параметров окружающего грунта на размеры особой области заземлителя и на точность измерения его сопротивления. Было показано, что радиус границы особой области не зависит от величины удельного сопротивления грунта, а зависит только от размеров заземлителя и допустимой относительной погрешности измерений.

УДК 681.5

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ КОРРЕКЦИИ ФОРМЫ КРИВЫХ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

КОЛУЗАЕВ Д.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

Интенсивное распространение нелинейной нагрузки в связи с применением преобразователей частоты в системах частотно-регулируемого электропривода приводит к значительному искажению формы кривых тока и напряжения в электрических сетях. Несоответствие уровня искажения формы кривых тока и напряжения нормам приводит к снижению срока службы основного электрооборудования, возникновению аварийных ситуаций из-за ложного срабатывания систем релейной защиты и электросетевой автоматики, увеличению потерь активной мощности, снижению коэффициента мощности сети. Традиционные технические средства и решения, направленные на повышение качества электрической энергии, не способны эффективно компенсировать высшие гармонические составляющие. Наиболее современным и перспективным техническим решением по компенсации высших гармонических составляющих являются активные системы коррекции формы кривых тока и напряжения на базе параллельных активных фильтров.

Основным принципом работы таких систем является возможность генерации тока или напряжения заданного гармонического спектра для компенсации высших гармонических составляющих тока и напряжения сети.

Параллельный активный фильтр состоит из трех основных частей: силовой части, системы управления и накопительного элемента. Силовая часть выполняется в виде реверсивного инвертора и выходного сглаживающего пассивного фильтра или реакторов. В качестве накопительного элемента чаще всего выступает конденсатор, напряжение, на обкладках которого приложено к реверсивному инвертору и через последний течет ток, форма кривой которого определяется режимом работы силовых ключей инвертора. В состав системы управления входит микропроцессор обработки данных, датчики тока и напряжения, формирователь импульсов, усилительное устройство для преобразования сигналов управления низкого уровня в управляющие сигналы силовых элементов инвертора.

УДК 621.311

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ЕЛАБУЖСКОЙ ТЭЦ

КОРОТЕЕВА О.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

Рост потребностей в тепловой и электрической нагрузках объективно ставит задачу строительства нового источника энергии вблизи потребителей ОЭЗ «Алабуга». В основе проекта модернизации ЕлТЭЦ лежит применение парогазовых установок (ПГУ), в которых теплота отходящих газов газотурбинных установок (ГТУ) используется в котлах-утилизаторах для производства пара с последующей его подачей в паровые турбины. Применение ПГУ, оснащенной современным оборудованием, позволит повысить эффективность комбинированного производства электрической и тепловой энергии. Первый этап реконструкции ЕлТЭЦ предполагается начать в 2014 г. Он предусматривает установку двух энергоблоков ПГУ-110 МВт (ГТУ с котлом-утилизатором и паровой турбиной). Все работы по первому этапу планируется закончить в IV квартале 2016 г. Второй этап предполагает установку третьего и четвертого энергоблока ПГУ-110 МВт с доведением суммарной генерируемой мощности до 440 МВт. Работы по проекту планируется закончить в IV квартале 2018 г. В результате анализа были сделаны выводы, что строительство Елабужской ТЭЦ с применением современной парогазовой технологии дает следующие преимущества:

- повышение качества и надежности электроснабжения и теплоснабжения потребителей ОЭЗ «Алабуга»;
- покрытие роста тепловых и электрических нагрузок, связанных с вводом новых предприятий-резидентов;
- повышение эффективности использования природного газа и снижение выбросов CO₂ от его сжигания при выработке тепловой электроэнергии.
- выгодное территориальное расположение в интенсивно развивающемся промышленном районе;
- наличие инженерной инфраструктуры и транспортных коммуникаций;
- наличие прямых связей с потребителями энергоресурсов (тепловой энергии) на территории ОЭЗ и г. Елабуга;
- благоприятный инвестиционный климат для резидентов ОЭЗ «Алабуга».

УДК 621.311

О ВЫБОРЕ РЕЗИСТОРА ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ЗАЗЕМЛЕНИИ НЕЙТРАЛИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НОВОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

КОСТАРЕВ И.А., ПНИПУ, г. Пермь

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. САПУНКОВ М.Л.

В распределительных сетях 6–35 кВ с компенсированной нейтралью для селективного определения поврежденной линии при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) может быть применена новая защита, основанная на контроле пульсирующей мощности.

По результатам ранее проведенных исследований установлено, что такая защита будет селективно работать при устойчивых ОЗЗ и симметрии собственных проводимостей фаз линий на землю, например, в кабельных сетях, даже в режиме резонансной настройки компенсации. При большой асимметрии проводимостей из-за малой величины остаточного тока ОЗЗ в режиме резонансной настройки компенсации возможны неселективные срабатывания этой защиты. В этом случае, как показали результаты исследований, устойчивости функционирования могут способствовать высшие гармоники токов и напряжений сети. Однако гармонический состав этих величин не является стабильным даже для конкретной сети и не может быть надежным фактором. Поэтому для повышения селективности новой защиты целесообразно рассмотреть влияние на характеристики защиты высокоомного резистора, который подключают параллельно дугогасящему реактору, с целью ограничения перенапряжений сети.

Исследование влияния величины резистора, необходимой для обеспечения устойчивости функционирования защиты от ОЗЗ, основанной на контроле пульсирующей мощности, проведено с учетом наиболее неблагоприятных условий для ее работы. На основании результатов исследования установлено, что величина сопротивления резистора, используемая для обеспечения заданного уровня перенапряжений в сети с комбинированным заземлением нейтрали, будет достаточна для селективной работы новой защиты от ОЗЗ с необходимой чувствительностью.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-08-96063.

УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 110 кВ

КУВАНДЫКОВ Ф.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.;

канд. техн. наук, доц. ФЕДОСОВ Е.М.

Актуальность темы определяется необходимостью обеспечения безопасной эксплуатации элементов электротехнических комплексов, таких как силовые кабельные линии. Они являются основными элементами систем электроснабжения. Для обеспечения безопасного функционирования таких систем необходимо своевременно проводить диагностику состояния изоляции кабельных линий.

Традиционные методы диагностики состояния изоляции кабельных линий (испытание повышенным напряжением) являются неэффективными, так как приводят к преждевременному старению и ослаблению изоляции.

Одним из наиболее эффективных методов диагностирования состояния изоляции под рабочим напряжением является метод диагностики по частичным разрядам. Но он используется редко, что связано с наличием разного рода помех, уровень которых на действующих объектах значительно выше сигналов частичных разрядов, а общепризнанной методики отделения сигналов частичных разрядов от сигналов помех пока еще не существует.

Научное и прикладное значение заключается в практическом применении методов диагностирования электротехнического оборудования в условиях эксплуатации. Такие методы дают возможность прогнозировать пробой изоляции кабельной линии, что является экономически эффективным, так как позволяет отказаться от системы планово-профилактического ремонта.

УДК 621.317

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИЗОЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

КУЗНЕЦОВ А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Основной задачей диагностики изоляционного устройства является определение того, возросла ли величина активного тока и не достигла ли она в конкретном обследуемом изоляторе значения, превышение которого чревато возникновением аварийной ситуации. На практике это решается либо непосредственным измерением токов проводимости, либо косвенно – контролем температуры поверхности корпуса изоляционного устройства путем тепловизионного обследования, либо путем последовательного использования обоих методов. В этом случае измерение тока проводимости проводится только на аппаратах, у которых при тепловизионном обследовании выявлена аномальная температура поверхности корпуса. Однако подобная практика не обеспечивает непрерывности диагностики, и трудноисполнима в малодоступных регионах. Во время тепловизионного обследования нередко не принимают во внимание то, что получаемая «фотография» не имеет четких контуров объектов. Вместе с тем отсутствие четкости изображения свидетельствует о том, что измерению подверглась не конкретная точка на объекте, а несколько точек, по которым оператор может определить лишь усредненную температуру. Неточная настройка тепловизора, его недостаточная разрешающая способность приводят к тому, что зачастую измеряется не температура тела ОПН, а что-то усредненное между температурами тела и ребер (и окружающих предметов), тогда как информативной является лишь температура тела.

В результате проведенных исследований для решения приведенной проблемы был выбран вариант на основе колец Роговского, что позволяет создать прибор, диагностирующий устройства изоляции по токам утечки в непрерывном и автономном режиме, и позволяет совместить многочисленный и современный функционал с крайне высокой точностью, а наличие радиомодема позволит обмениваться информацией с помощью современных способов связи.

Прогнозируемый экономический эффект от внедрения результатов проекта связан с предупреждением аварийных ситуаций в контролируемых предлагаемой системой сетях.

УДК 621.316

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

КУЗНЕЦОВА Л.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

Решения проблемы реконструкции РУ весьма разнообразны и достаточно эффективно справляются с задачами уменьшения работ по обслуживанию, длительности простоев, повышения общей эксплуатационной готовности.

В настоящее время в связи со 100 % физическим износом и моральным устареванием оборудования, отсутствием запасных частей, а также несоответствием технических характеристик (номинальный ток вновь вводимых трансформаторов) на многих предприятиях энергосистемы проводятся регулярные мероприятия по техническому перевооружению ПС. Такими мероприятиями является замена масляных выключателей 10(6) кВ на вакуумные, замена ОД-КЗ – 110 кВ на элегазовый выключатель 110 кВ.

Необходимо учесть развитие высоковольтного оборудования, дающего возможность совершенствовать схемы электрических соединений РУ. Одно из решений реконструкции схемы «Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии» – выполнять с применением вакуумных выключателей, установленных в блоках с открытым вводным устройством (УВО) и компактным модулем ОРУ. Другое решение: применение аппарата выключатель-разъединитель (ВР) с элегазовой изоляционной средой, которое допустимо использовать в большинстве стандартных схем ПС.

Рассматривая проблему реконструкции распределительного устройства (РУ), необходимо учитывать требования, предъявляемые к современным подстанциям. Таковым является и будет являться удовлетворение потребителей электрической энергией (мощностью) при обеспечении высокого уровня надежности и безопасности.

УДК 621.311

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КРИОГЕННЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

ЛАТИПОВ Л.Ф. КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАРИПОВ Д.К.

Сверхпроводящее электрооборудование позволит резко увеличить электрические и магнитные нагрузки в элементах устройств и благодаря этому резко сократить их размеры. В сверхпроводящем проводе допустима плотность тока в 10...50 раз, превышающая плотность тока в обычном электрооборудовании. Одним из основных направлений развития техники на сверхпроводниках является разработка сверхпроводниковых турбогенераторов.

В данной работе, посвященной исследованию криогенных турбогенераторов со сверхпроводящими обмотками возбуждения, изложены основы выбора сверхпроводящей обмотки возбуждения, тоководов, электромагнитных и тепловых экранов. Более подробно рассматривается конструкция криогенного турбогенератора КТГ-20 мощностью 20 МВ·А, созданного в России. Приведены сравнительные характеристики КТГ и генераторов обычного исполнения. Описываются свойства сверхпроводящих обмоток. Анализируются условия их работы в энергосистеме. Приводятся данные по термодинамике и захолаживанию ротора со сверхпроводящей обмоткой возбуждения. Исследуются особенности параметров и режимов работы КТГ. Показано, что повышение КПД сверхпроводниковых турбогенераторов на 0,1 % компенсирует затраты, связанные с созданием генераторов на 30 %. Экономия энергии, получаемая за счет снижения потерь, быстро оправдывает те затраты, которые вкладываются в создание новых машин со сверхпроводящими обмотками.

УДК 614.8

ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

МАКСИМОВА С.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

Силовой трансформатор – это электростатическое устройство, предназначенное для преобразования параметров электроэнергии. Трансформаторы по способу охлаждения бывают сухими и масляными. Чаще всего для промышленных нужд используется силовой масляный трансформатор, где в качестве охлаждающей жидкости и диэлектрика выступает трансформаторное масло. Масляные трансформаторы достаточно просты в эксплуатации, но не безопасны. При коротких замыканиях возникает электрическая дуга и масло, в месте пробоя изоляции закипает. При этом давление внутри бака значительно повышается и происходит выпучивание стенок, срыв болтов, нарушения сварных швов, что приводит к выбросу масла и зачастую к воспламенению масла и пожару трансформатора.

Трехфазные масляные трансформаторы (ТМГ) изготавливаются в герметичном исполнении. Расширитель и воздушная или газовая «подушка» у этих трансформаторов отсутствуют. Благодаря этой особенности масло своих свойств практически не меняет в течение всего срока службы трансформаторов, поэтому производить отбор пробы масла не требуется. Для контроля полноты заполнения бака маслом эти трансформаторы (типа ТМГ) снабжаются поплавковым маслоуказателем, который расположен на крышке. Гофрированные баки трансформаторов обеспечивают необходимую поверхность охлаждения без применения съемных охладителей, и это значительно увеличивает надежность трансформаторов. ТМГ имеют повышенную электрическую прочность изоляции вследствие того, что при их заливке применяется масло глубокого, который полностью обеспечивает удаление воздуха из обмоток и изоляционных деталей активной части.

Задача по минимизации числа пожаров и взрывов достигается путем повышения качества проектирования баков силовых масляных трансформаторов.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ И МАСЛОПОЛНЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

МАЛАХОВ Р.И., КГЭУ, г. Казани
Науч. рук. асс. БИККИНЬЕВА Ю.К.

Сроком эксплуатации трансформатора, в действительности является срок жизни изоляционной системы. Наиболее широко используемой системой изоляции является жидкая изоляция (трансформаторные масла), а также твердая изоляция (бумага, лес, т.е. целлюлозная продукция). Изоляционное масло обеспечивает почти 80 % электрической прочности в трансформаторе. Большинство поломок трансформаторов (почти 85 %) происходит из-за повреждения системы изоляции.

В процессе эксплуатации трансформаторных масел накапливаются продукты окисления, вода, механические примеси и другие загрязнения, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими маслами. Отработанные масла собирают и подвергают регенерации с целью сохранения ценного сырья, что является экономически выгодным.

Трансформаторное масло можно полностью восстановить и сделать как новое. Срок использования изоляционного масла при хорошем обслуживании можно продлить на неограниченный срок.

В своей работе я намерен произвести отбор проб, анализ, очистку, сушку трансформаторных масел на предприятии по следующим показателям:

- Цвет масла трансформаторного
- Механические примеси трансформаторного масла
- Осадок
- Влагосодержание трансформаторного масла
- Пробивное напряжение и т.д.

Считаю, что каждый пункт исследования необходимо улучшить в связи с потребностями производства и промышленности.

УДК 621.311.04

**РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРА
И АВТОТРАНСФОРМАТОРА В УСЛОВИЯХ РЕЗКОПЕРЕМЕННОЙ
НАГРУЗКИ И ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА
НОМИНАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ**

МИГРАНОВА Р.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. БИКБОВ Р.Ш.

Знание режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов в условиях резкопеременной нагрузки имеет огромное значение. Источниками резкопеременных нагрузок в системах электроснабжения являются мощные электроприемники с резкопеременным графиком потребления мощности. Скачкообразное изменение нагрузки вызывают включения мощных электродвигателей в виде колебаний и отклонений напряжения, а при малой мощности источников питания – колебаний частоты.

В настоящей работе рассмотрены характеристики трансформаторов и автотрансформаторов в нормальном и аварийных режимах. Были рассмотрены условия работы трансформатора и автотрансформатора на понижающих подстанциях и на межсистемных электропередачах, условия работы трансформатора и автотрансформатора в аварийных режимах, условия работы повышающих трансформаторов в электрических сетях. В отдельной главе были рассмотрены нормальные режимы работы трансформатора, случай двухобмоточного трансформатора пофазного исполнения в искусственных условиях опыта холостого хода и короткого замыкания. Также была изучена работа трансформатора под нагрузкой. Были сделаны выводы, что причиной значительных колебаний напряжения на трансформаторе является некомпенсированная реактивная составляющая тока нагрузки. Она приводит к существенным осложнениям в работе трансформатора, в частности, к значительным изменениям тока и соответственно потока намагничивания и перегрузкам стержней и ярем магнитным потоком.

УДК 621.315.6 М62

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДКА В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

МИННЕБАЕВ Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ТУРАНОВ А.Н.

Надежность и длительность работы силовых трансформаторов, высоковольтных выключателей, а значит, и всей энергосистемы в целом, напрямую зависит от состава трансформаторного масла.

Одним из спорных вопросов является оптимальное содержание ароматических углеводородов в масле. На сегодняшний день существует два взаимоисключающих мнения. Первое, что приемлемая концентрация ароматических соединений в ТМ может достигать ~10 %, поскольку эти группы подавляют процесс окисления, идущего с образованием свободных радикалов. Второе, что долю ароматичности, напротив, следует сводить к минимальной (менее 0,1 %) еще при производстве ТМ, поскольку гидрофильность масла определяется именно содержанием в нем аренов.

Методом ИК-спектроскопии изучена зависимость состава трансформаторного масла марки ГК от времени в процессе его старения.

В ходе работы исследовались следующие образцы:

I – свежее масло марки ГК 2007 года выпуска. II – масло марки ГК 1971 года выпуска. III – масло, полученное из свежего (из образца I) путем термообработки в течение 120 часов при температуре 130–150 °С в стеклянной колбе со свободным доступом воздуха, без барботирования. VI – осадок, образовавшийся при получении образца III, представляет собой вязкую смесь твердых структур коричневого цвета и остатков масла. В – белое минеральное (медицинское вазелиновое) масло.

Анализ полученных данных позволил подтвердить наличие в ТМ марки ГК ароматических соединений в малой концентрации, а также сделать вывод об увеличении как ароматичности масла, так и содержания продуктов окисления в процессе эксплуатации. Можно также утверждать, что ароматические и окисленные соединения, достигнув некоторой концентрации, группируются, формируя твердые частицы, и выпадают в осадок. Такой механизм образования осадка в ТМ впервые строго доказан экспериментальным методом ИК-спектроскопии.

УДК 620.9

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В ИРАКЕ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГТУ МОЩНОСТЬЮ 250 МВт

МОХАММЕД АБДУЛЛАХ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ГУБАЕВА О.Г.

Энергия – источник жизненной силы современных государств, основа высокого уровня жизни, развитой экономики и национальной безопасности.

На перспективы развития энергетики Ирака влияют, в основном, факторы собственной обеспеченности энергоресурсами. Страна известна как экспортер нефти. В то же время энергетика Ирака находится в плачевном состоянии. Налицо все симптомы ее износа и старения. Такой путь развития как использование нефти в качестве энергоресурса, с нашей точки зрения неправилен. Во-первых, расширение использования нефти усугубляет экологические проблемы. Во-вторых, политические события последних лет показали, что нефтяные месторождения физически не могут являться гарантией надежного энергоснабжения, и ориентация только на них ставит под угрозу безопасность страны.

На фоне этих энергетических богатств в Ираке имеется острый дефицит в энергоснабжении сельскохозяйственных районов, в которых проживает более 80 % населения страны, и люди вынуждены пользоваться экологически «грязными» дизельными электростанциями, а годовой дефицит электроэнергии достигает 12 млн. кВт·ч. Электроснабжение населения осуществляется следующим образом – днем электроэнергия поступает от государства, из энергосистемы, но поступает эта энергия не все сутки, а лишь 9–12 часов. В виду этого перспективным является развитие гелиоэнергетики. Но пока строительство подобных станций в промышленных целях, крайне не выгодно. А вариант установки на крыше дома фотоэлектрической станции весьма выгоден и перспективен, ввиду большого количества солнце-часов на территории Ирака, а также массы иных преимуществ (таких как отсутствие надобности в ЛЭП, отсутствие перебоев в энергоснабжении).

УДК 621.311

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТОЧКИ ДЕЛЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СЕТИ

МУСАЕВ Т.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЛИЕВ И.М.

На сегодняшний день уделяется значительное внимание ведению требуемого режима электроустановок, в том числе и электроустановок, входящих в городские распределительные сети напряжением 6(10) кВ. Однако, вопросам оптимизации режимов работы данных сетей уделено недостаточное внимание.

Вопросы приведения параметров режима электроэнергетической системы к значениям, при которых будет обеспечена максимальная производительность процесса при минимальных экономических затратах, изучены недостаточно.

В качестве основного метода оптимизации режима работы сети многими авторами [1, 2] и др. приводится метод поочередного переноса точки деления сети. Принципиально задача решается следующим образом: рассчитывается потокораспределение определенного режима, на основании чего находятся точки потокораздела. Однако такой упрощенный подход требует учета дополнительных условий: в результате изменения нагрузок оптимальные точки потокораздела могут изменяться, необходимость учета повышенной надежности электроснабжения отдельных потребителей.

Распределительная сеть, ввиду особенности построения схемы электроснабжения, работает в разомкнутом режиме и является сложнзамкнутой. При этом сеть получает питание от нескольких ПС более высокого номинального напряжения, в результате чего образуются контуры с высокой неоднородностью. Отключение питающих линий 35–220 кВ может вызвать перегрузки шунтирующей их распределительной сети. Кроме того, эксплуатация распределительной сети в замкнутом режиме требует значительных капитальных затрат на коммутационную аппаратуру, устройства РЗ и А. Поэтому работа в разомкнутом режиме является предпочтительней.

УДК 620.9

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

НАСИБУЛЛИН А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ГУБАЕВА О.Г.

Потребление энергии, а вместе с ним и ее стоимость увеличиваются во всем мире, и наша страна здесь тоже не исключение. Но ресурсы планеты начинают истощаться, и всё большую тревогу вызывают экологические проблемы. Вот почему постоянно растет интерес к нетрадиционным, экологически чистым источникам энергии – ветру, солнцу, волнам. В данной работе рассматриваются ветроэнергетические установки малой мощности. Анализируется опыт их эксплуатации, технические характеристики, экономичность и удобство.

В ближайшем будущем мы будем жить «под флагом» нетрадиционных возобновляемых источников энергии, а именно ветровых установок. Вероятными потребителями такой энергии, могут быть частные дома (подворья), фермерские хозяйства, небольшие – частные фабрики или заводы. Запитая этих потребителей, мы сможем снизить цену на выпускаемую продукцию, так как отпадают выплаты по электроэнергии. Эксплуатирующим организациям следует только своевременное обслуживание и уход за объектами ветроэнергетических установок. Перефразируя все эти высказывания, можно сказать так: «ближайшее будущее за нетрадиционными источниками энергии. Европейские страны давно это поняли и уже давно начали воплощать в жизнь эти проекты, так как оно является самым перспективным на сегодняшний день».

УДК621.314.222.8

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБМОТОК СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ МЕТОДОМ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ (НВИ)

НДАЙИЗЕЙЕ МАРТИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. конс. канд. техн. наук ИЛЬДАРХАНОВ Р. Г.;

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Для оценки применимости метода низковольтных импульсов в диагностике силовых трансформаторов необходимо знать, как тот или

иной дефект в обмотках влияет на амплитудно-частотные характеристики. Предварительно производится паспортизация реакции исправного (или нового) трансформатора на НВИ. Сравнение осциллограмм, записанных до КЗ (нормограмм) и после КЗ (дефектограмм), позволяет оценить состояние трансформатора. Изменения в осциллограммах свидетельствуют о появлении электрических или механических повреждений.

Основными дефектами силового трансформатора являются короткие замыкания, приводящих в деформации или смещения обмоток. В работе проанализированы частотные характеристики, полученные на однотипных трансформаторах, имеющие одинаковую или разную мощности и установленные на разных подстанциях республики Татарстана (АТДЦТН-200000/220/110, АТДЦТН-250000/220/110, АТДЦТН-125000/220/110) производства Запорожского трансформаторного завода (ЗТЗ). Статистический математический анализ графиков передаточных функций показал, что бездефектные трансформаторы имеют характерные частотные резонансы. Анализ проводился на обмотках низкого напряжения этих трансформаторах. На всех трех фазах обмоток низкого напряжения трансформаторов АТДЦТН-200000/220/110 Нижнекамских электрических сетях (АТ1 и АТ2) и Тойма характерны средние частоты резонансов 6,1; 22,4±2,8; 43,9±3,6; 101,6±11,6; 289±7,8; 355±11,6; 423±11,6; 605,5±25,5; 922±40 кГц с математическим отклонением от 0,01 до 40 кГц. Было установлено, что все пики разных фаз и разных трансформаторов имеют небольшое смещение друг относительно друга на разных частотах. Тогда, если наблюдается большее смещение пиков вне предела отклонения на установленных частотах при измерении методом частотных характеристик, то можно судить о возможности появления дефектов в обмотке трансформатора.

УДК 621.311.4

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

НЕГОДИНА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

Снижение потерь энергии необходимо для оптимизации активной мощности электростанции и, следовательно, снижения стоимости электрической энергии. Цель данной работы – анализ потерь на стадиях технологического процесса производства электрической энергии.

Рассмотрены потери в технологическом процессе на ТЭЦ в оборудовании котлотурбинного и электроцеха.

Основные потери и пути их снижения:

- в котельной установке для уменьшения потерь тепловой энергии предлагается установить дополнительные конструктивные элементы в кирпичную обмуровку;

- потери в турбине будут тем меньше, чем больше разность температур между паром, входящим из котла в сопло, и паром, сходящим с лопаток ротора;

- в синхронных генераторах магнитные, электрические, механические и дополнительные потери.

В силовом трансформаторе: потери на нагревание обмоток (необходимо обмотки делать из меди); потери на нагревание сердечника (следует сердечник делать наборным, все пластины изолированы); потери на перемагничивание сердечника (предлагается сердечник выполнять из мягкой трансформаторной стали).

Для снижения потерь в сетях 10 кВ необходимо отключать часть мало-загруженных трансформаторов, увеличивая тем самым КПД трансформаторов, оставшихся в работе. Для этого предлагается установить перед их вводом 10 кВ выключатели нагрузки, предназначенные для включения и отключения под нагрузкой участков цепей переменного трехфазного тока частотой 50–60 Гц, номинальным напряжением 6, 10 кВ, а также заземления отключенных участков при помощи заземлителей.

УДК621.314.222.8

**МЕТОДИКА ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ НКФ-110,
ОСНОВАННАЯ НА ИЗМЕРЕНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ
ОБМОТОК ПОСТОЯННОМУ ТОКУ**

НДАЙИЗЕЙЕ МАРТИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. конс. канд. техн. наук. ИЛЬДАРХАНОВ Р.Г.

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Измерительный трансформатор напряжения (ТН) предназначен для понижения номинального напряжения до величины 100 В (или $100/\sqrt{3}$ В) с последующим подключением измерительных приборов и защитных устройств. Одним из новых и хорошо себя зарекомендовавших методов

диагностики состояния обмоток силовых трансформаторов является метод низковольтных импульсов (МНИ). В работе приводится оценка применимости этого метода для диагностики измерительных ТН типа НКФ-110 и предлагается другой более точный способ контроля состояния обмоток.

Высоковольтная обмотка трансформатора состоит из двух каскадов по 35 слоёв в каждом каскаде. Расчет индуктивности с учётом встречной намотки слоёв приводит к общей индуктивности трансформатора $L1 = 2,67$ кГн. Расчёт индуктивности по результатам измерений короткого замыкания даёт величину общей индуктивности $L2 = 2,7$ кГн. Если бы расчёт производился без учёта встречной намотки слоёв, то общая индуктивность составила бы $L3 = 54$ кГн. Такое различие индуктивностей однозначно свидетельствует о встречном характере намотки слоёв высоковольтной обмотки трансформатора. Это означает, что витковые и межвитковые замыкания в отдельных слоях, приводящие к изменению индуктивности отдельных слоёв так, что суммарная индуктивность может как уменьшиться, так и увеличиться, не позволяет надеяться на информативность метода низковольтных импульсов. В тоже время замыкание приводит к уменьшению активного сопротивления обмотки по постоянному току, что может явиться диагностическим критерием состояния обмоток. Отклонение измеренного сопротивления постоянному току от сопротивления исправного трансформатора позволяет определить не только межслоевые замыкания, но и замыкание отдельных витков внутри одного слоя. Проведённые измерения подтвердили эффективность предложенной методики для контроля состояния обмоток трансформаторов типа НКФ-110.

УДК 621.3.014.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ПО ОСЦИЛЛОГРАММАМ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

НОВИКОВ С.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Длительное существование однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) в сети нередко служит причиной развития повреждения с последующим переходом в аварийное, которое требует немедленного отключения. Цель работы – определение активного сопротивления первичной обмотки

трансформатора напряжения по реальным осциллограммам ОЗЗ, полученные с помощью цифрового осциллографа. Установившийся процесс дугового замыкания на землю на воздушных линиях в сетях с изолированной нейтралью характеризуется двумя этапами, чередующимися друг за другом. Первый этап – это горение дуги, когда напряжение нулевой последовательности, генерируемое в месте ОЗЗ, прикладывается к емкости, между неповрежденными фазами и землей. Дуга зажигается при прохождении напряжения в области дуги через ближайший максимум. Многочисленные эксперименты, проведенные как самими авторами, так и другими исследователями, подтверждают этот факт. Второй этап – это потухшая дуга. В рассматриваемом режиме дуга попеременно гаснет и зажигается, причем это происходит каждые полпериода. При этом второй этап характеризуется появлением постоянного напряжения и тока нулевой последовательности, так называемая «горизонтальная полка». Это постоянное напряжение, накопленное на емкостях неповрежденных фаз, прикладывается к высоковольтной обмотке трансформатора напряжения, что позволяет определить активное сопротивление первичной обмотки трансформатора напряжения. Таким образом, выделение «горизонтальной полки» напряжения и тока нулевой последовательности в осциллограммах установившегося режима ОЗЗ позволяет производить диагностику трансформаторов напряжения.

УДК 621.3.014.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ОЗЗ РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫМ СПОСОБОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

НОВОКРЕЩЕНОВ В.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Вейвлетное преобразование сигналов является обобщением спектрального анализа, типичный представитель которого – классическое преобразование Фурье. Основная область применения вейвлетных преобразований – анализ и обработка сигналов и функций, нестационарных во времени или неоднородных в пространстве, когда результаты анализа должны содержать не только частотную характеристику сигнала, но и сведения о локальных координатах, на которых проявляют себя те или иные группы частотных составляющих,

или на которых происходят быстрые изменения частотных составляющих сигнала. По сравнению с разложением сигналов на ряды Фурье вейвлеты способны с гораздо более высокой точностью представлять локальные особенности сигналов, вплоть до разрывов 1-го рода.

Как известно, для точного определения расстояния до однофазного замыкания на землю разностно-дальномерным методом требуется точное определение по времени (не хуже микросекунды) начала этого замыкания. Если выделять начало переходного процесса с помощью цифрового фильтра, то получаемая локализация высших гармоник получается неудовлетворительной для решения поставленной задачи. Более того, задача осложняется неизбежно присутствующим в сигнале шумом. Для более точного определения начала однофазного замыкания на землю предлагается использовать непрерывное вейвлет-преобразование (на основе обратного биортогонального вейвлета с индексами 2.2), результаты которого обладают намного большей локализацией.

Тем не менее, вейвлет-анализ тоже не лишён недостатков. Основная трудность заключается в том, что при фильтрации сигнала вместе с шумом удаляется важная о сигнале информация. Благодаря проведённым исследованиям удалось найти наиболее удачные значения масштабного коэффициента, при которых наблюдается пик локализации. Использование этих коэффициентов позволило с точностью до одного дискрета определять момент начала переходного процесса сильно зашумленных сигналов.

УДК 621.311.04

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ ОТ ВОЛН ГРОВОНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ, НАБЕГАЮЩИХ С ЛИНИИ

НТСИЛУЛУ П.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, проф. ЛОПУХОВА Т.В.

Причиной возникновения на подстанции опасных перенапряжений от набегающих волн являются грозовые поражения воздушных линий (ВЛ) электропередачи. При ударе молнии в линию, на ней возможны перекрытия, в результате которых на проводах ВЛ образуется волна напряжения, движущаяся в сторону подстанции. Характерными случаями поражения молнией ВЛ являются удары в фазный провод, опору и молниезащитный трос.

Приход волны напряжения на подстанцию приводит к возникновению волнового процесса на элементах подстанции, в результате чего может повредиться изоляция электрооборудования.

Для защиты подстанционного оборудования от волн, набегающих с линии, в настоящее время повсеместно на смену вентильным разрядникам приходят нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН), задача которых – ограничить максимальное значение волны напряжения, пришедшей с линии.

Если бы ОПН и РВ располагались в непосредственной близости от защищаемого ими электрооборудования, то напряжение на его изоляции не превышало бы остающегося напряжения защитного аппарата, и защита была бы достаточно надежной. На практике защитные аппараты устанавливаются у силовых трансформаторов и автотрансформаторов и, возможно, еще в нескольких местах. Поэтому часть оборудования удалена от защитных аппаратов на расстояния, которые могут достигать нескольких десятков метров и более. Приход волны грозового происхождения с крутым фронтом приводит к возникновению переходного процесса, сопровождающегося высокочастотными колебаниями вокруг остающегося напряжения ОПН или РВ. Амплитуда перенапряжений на оборудовании при этом тем больше, чем больше крутизна набегающей волны и его удаленность от защитного аппарата.

УДК 621. 311

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДАЛЬНЕЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ПИТАЮЩИЙ РЭС 110 кВ. РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ

ОХОТНИКОВ Т.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. КУЛИКОВА А.П.

В последнее время стремительное развитие экономической и социальной сферы страны привело к значительному росту энергопотребления. Развитие энергосистем и их объединений тесно связано с освоением более высоких ступеней напряжения электропередач. При этом под термином электропередач понимается совокупность линий, конечных и промежуточных подстанций, переключательных и компенсационных пунктов, обеспечивающих передачу электроэнергии.

Электропередачи номинальных напряжений выше 220 кВ называются электропередачами сверхвысоких напряжений (СВН). Различают три группы

номинальных сверхвысоких напряжений: 330–500 кВ («сверхвысокие напряжения»), 750–1150 кВ («ультравысокие напряжения») и выше (в частности, на стадии прогнозирования – освоение следующей ступени напряжения – 1800 и 2000 кВ).

Значительные пропускные способности линий электропередачи могут быть достигнуты путем использования сверхвысоких напряжений, что позволяет существенно уменьшить число параллельных цепей линий электропередачи и таким образом уменьшить ширину коридора для линий электропередачи. Создание современных крупных энергообъединений, а также их надежная и экономичная работа базируются на развитии сетей СВН. Экономическая основа перехода к передаче энергии по линиям СВН заключается в достигаемом при этом снижении удельных капитальных вложений и удельной стоимости передачи мощности.

В данной работе предлагается провести электрический расчет воздушной линии электропередачи переменного тока сверхвысокого напряжения, согласно заданной расчетной схеме электропередачи и исходным параметрам (номинальному напряжению на отправном конце ЛЭП СВН; длине линии; мощности нагрузки в максимальном установившемся режиме работы электропередачи).

УДК 621.313.12

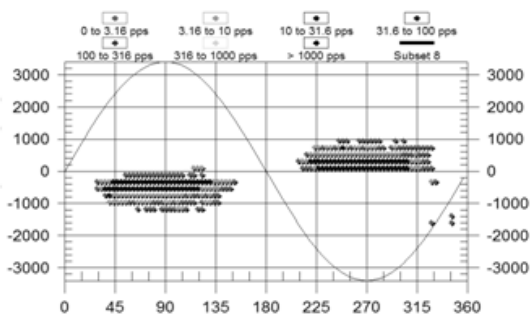
РЕМОНТ ТУРБОГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВАНИИ РОСТА УРОВНЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

ПАРАМОНОВ М.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Генератор марки ТГВ-200 проработал свыше 40 лет. В 2008 г. была проведена замена обмотки статора с микалентной изоляцией на обмотку с термореактивной изоляцией. Замена обмотки была проведена по причине достижения предельного состояния.

В 2010 году при высоковольтных испытаниях было выявлено неудовлетворительное состояние изоляции обмотки статора. Были обнаружены повышенные токи утечки и участки изоляции со сквозными прогарами. Поверхность изоляции была покрыта увлажненным маслом, которое проникало внутрь генератора через некачественное уплотнение вала ротора со стороны турбины.

В 2010 году генератор был оснащен датчиками частичных разрядов (ЧР). Тогда же в обмотке статора были зарегистрированы высокие ЧР более 1000 мВ. Импульсы ЧР относительно синусоиды опорного напряжения сгруппированы около 90° и 270° . Согласно методике предприятия изготовителя датчиков такая группировка импульсов указывает на открытое коронирование на поверхности изоляции. Причины возникновения ЧР – возможные скрытые дефекты корпусной изоляции лобовых частей обмотки статора, а именно появление и развитие микротрещин в изоляции в результате механических усилий при монтаже новой обмотки, а также негативное влияние замасливания и увлажнения изоляции из-за неудовлетворительной работы уплотнений вала ротора. С течением лет величины частичных разрядов продолжали увеличиваться. На основании роста ЧР было принято решение о замене обмотки статора турбогенератора.



Распределение импульсов частичных разрядов вдоль синусоиды опорного напряжения

УДК 621.313.12

МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВДОЛЬ ОБМОТКИ СТАТОРА ГЕНЕРАТОРА В СРЕДЕ COMSOL

ПАРАМОНОВ М.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Частичные разряды в изоляции возникают при напряженности электрического поля более 3 кВ/мм. Для определения мест изоляции обмотки статора генератора, которые больше всего подвержены воздействию повышенной напряженности электрического поля, были построены модели в программной среде ComSol 4.4. Расчеты произведены для двухслойной стержневой обмотки статора турбогенератора ТГВ-200 с номинальным напряжением статора 15.75 кВ. К расчету приняты два типа изоляции – термопластичная и терморективная. В расчете принято, что

термаплатичная изоляция не имеет вспухания и вытекания компаунда, свойственного для изоляции, проработавшей более 25 лет. Картины распределения электрических полей получены для различных участков обмотки статора турбогенератора:

- пазовая часть обмотки, ограниченная по бокам стенками паза сердечника статора, снизу дном паза, сверху – распорным клином;

- место выхода стержня обмотки из паза без полупроводникового покрытия;

- место выхода стержня обмотки из паза с полупроводниковым покрытием;

- лобовая часть обмотки, включающая в себя стержни разных фаз и систему крепления;

- кольцевая шина обмотки, соединяющая вывод генератора и стержень обмотки, имеющий линейное напряжение.

В каждой из указанных зон методом конечных элементов решены уравнения Лапласа. Получены картины распределения электрических полей, напряжённостей, найдены участки с повышенной напряжённостью поля.

Для пазовой части обмотки получена двумерная картина без зависимости параметров от длины стержня. Для лобовых же частей построена трехмерная картина, поскольку здесь появляется составляющая поля вдоль изоляции стержня и зависимость наблюдается от длины участка обмотки.

УДК 621.316

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РАСТЯЖЕНИЯ ДУГИ ОТКЛЮЧЕНИЯ

РЕПИНА Ю.Г., СамГТУ, г. Самара

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВОРОНИН А.А.

При конструировании контактно-дугогасительной системы коммутационных аппаратов часто необходимо знать скорость растяжения дуги или закон, по которому дуга изменяет свою длину. Зная скорость растяжения дуги, можно определить скорость разведения контактов, а по ней спроектировать приводное устройство. Скорость растяжения дуги v можно определить решая дифференциальное уравнение модели дуги с изменяющимися геометрическими размерами [1] относительно dl/dt :

$$v = \frac{dl}{dt} = \frac{l}{1 + \ln \frac{gl}{\sigma_0 S}} \cdot \left[\frac{P_0 \sqrt{4\pi}}{Q_0 \sqrt{S}} \left(\frac{UI}{P_0 l \sqrt{4\pi S}} - 1 \right) - \frac{1}{g} \frac{dg}{dt} + \frac{1}{S} \frac{dS}{dt} \left(1 - \ln \frac{gl}{\sigma_0 S} \right) \right]. \quad (1)$$

Здесь g – проводимость дуги, См; U – напряжение на дуге, В; I – ток дуги, А; S – площадь поперечного сечения дуги, м²; l – длина дуги, м. Модель, описываемая уравнением (1), содержит три неизвестных параметра. Это величина теплоотода от единицы поверхности дуги – P_0 , Вт/м²; количество тепла, при выносе которого из единицы объема столба (или подводе к столбу), удельная проводимость дуги изменяется в $e = 2,7$ раза – Q_0 , Дж/м³; коэффициент σ_0 из уравнения (7), имеющий размерность удельной проводимости, См/м. Все три параметра P_0 , Q_0 , σ_0 , входящие в модель (1), определяются по результатам эксперимента.

В работе использовались экспериментальные данные (I и U), полученные при испытаниях выключателей на Новокуйбышевской ТЭЦ-2. Численное решение уравнения (1) осуществлено в среде MatLab. Полученная скорость растяжения дуги хорошо согласуется со скоростной характеристикой выключателя, полученной экспериментально.

УДК 621.311.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭМС В СИСТЕМЕ ELECTRICS STORM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ РАСКЛАДКИ КАБЕЛЕЙ

РУНЦОВ А.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, с.н.с. ЦЕЛИЩЕВ Е.С.

В состав системы ElectriCS Storm 5-й версии входит подсистема расчета электромагнитной обстановки (ЭМО), предназначенная для решения задач ЭМС в соответствии с СО 34.35.311-2004 «Методические указания по определению электромагнитной обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях», СТО 56947007-29.240.044-2010 «Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства» и СТО 56947007-29.130.15.114-2012 «Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6–750 кВ».

Подсистема выполняет следующие виды расчетов:

- расчет сопротивления растеканию тока заземлителей индивидуально для каждого заземлителя;

- расчет потенциалов и токов по узлам и ветвям ЗУ для ударов молнии и КЗ;
- расчет и построение магнитного поля (распределение напряженности магнитного поля) как для полей от заземлителей, так и для полей от токоограничивающих реакторов и шин первичных цепей;
- расчет наведенных от молнии импульсных напряжений во вторичных цепях (с учетом экранирования кабельных трасс и самих кабелей);
- расчет и построение полей потенциалов, напряжения прикосновения, напряжения шага для указанной зоны;
- расчет всех указанных видов для точек контроля и кабельных трасс;
- расчет токов в экранах кабелей, допустимых токов и их сравнение;
- расчет допустимых токов в заземлителях и их сравнение с расчетными.

УДК 621.314

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ANSYS

СИРАЗУТДИНОВ Н.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГАРИФУЛЛИН М.Ш.

В процессе эксплуатации силовых трансформаторов возникают потери энергии, которые превращаются в теплоту. Теплота повышает температуру обмоток, контактных соединений, конструктивных деталей, и рассеивается в окружающую среду. Нагрев оборудования – главная причина преждевременного старения изоляции. Также на нагрев той или иной части трансформатора влияют различные дефекты, появившиеся в процессе эксплуатации. Исследование теплового поля на поверхности и внутри силового трансформатора позволяет анализировать и предсказывать дефекты различных деталей. Причем различные дефекты будут по-разному влиять на изменение теплового поля. В связи с этим необходимо иметь представление о том, как дефекты влияют на характер теплового поля. Для этого создаются различные математические или интерактивные программные модели. В свою очередь программная модель является более удобным и точным способом предсказания и анализа различного рода дефектов. Поэтому в проекте будет производиться моделирование в компьютерной программной среде Ansys.

Для анализа влияния различных дефектов на тепловое поле будет создана упрощенная модель трансформатора, которая будет включать в себя сердечник с обмотками, вводы фаз, бак и масло. Первым этапом моделирования является передача геометрической модели из AutoCAD в среду ANSYS. В ANSYS Maxwell вводятся свойства материалов для ключевых компонентов трансформатора, таких как материал обмотки, материал изоляции и минеральное масло. Возбуждение и граничные условия задаются на основе известного распределения напряжений. Производятся моделирования для исследования локальных эффектов, таких как определение температуры наиболее нагретых мест каркасов, магнитных шунтов и других деталей. В комплексе ANSYS поле плотности потерь энергии переводится в тепловые граничные условия для проведения теплового расчета. Расчет теплового состояния позволяет определить температуры в каждой точке расчетной области.

УДК 621.314.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

СМЕХОВ А.Ю., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.;
канд. техн. наук, ст. преп. КУБАРЕВ А.Ю.

В настоящее время в России и в мире в целом высоковольтные кабельные линии занимают одно из главенствующих мест в энергетике. Изоляцию из сшитого полиэтилена используют все передовые компании по производству высоковольтной кабельной техники. Методик контроля и диагностики данного типа диэлектрика достаточно точных и достоверных существенно не хватает. Одним из актуальных неразрушающих методов диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена является метод «Частичных разрядов». На основе этого метода в лабораторных условиях созданы: установка по измерению частичных разрядов, схема подключения объекта испытания, программно-аппаратный комплекс, работающий в полуавтоматическом режиме. Произведено моделирование различных типов дефектов в изоляции из сшитого полиэтилена в среде Comsol. Произведены расчеты электрических полей изоляции при решении уравнений Лапласа методом конечных элементов в

среде E1Сн и Сошо1. Сконструированы измерительные ячейки, как для жидких, так и для твердых диэлектриков и держатель, которые соответствуют ГОСТу. В ходе исследований образцы изоляции заводоизготовителей подвергались различным испытаниям, по результатам которых можно судить о типе дефекта и его местоположении. Выведены экспериментальные зависимости напряжения зажигания частичных разрядов от времени, пробивного напряжения от времени. Освоена методика осветления полиэтилена в лабораторных условиях для наглядного изучения дефектов и дендритной структуры пробоя во всех слоях изоляции. Предполагаемыми результатами на основе всей системы станут: 1) создание собственной методики диагностики и контроля изоляции кабельных линий с изоляцией и сшитого полиэтилена, которая будет работать в автоматическом режиме; 2) осуществление прогнозирования остаточного ресурса изоляционных конструкций и срока службы кабельных линий.

УДК621.311.49

ЗАЩИТЫ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

ТЕННИКОВ Р.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

Цифровая подстанция – подстанция, оборудованная комплексом цифровых устройств (терминалов) для решения задач релейной защиты и автоматики. Внедрение этой технологии преследует в первую очередь экономические цели. Цифровая подстанция позволяет снизить затраты на выполнение основной технологической функции подстанции – передачу, преобразование и распределение электрической энергии. Эта цель достигается за счет повышения качества и надежности функционирования и эксплуатации подстанции, за счет снижения затрат на обслуживание. Однако существует ряд сложностей при внедрении данной технологии. Во-первых, это высокая стоимость цифровых измерительных трансформаторов. С традиционными трансформаторами тока и напряжения они сопоставимы только на напряжении более 110 кВ. Во-вторых, при потере синхронизации, возникнут серьезные проблемы в эксплуатации. В-третьих, главным аспектом при построении остаётся проблема безопасности, осуществляемая на цифровой подстанции. Так как конструктивно цифровая подстанция – это совокупность нескольких подстанций с единым центром обработки данных и подачи команд,

необходимо сделать так, чтобы информация с данного центра управления дублировалась. Вследствие потери работоспособности данного центра те подстанции, с которых собирается вся информация, остаются работать в автономном режиме, становятся неуправляемыми. Данная ситуация чревата несвоевременным обнаружением ненормального режима работы некоторых узлов подстанции, что повлечет выход из строя/отключение некоторого оборудования, что в дальнейшем может привести к массовому недоотпуску электроэнергии. Дабы предотвратить данную ситуацию, можно применять спутниковую связь (передачу данных через спутниковый канал).

УДК 621.3.045.12

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОНИРОВАННОГО ПРОВОДА В ОБМОТКАХ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

ТУРЧЕНКО А.Б., ТГУ, г. ТОЛЬЯТТИ

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУЗНЕЦОВ В.Н.

Характеристика провода в первую очередь определяет параметры трансформатора: уровень нагрузочных потерь, электрическую прочность и стойкость при коротких замыканиях. Широкое распространение получил транспонированный провод. Он содержит в себе различное число элементарных проводников, которые находятся в общей изоляции. Каждый элементарный проводник должен занимать все положения в пределах одного витка.

Основными преимуществами транспонированного провода являются: уменьшение добавочных потерь в обмотках от вихревых токов из-за малых размеров элементарных проводников; частая транспозиция проводников позволяет резко уменьшить потери от циркулирующих; упрощение процесса намотки в связи с сокращением числа одновременно мотаемых проводов.

Применение транспонированного провода экономически целесообразно. Во-первых, его использование позволяет увеличить КПД трансформатора за счет снижения потерь. Во-вторых, уменьшение габаритов трансформатора приведет к снижению себестоимости за счет экономии материалов. В-третьих, понижение частичных разрядов снизит затраты на обслуживание трансформатора во время его эксплуатации.

УДК 621.311.6

БЛОК ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА

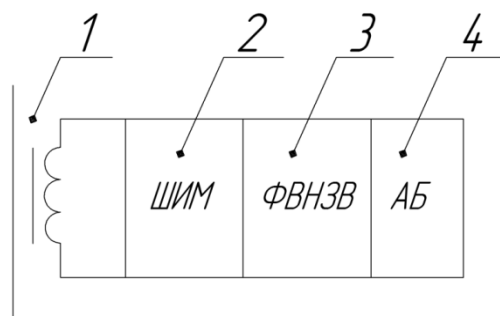
УКАНЕЕВА Е.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КОЗЛОВ В.К.

Энергопотребление беспроводных автономных датчиков, используемых при автоматизированном сборе информации, потенциально ограничено дальностью действия. Малая часть электрической энергии, передаваемой по проводам линий электропередачи (ЛЭП) может быть использована для энергопитания таких датчиков. Существует две основные возможности для отбора электроэнергии с высоковольтных проводов ЛЭП: с помощью трансформаторов напряжения и трансформаторов тока (ТТ). Второй вариант наиболее предпочтительнее с точки зрения надежности и электробезопасности и является предметом рассмотрения.

Источник питания, имеющий вторичные цепи, выполнен в виде низковольтного ТТ, включенного в токопровод, с возможностью получения постоянного напряжения для зарядки аккумуляторной батареи (АБ).

Структурная схема блока питания на основе трансформатора тока представлена на рисунке.



Структурная схема блока питания

С помощью широтно-импульсного модулятора (ШИМ) из полученного напряжения 50 Гц преобразовываем в импульсное высокой частоты (2).

Цифрой 3 на рисунке обозначено формирование выпрямленного напряжения заданной величины (ФВНЗВ), который в себя включает: диодный мост, трансформатор напряжения, сглаживающий конденсатор и стабилитрон.

По данной схеме, показанной на рисунке, будет заряжаться АБ (4), которая будет подпитывать автономные устройства с дистанционной передачей информации.

УДК 621.315

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОНЫ ДЕФЕКТОВ ИЗОЛЯТОРОВ НА ЛЭП

ФАТХУТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. КУЛИКОВА А.П.

Надежность работы воздушных линий 6–35 кВ во многом зависит от качественного состояния изоляции линии. По данным «ОРГРЭС» аварийность на воздушных линиях 6–10 кВ из-за повреждения изоляции составляет 35–40 %. Особое место среди видов повреждений ВЛ 6–35 кВ занимают повреждения подвесных и стержневых изоляторов, связанные с пробоем или перекрытием изоляторов, которые сложно выявить даже при визуальном осмотре. Это в значительной мере относится к полимерным изоляторам.

Наличие ослабленной изоляции на ВЛ позволяет продолжить ее дальнейшую эксплуатацию при незначительном снижении механических характеристик изоляторов. Однако, в случае возникновения условий проявления дефекта (коммутационные или атмосферные перенапряжения), произойдет повторный пробой дефектной изоляции. Сохранение электрической прочности изоляторов, достаточной для работы, не позволяет их выявить дистанционно каким-либо из существующих методов.

В настоящее время для сокращения времени определения места повреждения на воздушных линиях процесс поиска обычно делят на два этапа. На первом этапе определяется расстояние до повреждения одним из дистанционных способов. Так как это расстояние указывается с некоторой погрешностью – место повреждения оказывается в зоне этой погрешности. На втором этапе, непосредственно на линии, определяется место повреждения при помощи трассовых методов определения места повреждения (ОМП).

В большинстве энергосистем (80 %) осмотры изоляторов проводятся с поверхности земли в дневное время суток посредством оптических приборов. При этом повсеместно используются различные бинокли. Для диагностики достаточно широко применяются специальные оптические приборы (тепловизоры, электронно-оптические дефектоскопы, пирометры и др.). Осмотры в дневное время суток с применением специальных оптических приборов проводят не более десяти сетевых компаний.

УДК 621.316

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

ХАЙБУЛЛИН И.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. МУРАТАЕВ И.А.

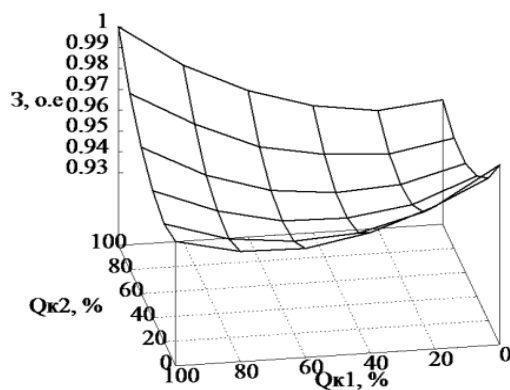
Величина перетоков реактивной мощности в электрической сети является одним из важных показателей оптимального режима. С целью снижения величины активных потерь в сети, вызванных передачей реактивной мощности при проектировании новых подстанций или модернизации существующих, устанавливаются устройства компенсации реактивной мощности.

Выбор мощности КУ с учетом стоимости установки обслуживания можно выполнять по величине годовых затрат:

$$Z = Z_K + Z_{\Delta P},$$

где Z_K – затраты связанные с установкой и обслуживанием конденсаторных батарей; $Z_{\Delta P} = c_0 \cdot \Delta P$ – затраты, обусловленные активными потерями, связанными с потоками активных и реактивных мощностей и удельными потерями активной мощности.

Предложено величину активных потерь определять по результатам многовариантного расчета установившегося режима сети с различной комбинацией мощности КУ, выполняемого на персональном компьютере. На рисунке представлен график суммарных годовых затрат для замкнутой сети из трех узлов при различных уровнях компенсации Q_K на подстанции 1 и 2.



Затраты для замкнутой сети при различных уровнях компенсации

УДК 618.518

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ ТЕХНОЛОГИИ MES НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

ХАЙРУЛЛИН И.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛИЗУНОВ И.Н.

Почти 90 % информации, используемой на предприятиях электроэнергетики (прежде всего, конечно, электросетевых) имеет пространственную привязку в силу географически распределенной природы основных активов: транспортные и распределительные электрические сети и вся сопутствующая инфраструктура.

Геоинформационная система (ГИС) в электроэнергетике давно получила статус инфраструктурной технологии и по праву считается базовой технологией для построения корпоративной ИТ-архитектуры энергетических компаний.

Значение геоинформационных систем в области электроэнергетики существенно увеличилось, так как активы электросетевых и энергетических компаний характеризуются географической распределенностью, и перед данными предприятиями стоит множество задач взаимного расположения и связей объектов.

Традиционно производственный процесс воспринимался как превращение исходного сырья и энергетических ресурсов в конечный продукт. Естественно, что качество, надежность и удобство таких продуктов были невысоки. Но всеобщая конкуренция внесла свои коррективы – только высококачественный производственный процесс может гарантировать высококачественный конечный продукт, а не наоборот. Промышленное производство не является линейным преобразованием сырьевых и энергетических ресурсов в конечный продукт и его этапы не изолированы. Они взаимозависимы, связаны по кругу и взаимно усиливают друг друга.

Основное внимание уделяется не столько совершенствованию отдельных технологических этапов, сколько совершенствованию всего производственного процесса. Для управления производственными процессами созданы MES-системы. MES-системы получают исходную информацию, необходимую для реализации системного метода управления, определяемого как интегрированное управление процессом.

УДК 621.311

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ДВУХЦЕПНЫХ ЛИНИЙ 110 кВ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ХАММАТОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

На отдельных участках электрической сети воздушные линии электропередачи располагаются в непосредственной близости друг от друга и идут на некотором протяжении. При уменьшенных расстояниях между осями параллельных ВЛ становится заметным влияние цепей друг на друга через взаимную индуктивность и емкость. Наиболее заметным такое влияние оказывается на двухцепных ВЛ, когда цепи находятся на одной опоре и расстояние между ними определяется длиной траверс опоры. Как показывает опыт эксплуатации, такие линии оказывают существенное влияние на режимы работы электроэнергетических систем, что приводит к ухудшению качества электроэнергии. В проектной практике известны различные предложения по снижению взаимного негативного влияния двухцепных ВЛ путем оптимального размещения проводов. При этом снижение эквивалентного индуктивного сопротивления достигается за счет рационального использования взаимного влияния между цепями. При изменении расположения проводов двухцепных ВЛ на опорах соответствующим образом может быть снижена несимметрия фазных величин, снижено влияние высших гармоник при несимметричных аварийных режимах. В ходе моей работы были установлены основные закономерности влияния взаимного расположения фаз двухцепных ВЛ на параметры качества электроэнергии. Проведен анализ методов борьбы с негативными эффектами взаимного влияния двухцепных линий.

УДК 621.314

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ПРИЕМЫ ОСУШКИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

ХАМЕТОВА Е.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

Влияние влаги на диэлектрические потери в масле явилось предметом многочисленных исследований. Вода может находиться в масле как в растворенном, так и в эмульгированном состоянии. В первом случае вода вызывает ионную проводимость, во втором – электрофоретическую. Эмульсионная вода повышает диэлектрические потери ($\text{tg } \delta$) за счет роста электрофоретической проводимости. Таким образом, диэлектрические потери, обусловленные присутствием воды, определяются не общим ее содержанием, а структурным состоянием. Вода, образуя в масле истинный раствор, не оказывает влияния на потери в масле, а в нерастворенном виде – в виде эмульсии с очень малым размером частиц – вызывает резкий рост этих потерь.

В настоящее время в установках регенерации и осушки масел доминирует нагрев сопротивлением в виде трубчатых электронагревателей (ТЭН). Он достаточно прост, надежен, мобилен, но энергоемок и инерционен. Нагрев происходит с передачей энергии путем теплопроводности и конвекции. Вследствие неравномерного температурного поля присутствуют тепло- и массообменные процессы в слоях масла. Имеют место локальные перегревы областей, контактирующих с источником тепловой энергии. Это вызывает газообразование и разложение масла, что негативно влияет на качество самого масла и на экологию.

В данной работе рассматриваются технологические приемы осушки масла, а именно комбинация двух наиболее эффективных методов нагрева, как индукционный, так и диэлектрический.

На первой стадии регенерации, когда фактор потерь достаточно высок, используется диэлектрический нагрев. В то же время его интенсивность по мере сушки и очистки уменьшается, т.к. фактор потерь, по мере удаления воды и других примесей снижается и, соответственно, энергии в диэлектрике выделяется меньше, чем первоначально в грязном и увлажненном масле. По мере очистки масла целесообразен переход на индукционный нагрев, что позволит максимально снизить влагу, содержащуюся в масле в виде эмульсии и позволит повысить электрическую прочность масла.

УДК 621.311

ДИАГНОСТИКА ПОЛИМЕРНОГО ИЗОЛЯТОРА ПРИ РАЗВИТИИ ДЕФЕКТА

ХАСАНШИН А.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАРИПОВ Д.К.

Проявлением дефекта полимерных изоляторов при развитии дефекта является значительный локальный нагрев изолятора в области дефекта и интенсивные поверхностные частичные разряды. Целью данной работы явилось исследование признаков дефекта в пограничном состоянии изолятора перед пробоем.

Для изучения характера проявления развитых дефектов были проведены исследования с использованием полимерного изолятора ЛК 70/35. Дефект на изоляторе в виде продольного канала с высокой проводимостью был симитирован помощью медной проволоки длиной 10–30 см, протянутой вдоль поверхности изолятора от оконцевателя, на который подавалось напряжение. Толщина проволоки 0,4 мм. На изолятор подавалось переменное напряжение действующим значением от 0 кВ до 80 кВ и частотой 50 Гц.

Наблюдение за состоянием изолятора при повышении переменного напряжения на нем осуществлялось с помощью тепло-телевизионного прибора EasIR-0 и ультразвуковой дефектоскопа УД-8В. С помощью ультразвукового дефектоскопа было установлено, что напряжение возникновения устойчивой короны составляет около 5 кВ. Локальный нагрев в области короны обнаруживался тепловизионным прибором при напряжении на изоляторе 10 кВ и выше. Пробой происходил при напряжениях 60–80 кВ в зависимости от протяженности стальной проволоки. Температура нагрева поверхности изолятора в области коронирования перед пробоем составила около 2–3 °С. Значительно более информативным признаком развитого дефекта оказалась интенсивность акустического излучения из области коронирования.

Полученные количественные результаты показывают, что излучение поверхностных частичных разрядов является более информативным признаком развитого дефекта полимерного изолятора в отличие от вызываемого разрядом нагрева поверхности изолятора.

УДК 621.315

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОЙ СХЕМЫ УМНОЖЕНИЯ В УСТРОЙСТВАХ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ ИЗОЛЯЦИИ

ШАДРИКОВ Т.Е., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВОРОБЬЕВ В.Ф.

Актуальность. Массово применяемые в сетях городского электроснабжения в настоящее время кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ-изоляция, XLPE) имеют высокие монтажные и эксплуатационные характеристики, что обуславливает их повсеместное применение. Согласно нормативным документам РФ, все кабельные линии, вводимые и эксплуатируемые должны быть испытаны повышенным напряжением. Испытание производится двумя видами установок – установками с постоянным напряжением и установками с напряжением сверхнизкой частоты (СНЧ). Вторые особенно актуальны для полимерной изоляции, так как не приводят к ее преждевременному старению и потере основных изоляционных свойств. Однако как показывает практика, эксплуатирующие организации редко прибегают к покупке дорогостоящей аппаратуры и используют текущее устаревшее поколение испытательных систем.

Новизна. Для создания испытательного устройства нового поколения необходимо отказаться от традиционного важного элемента конструкции – повышающего трансформатора (высокие массо-габаритные характеристики) и перейти на использование управляемой схемы умножения (УСУ) с возможностью обратной связи работы УСУ и формы выходного напряжения.

Личный вклад автора заключается в разработке и исследовании схемы нового испытательного источника, с использованием схемы УСУ, оценке актуальности работы и перспектив коммерческого применения проекта.

Перспективы использования полученных результатов: результаты исследований могут быть использованы для разработки новых устройств испытания кабелей с любым типом изоляции – от бумажно-масляной до изоляции из сшитого полиэтилена.

УДК 621.313.17

АСИНХРОНИЗИРОВАННЫЙ СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР

ШАЙБЕКОВ А.Ф., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Э.;

канд. техн. наук, ст. преп. СЕМЁНОВ В.В.

Существует проблема обеспечения стабильных параметров электрической энергии, получаемой преобразованием энергии механической от нестабильного ее источника, например, ветряного двигателя. Одним из способов решения этой проблемы является преобразование механической энергии в электрическую асинхронизированными синхронными генераторами (АСГ). От синхронных машин АСГ отличаются тем, что магнитное поле перемещается относительно ротора, который его создает, от асинхронных машин – тем, что это перемещение создается посторонним источником и является управляемым.

Основными отличительными свойствами таких генераторов, обуславливающих целесообразность их применения, являются:

- обеспечение высокого уровня статической устойчивости во всем допустимом по условиям нагрева генератора в диапазоне рабочих режимов, включая режимы глубокого потребления реактивной мощности;
- повышенное быстродействие регулирования напряжения;
- обеспечение равновысоких пределов динамической устойчивости в режимах выдачи и глубокого потребления реактивной мощности;
- поддержание высокого качества вырабатываемой электроэнергии при возмущениях в энергосистеме и в энергоблоке;
- возможность неограниченно длительных асинхронных режимов без возбуждения при обеспечении близкой к номинальной нагрузке и высокого качества электроэнергии;
- повышенный коэффициент готовности.

Кроме того, генератор может работать в резервных режимах как обычный синхронный турбогенератор, причем с одной или двумя обмотками возбуждения, а также в асинхронном режиме – без возбуждения с замкнутыми накоротко обмотками ротора. Так же, АСГ сохраняет работоспособность при полном отказе системы возбуждения, благодаря возможности автоматического перевода генератора в асинхронный режим. В таком режиме генератор может работать неограниченно долго, что обеспечивает высокую надежность его в эксплуатации.

УДК 338.45:621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ШАРАФЕЕВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТЖАНОВ Р.Н.

Целью работы является – исследование влияния множественных отказов нескольких элементов системы на подстанции, т.е. отказов, вызванных прямо или косвенно отказами других элементов.

Главная задача – выявить определенные отказы на подстанции, как отдельных элементов, так и группы элементов, в результате которых возникает переход отказа на другие элементы.

Изучение актов цепочечных аварий показывает, что многие из них можно было бы не допустить, проведя расчет надежности узлов схемы с учетом зависимых отказов и выполнив следуемые из расчета рекомендации по возможному изменению компоновочных решений оборудования.

Отказ по общей причине – вид зависимого отказа, когда одновременный (или почти одновременный) множественный отказ происходит по единой причине.

Результат, как отказов общей причины, так и зависимых отказов: одновременное длительное отключение ряда элементов одной цепи, одновременное длительное отключение двух и более параллельных цепей, полное погашение РУ. Примерами таких отказов являются отказы совместно проложенных кабельных линий в туннелях, участвующих в питании функционально связанных систем электроснабжения. Некоторые виды функциональных зависимостей могут быть вызваны регламентными ограничениями или требованиями правил техники безопасности при проведении операций по техническому обслуживанию или ремонту объектов.

Особый класс зависимых отказов вызывается концептуальными проектно-конструкторскими ошибками, например, не выявленными значимыми функциональными зависимостями, которые могут оказывать определяющее влияние на надежность и живучесть системы электроснабжения. Рассмотрение и учет указанных зависимостей работы оборудования приведет к более точной оценке надежности и живучести системы в целом.

УДК 621.311

ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 10 кВ

ШАФИГУЛЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Достоверная и оперативная информация, которую обеспечивают новейшие технологии учета электроэнергии, является первым шагом, позволяющим снизить потери и сделать предсказуемыми расходы. Автоматизированные системы учета смогут обеспечить это условие. Кроме того, только автоматизированные системы учета смогут обеспечить потребителю, энергосбытовым, сетевым компаниям контроль и защиту от мошенничества и воровства энергоресурсов.

Известно устройство – Датчик, представляющий из себя контрольно-измерительный аппарат, относящийся к техническому обслуживанию воздушных линий электропередач с разветвленной структурой. Предполагается, что активная мощность будет находиться как произведение пропорциональных действительному мгновенных значений тока и напряжения (с учётом $\cos\phi$), которые будут передаваться в арифметико-логическое устройство с помощью соответственно трансформатора тока и ёмкостного делителя напряжения. Отметим, что функциональность одного из компонентов арифметико-логического устройства Датчика – программируемого микроконтроллера (далее МК) – позволяет проводить любые манипуляции с входными значениями тока, напряжения и другими параметрами, которые могут быть получены благодаря прочим компонентам Датчика. Исходя из вышесказанного, следует необходимость правильного программирования МК и предоставления МК нужной информации (параметров сети) для полноценной реализации функции технического учёта электроэнергии.

В качестве подкрепления результатов программирования МК следует произвести симуляцию работы арифметико-логического устройства Датчика в способном на это программном приложении. Полученные в итоге результаты работы станут платформой для совершенствования данного автоматизированного средства учёта технических потерь электроэнергии в воздушных сетях 10 кВ.

УДК 621.31 1.04

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГРОЗОУПОРНОСТИ ВЛЭП 110–220 кВ

ЮДИЦКИЙ Д.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЁВ А.Е.

Основным показателем эффективности молниезащиты является удельное число грозовых отключений воздушных линий (на 100 км линии за 100 грозовых часов). Производить расчеты данного показателя необходимо еще на стадии проектирования вновь строящихся и реконструируемых ВЛ. Для проведения расчета удельного числа грозовых отключений существует «Руководство по защите электрических сетей 6–1150кВ от грозовых и внутренних перенапряжений» (далее РД). В РД предлагается оценивать удельное число грозовых отключений, учитывая лишь усредненные показатели ВЛ, такие как сопротивление заземления опор, тип опор, а также суммарная длина линии. Вследствие неоднородности условий прокладки воздушных линий необходимо оценивать каждый участок на протяжении всей протяженности ВЛ. Данное РД не предусматривает проведение таких расчетов. Нами был произведен расчет удельного числа грозовых отключений действующей ВЛ-220кВ в соответствии с РД. В рамках данного расчета были учтены как конструктивные, так и электрофизические параметры каждой опоры и пролета в целом. Методика, в соответствии с которой был проведен расчет, позволяет выявить и локализовать участки, снижающие общий показатель грозоупорности как проектируемых, так и существующих ВЛ, что невозможно осуществить, используя усредненные показатели при проведении подобных расчетов. Также, при определении доли ударов в опору используется формула $(1) \text{ лт} = 4h/z$ (1) где h – высота опоры, а L – длина пролета. Формула одинакова для линий с тросовой защитой и без тросовой защиты. По результатам расчетов было выявлено, что такая формула должна быть модифицирована для расчетов доли ударов в опору на ЛЭП без грозозащитного троса. Характер зависимости при проведении данных расчетов имеет более сложный характер, а доля ударов молнии в опоры на ЛЭП без тросов в среднем в 2–2,5 раза меньше, чем доля ударов в опору и трос вблизи опоры на линиях с тросом.

УДК 621.311.04

ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОБРАТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ УДАРЕ МОЛНИИ В ЛЭП

ЮДИЦКИЙ Д.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЁВ А.Е.

Одна из причин перерывов электроснабжения – короткое замыкание на землю вследствие возникновения устойчивой силовой дуги между опорой и проводом ВЛ после удара молнии в опору. Обычно, при расчётах вероятности возникновения такого обратного перекрытия учитывается только вероятность перекрытия с траверсы на провод ВЛ. Наряду с такой вероятностью выдвигается предположение о возможности второго пути возникновения обратного перекрытия – непосредственно с опоры на провод.

Для экспериментальной проверки в лабораторных условиях сделанных предположений была создана высоковольтная импульсная установка, в которой имелась возможность подключать один или два разрядных промежутка с возможностью измерения для различных расстояний между шарами отдельных шаровых разрядников.

При проведении эксперимента было установлено, что одновременный пробой двух шаровых разрядников (ШР) случается в среднем 1 раз на 1000 подаваемых импульсов ВЛ. Такой малой вероятностью можно пренебречь и считать пробой одного и другого ШР событиями не совместными. Наличие возможности пробоя по второму пути, пусть даже меньшая, по сравнению с первым, приводит к тому, что общая вероятность пробоя возрастает.

Наличие двух возможных путей пробоя в случае удара молнии в опору в этом случае, в какой-то степени, аналогично одновременному включению двух разрядных промежутков в наших экспериментах. Следовательно, и в случае удара молнии в опору, для расчёта вероятности обратного перекрытия с опоры на провод высокого напряжения нужно учитывать оба эти пути.

Учет двух возможных путей искрового перекрытия позволит повысить точность расчётов грозоупорности ЛЭП и снизить ущерб от перерывов электроснабжения. При определении оптимального значения расстояния от опоры до места подвески гирлянды изоляторов нужно учитывать не только вероятность обратного перекрытия на опоре, но и вероятность прорыва молнии через тросовую защиту при ударе в середину пролёта. Поскольку в реальных линиях электропередач длины пролётов существенно различаются, оптимизация таких расстояний должна проводиться по каждому пролёту в отдельности.

УДК 621.43.044:629

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА КОНДЕНСАТОРА В ЕМКОСТНОЙ СИСТЕМЕ ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ СНЕГОХОДА

ЯМАЛОВ И.И., ФАРРАХОВ Д.Р., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

На кафедре Электромеханики УГАТУ совместно с ОАО «УАПО» разработана микропроцессорная система зажигания (МПСЗ) для автономных объектов (снегоходы, водные мотоциклы, моторные лодки и т.п.), в которой углом опережения зажигания управляет микропроцессорный элемент, а устойчивое искрообразование достигается при низкой частоте вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания.

На этапе проектирования для детального анализа было необходимо провести математическое моделирование переходных процессов заряда и разряда конденсатора, а также создать математическую модель, включающую в себя конденсатор, катушку зажигания, свечу зажигания и силовые ключи.

Анализ полученных графиков показал, что амплитуда и форма напряжения, а также длительность переходных процессов согласуются с данными, полученными на макетном образце, что доказывает справедливость результатов моделирования. Полученные результаты были использованы при инженерных расчетах, моделировании характеристик, оптимизации системы зажигания.

УДК 621.315.1 Я90

БОРЬБА С ГОЛОЛЕДОМ НА ПРОВОДАХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

ЯХИНА О.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАЛИУЛЛИНА Д.М.

Необходимость борьбы с гололедными явлениями на линиях электропередачи возникает в периоды межсезонья. Изменение погодных условий происходит очень быстро, температура воздуха падает, стремясь к 0 °С, что способствует образованию наледи на проводах. Гололед является

основной опасностью в обеспечении надежного электроснабжения потребителей.

Эффективным способом борьбы с гололедом является его плавка, позволяющая удалить отложения на проводах и тросах, а, следовательно, предотвратить тяжелые повреждения воздушных линий.

Рассмотрен способ нагрева воздушной линии электропередачи с помощью распространяющейся по ней бегущей высокочастотной электромагнитной волны. Приведены результаты расчета нагрева многожильного провода электрической сети типа АС-50/8,0 с помощью высокочастотного генератора на основе двух физических явлений: скин-эффекте и прямого, дискретного преобразования электромагнитной энергии в тепловую. Рассмотрена возможная структурная схема системы нагрева линий электрической сети.

Предлагаемый способ требует более тщательной проверки в реальных условиях действующей электросети с проведением полномасштабных экспериментов, ибо расчетный метод позволяет только дать первую, предварительную оценку новому способу борьбы с гололедом.

УДК 621.313

ПОПЛАВКОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ТРЕХКООРДИНАТНОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ ЭНЕРГИИ КОЛЕБАНИЙ

ХАКИМОВА И.И., ВАВИЛОВ В.Е., ЯКУПОВ А.М., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

Ежегодно увеличивается потребление электрической энергии, в связи с этим строятся все больше и больше электростанций. В современной энергетике особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии, в целом, и энергии морских волн в частности.

Важной практической задачей при развитии альтернативной морской энергетике является разработка электромеханических преобразователей энергии (далее ЭМПЭ), позволяющих значительно повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии.

Особого внимания для задач альтернативной энергетике заслуживают колебательные ЭМПЭ, которые позволяют использовать окружающую нас механическую энергию вибраций, толчков.

Низкий КПД обусловлен, кроме известных причин, присущих генераторам с возвратно-поступательным движением и тем, что известные конструкции воспринимают колебания только в одном направлении, что приводит к потерям полезной механической энергии от колебаний в других направлениях.

Для решения указанных проблем на базе кафедры электромеханики ФГБОУ ВПО УГАТУ для преобразования энергии волн в качестве электрического генератора предлагается использовать трехкоординатный электромеханический преобразователь энергии (ТКЭП), к достоинствам которого относится повышенный КПД, по сравнению с прочими ЭМПЭ, отсутствие редуктора и подшипниковых опор, а следовательно повышенная надежность. Кроме того, применение ТКЭП позволяет использовать в конструкции одной электростанции несколько типов ЭМПЭ и соответственно получать возможный максимум энергии.

Таким образом, в работе предложена конструкция ЭМПЭ для поплавокных электростанций.

УДК 621.311

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ КАНАЛОВ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ РЗА НА ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

МОИСЕЕВ Д.Ю., КГЭУ, г. Казань.

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛИЗУНОВ И.Н.

Цифровые подстанции обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными подстанциями, в частности, использовать специальные протоколы для резервирования линий связи, что позволяет уменьшить количество кабельных линий, повысить безопасность передачи информации, а также упростить обслуживание системы в целом. Высокая готовность функционирования является обязательным требованием к системам автоматизации на электрических подстанциях. Отказы отдельных компонентов, которых невозможно избежать, должны оказывать минимальное влияние на работу указанных систем в целом.

Ethernet является технологией, используемой стандартом МЭК 61850 – стандартом для сетей и систем связи для автоматизации в электроэнергетике. Применяемые протоколы резервирования в сети, PRP (Parallel Redundancy Protocol) и HSR (High-availability Seamless Redundancy) являются на данный момент самыми современными. В них реализован новый подход на

использовании сетей с двумя активными независимыми линиями связи между любыми двумя устройствами.

На практике не существует ни идеальной сетевой топологии, ни идеального протокола резервирования, удовлетворяющего всем требованиям промышленных сетей. Несмотря на то, что сегодня в случае отсутствия поддержки устройством этих протоколов возможно применение специализированных устройств RedBox, такое решение усложняет общую структуру сети, вносит дополнительные задержки в передачу данных по каналам связи, и, что немаловажно, приводит к утрате резервирования самих устройств Redundancy Box, что не способствует повышению надежности.

Несмотря на все преимущества, массового перехода на использование этих технологий не происходит из-за того, что не определены стратегические пути развития систем защиты и автоматизации, в том числе оптимальная структура и показатели надежности цифровой подстанции в целом и структуры построения отдельных систем.

УДК 621.35

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОЙ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

ЕРАШОВА Ю.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. НАУМОВ А.А.;

канд. техн. наук, доц. КАПАЕВ В.И.

В системах оперативного постоянного тока электрических станций и подстанций существует одно слабое звено, требующее особого внимания и содержание которого предполагает большое количество оперативных и капитальных затрат. Это аккумуляторные батареи (АБ). Одним из определяющих параметров АБ является объем энергии, запасаемой батареей (емкость), которая постепенно сокращается в процессе ее использования, старения и неправильного обслуживания. Как правило, типовой порог работоспособности АБ в части остаточной емкости составляет 80 % от номинальной емкости. Знание остаточной емкости АБ необходимо для принятия оперативных решений в экстремальных, аварийных ситуациях. Поэтому в процессе эксплуатации АБ рекомендуется периодически контролировать их остаточную емкость. Однако специфика работы АБ в СОПТ накладывает немаловажные ограничения на возможность использования известных методов контроля их остаточной емкости.

Данные ряда исследований указывают на связь между величиной внутреннего сопротивления аккумулятора переменному току и его остаточной емкостью. Однако, по ряду причин между остаточной емкостью аккумулятора и величиной его внутреннего сопротивления переменному току нет однозначной зависимости.

Измерения внутреннего сопротивления аккумуляторов на переменном токе показывают, что оно сильно зависит от частоты и имеет минимум при частотах порядка сотен герц. Причем значение частоты, соответствующее минимуму внутреннего сопротивления, меньше зависит от конструкции аккумулятора, его температуры и степени заряженности, а определяется в основном емкостью аккумулятора. Кроме того, по мере уменьшения емкости аккумулятора наблюдается смещение частоты минимума внутреннего сопротивления в сторону высоких частот. Выявленные закономерности позволили предложить способ определения остаточной емкости АБ по величине смещения частоты минимума ее внутреннего сопротивления.

УДК 621.3.048: 621.3.095.3

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

БАБОРАИК А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

Науч. конс. канд. техн. наук, доц. КУБАРЕВ А.Ю.

Надежность современных систем производства и распределения электроэнергии во многом зависит от диагностического контроля высоковольтного электрооборудования, основы которого заложены в ГОСТах 20.39.312-85 и 27.002-89. Как показала практика, наиболее «слабым звеном» в высоковольтном оборудовании являются изолирующие элементы. Поэтому не случайно, что методам и системам контроля электрической прочности изоляции всегда уделялось большое внимание.

Основная цель диагностического контроля – на основе определения состояния изоляции максимально использовать фактический ресурс оборудования и предотвратить аварийный отказ оборудования. Своевременное выявление дефектов в изоляции без отключения питающего напряжения позволяет выполнять диагностику высоковольтного оборудования, обеспечивая как слежение за ресурсом изоляции, так и

позволяя решать вопрос о продлении ее срока службы. Оперативная диагностика предполагает использование неразрушающих методов контроля, т.е. методов, не приводящих к расходованию ресурса, и осуществляется одновременно с выполнением изоляции основных своих функций.

В докладе сообщается о моделировании одиночных, двойных и множественных дефектов различной формы и симметрии в изоляции и расчётах электрических полей в программной среде ComSol.

УДК 621.3.072.2

БЛОК ЗАЩИТЫ, РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЁТА

ФАРРАХОВ Д.Р., ЯМАЛОВ И.И., ШАЙМАРДАНОВ Т.Р., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

В авиации для регулирования напряжения, защиты и управления каналом в системах генерирования трехфазного переменного тока стабильной частоты используется блок регулирования, защиты и управления (БРЗУ). Он обеспечивает защиту по напряжению, по частоте и по току для бортового оборудования.

На кафедре электромеханики ведётся разработка устройства защиты генераторов нового поколения – универсального функционального цифрового модуля (УФЦМ), который предназначен для работы с генераторами с возбуждением от постоянных магнитов и обеспечивает функции БРЗУ, управляет регулятором частоты. В УФЦМ основные функции выполняет отечественный микроконтроллер 1986BE91T фирмы ПКК Миландр [1]. За счёт выполнения микроконтроллером силовых, измерительных и преобразовательных функций элементов блока, УФЦМ обеспечивает сравнение с БРЗУ:

- 1) меньшую себестоимость модуля;
- 2) более высокий КПД изделия;
- 3) точность измерений с меньшей задержкой срабатывания защиты;
- 4) повышенную надёжность защиты.

Литература

1. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE9x и K1986BE9x. [Электронный ресурс] – электрон. дан. – режим доступа: catalog.gaw.ru/project/download.php?id=37605

УДК 621.313

ЭЛЕКТРОННЫЙ ИСКАТЕЛЬ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ

БУЛАНОВ А.В., ГАБРАХМАНОВ А.Н., НИИТТ КНИТУ-КАИ,
г. Нижнекамск

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. БУЛАТОВА В.М.

Мы так привыкли к использованию телевизоров, компьютеров, обогревательных приборов, что и не задумываемся, насколько они были бы бесполезны, не будь в доме электричества. Электроэнергия в современном понимании – это показатель качества жизни общества. Но необходимо помнить, что большинство источников, проводников и электроприемников электроэнергии являются источниками различных электромагнитных полей. Надежная работа всех элементов электрической цепи в жилых помещениях – это залог здоровья и хорошего настроения людей, находящихся в этих помещениях. Наличие мест повреждений в проводах приводит к появлению дополнительных разрядов и к возникновению различных электромагнитных помех.

Чаще всего в жилых домах в качестве проводников используется скрытая проводка, которая позволяет сделать провода незаметными. Скрытая электропроводка имеет бесспорные преимущества перед открытой, но эти преимущества влекут за собой определенные недостатки. Если диагностика состояния открытой электропроводки особых проблем не вызывает и сводится к визуальному осмотру провода или кабеля, что позволяет определить место и характер повреждения и без лишних хлопот устранить тот или иной дефект, то со скрытой электропроводкой дело обстоит гораздо сложнее. Визуальный осмотр проводов или кабелей, спрятанных под слоем штукатурки, попросту невозможен. Как же определить место повреждения электропровода?

Сейчас на рынке представлено довольно много разнообразных приборов, предназначенных для обнаружения скрытой проводки – как отечественного производства, так и зарубежного. Стоимость таких приборов составляет от трех тысяч и выше.

Нами предлагается искатель скрытой проводки на транзисторах. Принцип действия искателя основан на том, что вокруг электрического провода образуется электрическое поле – его и улавливает искатель. Если нажата кнопка выключателя, но электрического поля в зоне антенного щупа нет, то транзистор открыт, мультивибратор не работает, светодиод погашен.

УДК 519.711.3

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ ПО ПАРАМЕТРАМ СЕТИ

АБДУЛЛАЗЯНОВ Р.Э., ОАО «Сетевая компания», г. Казань
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Частотные характеристики (ЧХ) одиночных линий электропередачи напряжением 6 – 10 кВ дают достаточную информацию о наличии на них повреждений в виде обрывов или однофазных замыканий на землю, когда источником высших гармоник (ВГ) служит перемежающаяся дуга.

По методике описания режима электрической сети относительно узловых потенциалов применительно к рассматриваемой задаче необходимо в нагрузках, учитываемых матрицей задающих токов, вносить коррекцию в последние не только по причине изменения напряжения, но и вследствие изменения величины пассивных параметров в зависимости от частоты сигнала. В результате исходное приближение может уйти настолько далеко от истинных значений напряжений, что итерационный процесс не сойдется.

Запишем классическое узловое уравнение в матричном виде

$$[\dot{Y}_u][\dot{U}_\Delta] = [J], \quad (1)$$

где $[\dot{Y}_u]$ – матрица узловых проводимостей, определяемая как

$$[\dot{Y}_u] = [M][\dot{Y}][M]_t = [M][z]^{-1}[M]_t,$$

$[M]$ – редуцированная матрица соединений.

Используем прием, когда в явном виде выделяются узловые поперечные проводимости (т.е. они не введены в узловую нагрузку в виде потерь мощности). В этом случае правая часть уравнения (1) представляется не одной матрицей (только матрицей задающих токов), а двумя:

$$[\dot{Y}_u][\dot{U}] = [J] - [\dot{Y}_n][\dot{U}]. \quad (2)$$

Для введения произвольно выбранной точки подключения к сети источника ВГ матрица соединений $[M]$ дополняется одним (последним) столбцом и одной (последней) строкой в связи с тем, что появляется дополнительный узел с источником ВГ и дополнительная ветвь, т.к. вводимым узлом одна линия делится на две. Сама ветвь с источником ВГ в матрице соединений не отражается, а учитывается в виде заданного напряжения на введенном узле.

Из общей система уравнений (2) исключается последняя строка и в результате решения можно получить ЧХ относительно каждой подстанции.

УДК 621.3.048

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

ХАРИСОВ Р.Р., ЧУПИН И.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

В настоящее время существует необходимость анализа опыта эксплуатации диэлектрических материалов, которые уже нашли применение в энергоустановках и исследовании электрических, тепловых и механических характеристик новых современных диэлектрических материалов, которые имеют большие перспективы в будущем. Применение этих материалов позволит уменьшить габариты электроустановок и повысить надежность электроснабжения конечных потребителей. На данном этапе сшитый полиэтилен начинает широко применяться в кабельных конструкциях, где он себя хорошо показал по многим параметрам. Также необходимо широко внедрять элегазовые вводы, высоковольтные выключатели с элегазом или вакуумом, которые также показывают хорошие рабочие характеристики.

В данной статье проделан анализ перспективных диэлектриков, рассмотрены их характеристики; произведен электрический, тепловой, механический расчеты для различных электрических конструкций, изоляция которых выполнена из современных изоляционных материалов, а также произведен сравнительный анализ с теми же конструкциями, но выполненными из диэлектрических материалов, которые эксплуатируются в настоящее время, в частности БМИ.

На основании выполненных расчетов можно сделать выводы о преимуществах и недостатках современных диэлектриков по отношению к устоявшимся «традиционным» видам диэлектриков. Электроизоляционные конструкции типа «сшитый полиэтилен – синтетическое масло» обладают более высокой электрической прочностью, за счет чего в изоляционном остове высоковольтного ввода в радиальном направлении существенно снижается напряженность электрического поля, что позволит в будущем, опираясь на данный вывод и расчеты, приведенные в статье, сделать технически и экономически более оправданный выбор изоляции высоковольтной конструкции.

УДК 621.315

ГИБРИДНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНИЙ

ЗИГАНШИН А.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЛЕЕВ И.М.

В настоящее время во всем мире и в России бурно развиваются научные направления, как преобразования электроэнергетических систем в так называемые интеллектуальные электроэнергетические системы (ИЭС).

Создание таких интеллектуальных электроэнергетических систем, которые трактуется во всем мире как реализация концепции инновационного развития электроэнергетики, кроме решения основной задачи обеспечения современного уровня качества энергоснабжения, позволит снизить потери энергии и существенно повысить надежность системы электроснабжения. Технологическую платформу ИЭС составляют различные современные устройства и технологии на базе силовой электроники и в том числе системы накопления энергии, на базе батарей суперконденсаторов, нетрадиционных источников электроэнергии позволяющие повысить управляемость, надежность и экономичность функционирования Единой Национальной Энергетической системы (ЕНЭС).

В данной работе приводятся результаты научно-исследовательской работы (НИОКР) с Казанской ТЭЦ-2 и КГЭУ по внедрению гибридных накопителей энергии. Гибридный накопитель энергии представляет собой электротехнический комплекс, состоящий из подсистем накопления, согласования, потребления, генерирования электрической энергии и информационных связей между подсистемами. Подсистема накопления состоит из свинцово-кислотных аккумуляторов в цепи оперативного тока, батарей суперконденсаторов и полупроводниковой системы управления.

Установленные гибридные накопители энергии позволили выполнить следующие функции:

- выравнивание графиков нагрузки в сети (накопление электрической энергии в периоды избыточной электроэнергии и выдача в сеть в периоды дефицита);
- обеспечение в сочетании с современными устройствами силовой электроники повышения пределов статической и динамической устойчивости;

- демпфирование колебаний активной и реактивной мощности, снятие или существенное сокращение нерегулярных колебаний в межсистемных линиях электропередачи, повышение вследствие этого пропускной способности линий электропередачи;

- обеспечение бесперебойного питания как собственно подстанций и электрических сетей (собственные нужды), так и особо ответственных потребителей;

- обеспечение стабильной и устойчивой работы децентрализованных и нетрадиционных источников, работающих как автономно, так и в составе ЕНЭС.

УДК 621.315

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ С НЕПРЕРЫВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

ЗИГАНШИН А.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЛЕЕВ И.М.

Актуальность решаемой проблемы заключается в необходимости обеспечения бесперебойного снабжения электроэнергией с качеством соответствующим ГОСТ всех опасных в техногенном плане химических производств. Технологическая составляющая ущерба, возникающего в связи с качеством электроэнергии, определяется в наибольшей степени отклонениями напряжений от допустимых значений, различных для конкретных технологических установок и агрегатов. Особую категорию производств по электроснабжению занимают непрерывные производства синтеза с использованием сжатых и горючих газов[1].

Рассматривая задачи обеспечения высокого уровня надежности электроснабжения, который достаточен для современных, работающих в условиях рынка промышленных предприятий со сложными и непрерывными технологическими процессами, проблема осложняется сохранение устойчивости двигательной нагрузки после кратковременных нарушений (КНЭ).

Схема энергоснабжения ОАО «Казаньоргсинтез» выполнена по типовому и в то же время индивидуальному проекту на уровне 60-х годов прошлого столетия. Поскольку данное производство относится к потребителям 1 и особой категориям в соответствии с ПУЭ, схемы питания

подстанций можно оценить как недостаточно надежными и несоответствующими требованиям ПУЭ. Мощность узлов нагрузки предприятия – 10–200 МВт, большую ее часть составляют мощные синхронные и асинхронные электродвигатели, имеющие предельные нормативы на рабочем напряжении.

Предлагаемые меры затрагивают практику проектирования систем внешнего и внутреннего электроснабжения промышленного предприятия.

Однако в первую очередь необходима стабилизация и бесперебойное энергоснабжение средств автоматического поддержания и программирования технологических процессов, предохранительных, контролирующих и управляемых систем химическими технологическими процессами. Сюда же необходимо отнести системы аварийных защит, борьбы со взрывами, пожарами, выбросами ядовитых и горючих веществ в окружающую среду. Поэтому с повышением надежности электроснабжения предприятия, имеющих электроприемники первой категории и непрерывные технологические процессы, связана одна общая проблема, состоящая в том, что для таких предприятий перерыв питания на несколько секунд или даже на десятые доли секунды ведет к нарушению непрерывного технологического процесса и остановке производства. В то же время кратковременные нарушения электроснабжения (КНЭ) в электрических сетях – короткие замыкания (КЗ), ликвидируемые защитами с восстановлением питания действием АПВ или АВР, – являются неизбежным атрибутом их работы и защитить электрическую сеть так, чтобы в ней вообще не возникали КЗ, практически невозможно. Быстродействие аварийной системы бесперебойного энергоснабжения должно превышать скорости нарастания аварийных ситуаций при посадке напряжения в сети энергоснабжения. Особое быстродействие необходимо с системой АСУТП и аварийных системах защиты. Для промышленных энерговооруженных химических производств компенсации мощностей при посадках энергоснабжения будут составлять мегаватты, что в техническом плане представляет сложную задачу.

Из анализа большого числа подобных аварий на действующем предприятии следует, что аварии явились, как правило, следствием одной причины – при проектировании самого предприятия и их систем электроснабжения, при котором не были учтены воздействия кратковременных нарушений электроснабжения. Поэтому важно ответить на следующие вопросы:

- 1) когда и почему возникла рассматриваемая проблема?

2) как изменяется ее значимость при переходе к рыночным отношениям?

3) с чьей стороны нужно ожидать инициативы в решении проблемы?

4) какие способы решения этой проблемы возможны в настоящее время?

Особенно заметно увеличение интереса крупных промышленных потребителей к собственным электростанциям (газотурбинным, газопоршневым, дизельным и пр.). Здесь немалую роль играет стремление потребителей снизить свою зависимость от внешних КНЭ. Поэтому имеется тенденция использовать собственную электростанцию в режиме автономного электроснабжения.

Литература

1. Михайлов В.В. Надежность электроснабжения промышленных предприятий / В.В. Михайлов. – М.: Энергоиздат, 1982.

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ В ЦЕПОЧКЕ КАСКАДНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

АБДРАХМАНОВ А.Х., ШАРИФУЛЛИН А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Анализ рынка выпускаемых автоматических выключателей на напряжение меньше 1 кВ показал, что применение токоограничивающих автоматов приводит к значительному экономическому эффекту, так как позволяет использовать коммутационные аппараты и элементы цепей, расположенные ниже места их установки, с гораздо меньшими отключающими способностями, а также меньшей термической и электродинамической устойчивостью. Меньшие физические размеры и сниженные требования к характеристикам приводят к значительной экономии и существенному упрощению монтажных работ.

Стоит отметить, что хотя токоограничивающий автоматический выключатель и влияет на нижерасположенные цепи, увеличивая полное сопротивление источника питания при коротком замыкании, он не оказывает такого влияния в любое другое время, например, при включении крупного

электродвигателя. Однако трудность заключается в расчете их отключающей способности ввиду отсутствия данных по токоограничивающим кривым и методов по согласованию нижестоящей коммутационной аппаратуры с вышестоящим токоограничивающим выключателем. Некоторые иностранные производители (напр. Shneider Electric) приводят таблицы совместимости выключателей (регламентируемые МЭК 60947), находящихся в каскаде, однако не имеется информация о правильной совместной работе с аналогичной продукцией других производителей. Таким образом остается открытым вопрос необходимости пересчета уставок последовательных автоматов при их замене.

В работе был произведен расчет отключающей способности автоматов в цепочке каскадного отключения и оценка экономической эффективности от такого каскадирования в отличие от установки одиночных автоматов с увеличенными характеристиками. Расчёт показал целесообразность использования каскадирования только для вновь проектируемых сетей, так как в существующих имеется необходимость замены действующих автоматов на аналоги, совместимые с вышестоящим выключателем.

УДК 621.311

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ. АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

АБДРАХМАНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СИДОРЕНКО С.Р.

В качестве автономных источников питания используются дизельные электростанции (ДЭС). Для обеспечения электроэнергией потребителей I категории надежности электроснабжения (противопожарное оборудование, аварийное освещение, холодильные и морозильные установки складов и т.д.) в случае выхода из строя основного источника электроснабжения предполагается установка двух дизельных электростанций в шумопоглощающих кожухах единичной мощностью, необходимой для обеспечения надежного электроснабжения потребителей I категории. Запуск ДЭС происходит автоматически, переключение питания потребителей от сети на ДЭС выполняется посредством шкафов автоматического ввода резерва питания (АВР). ДЭС предполагается установить на открытой площадке во всепогодном шумопоглощающем

капоте. Дизель-генератор оснащен автоматическим подогревом водяной рубашки двигателя, автоматической подзарядкой аккумуляторных батарей, электронным регулятором выходного напряжения, системой аварийно-предупредительной сигнализации и системой аварийной остановки. Производитель оборудования: FG Wilson.

Источник бесперебойного питания (ИБП). Для особо ответственных потребителей (пожарная и охранная сигнализации, видеонаблюдение, оборудование серверной), перерыв в электроснабжении которых даже на непродолжительное время может привести к потере информации, возникновению аварийных ситуаций, угрозе безопасности людей, порче дорогостоящего оборудования, предусматривается установка источников бесперебойного питания. Для систем охранной и пожарной сигнализаций, информационных, электронных систем, в соответствии с электрической мощностью и характеристиками оборудования предусматриваются индивидуальные ИБП. Тип, мощность ИБП определяются на основании технических заданий смежников. Производители оборудования: APC, Eaton. Российский рынок источников бесперебойного питания продолжает устойчиво расти на 15–20 % в год. Основные направления технологического развития этой категории продуктов связаны с разработкой модульных решений, совершенствованием экономичных режимов, обеспечивающих повышение КПД, и расширением функционала ПО управления – в направлении поддержки виртуализированных сред и интеграции в комплексные системы управления класса DCIM.

УДК 621.315.1

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 35 кВ

АБДУЛВЕЛЕЕВ И.Р., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ Г.П.

На сегодняшний день воздушные линии электропередачи (ВЛ) являются основным средством передачи и распределения электрической энергии в электрических сетях всех классов напряжения. Нарушения в работе ВЛ влекут за собой перерывы в электроснабжении населенных пунктов и крупных промышленных производств, что приводит к сбою важных технологических процессов и нарушениям нормальной жизнедеятельности людей. Надежность работы ВЛ напрямую зависит от

механической надежности ее конструктивных элементов. Более 50 % отказов на линиях (порядка 2 тыс. отказов в год) связано с механическими разрушениями в результате атмосферных воздействий: силы ветра, гололеда и температуры.

Протяженность ВЛ 35 кВ на территории России более 200 тыс. км, большая часть из которых выполнена на стальных решетчатых опорах. Существующие на сегодняшний день методы механического расчета линий позволяют лишь поочередно производить проверку основных конструктивных элементов (опор, проводов, изоляторов и др.) на нагрузку от собственного веса и атмосферных условий. При этом отдельный учет нагрузок не дает целостной оценки состояния линии при заданном эксплуатационном режиме. В результате, ошибки на стадии проектирования приводят к авариям на ВЛ и нарушению электроснабжения потребителей.

Применение комплексного инженерного анализа позволяет решить проблему неполного учета нагрузок при механическом расчете линии еще на стадии проектирования. На базе САПР Ansys Workbench создана блочная модель, одновременно реализующая три инженерных анализа. Модель рассчитывает отклик участка ВЛ 35 кВ на воздействие температурных изменений, вертикальных (от собственного веса элементов и гололеда) и горизонтальных (сила ветра) нагрузок. В ходе проведенных исследований ВЛ 35 кВ на стальных решетчатых опорах получены данные о том, что линии обладают достаточно высокой надежностью по ветровым нагрузкам и могут длительное время эксплуатироваться в I–V районах по ветру. В то же время подобные ВЛ обладают низкой надежностью при воздействии температур ниже 25 °С и образования стенки гололеда более 20 мм, что ограничивает их применение в пределах I–II района по гололеду.

Таким образом, применение комплексного инженерного анализа для оценки надежности ВЛ 35 кВ позволяет выявить критические условия их эксплуатации, а накладываемые ограничения – сократить число аварий на линиях и повысить надежность электроснабжения в целом.

УДК 621.311.4

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПИТАЮЩИХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

АБДУЛХАЛИКОВА А.А., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГАЗИЗОВА О.В.

Основной тенденцией развития металлургической промышленности является усовершенствование технологических процессов различных переделов и связанное с этим повышение энергоемкости как отдельных электроприемников, так и целых цехов. Повышение энергоемкости технологических переделов неизбежно влечет за собой не только развитие собственной энергетической базы, выражающейся в увеличении собственных генерирующих мощностей, но и повышение пропускной способности высоковольтных линий электропередачи, питающих промышленный узел.

В таких условиях возникает необходимость исследования пропускной способности и статической устойчивости питающих линий электропередачи. Данная задача в условиях крупного промышленного предприятия существенно осложняется сложностью конфигурации электрической сети на напряжениях 110 кВ и выше, а также наличием собственных электростанций.

На кафедре ЭПП МГТУ им. Г.И. Носова разработан программный комплекс «КАТРАН», предназначенный для расчета установившихся режимов сетей промышленных предприятий сложной конфигурации, имеющих собственные источники электроэнергии. Основной сложностью его использования в рамках поставленной задачи является учет распределенности параметров протяженных линий электропередачи 110–220 кВ. Часть питающих линий промышленного энергоузла, как правило, обладает длиной менее 30 км и исследование их статической устойчивости можно вести без учета распределенности параметров схемы замещения.

Линии связи с энергосистемой имеют большую длину, следовательно, подобный подход к ним не допустим. Поэтому предполагается исследование статической устойчивости с учетом распределенности параметров и фактических напряжений, поддерживаемых по концам линии.

Результаты исследований позволят оценить пропускную способность линий в условиях действующего промышленного предприятия и

разработать мероприятия, направленные на повышение статической устойчивости системы электроснабжения.

УДК 631.311

АНАЛИЗ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ КРИВОЙ НАПРЯЖЕНИЯ В ХАРАКТЕРНЫХ УЗЛАХ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

АБДУЛВАЛЕЕВА А.Х., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧУРАЕВ Р.Р.

Электрическая энергия является специфическим видом товара и как любой вид продукции характеризуется рядом количественных и качественных свойств, отражающих особенности ее производства, передачи и потребления.

Несинусоидальность напряжения является важнейшим показателем КЭ. В работах отечественных и зарубежных ученых установлено отрицательное влияние несинусоидальности напряжения на работу силового электрооборудования, релейной защиты и автоматику в СЭС промышленных предприятий. Несинусоидальность напряжения, вызываемая ВГ, снижает надежность работы СЭС, срок службы ЭП, приводит к ухудшению качества и недоотпуску продукции, и, в конечном счете, к значительному экономическому ущербу.

Большинство способов восстановления формы питающего напряжения основано на фильтрации или компенсации отдельных гармонических составляющих напряжения.

В настоящее время существуют устройства для улучшения качества электроэнергии. Уменьшить влияние высших гармоник на питающее напряжение удается с помощью специальных активных фильтров, которые подавляют высшие гармоники.

С этой целью разработана математическая модель фильтро-компенсирующего устройства для восстановления формы питающего напряжения, близкой к синусоидальной.

УДК 621.311.68

ВЫБОР СТРУКТУРЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

АЛЬ ДЖУРНИ РАГХАД АЛИ МАДЖИД, ЮРГПУ (НПИ), г. Новочеркасск
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. ЛОБОВ Б.Н.

Основными элементами фотоэлектрической системы электроснабжения являются: солнечные батареи, контроллер заряда, инвертор, блок аккумуляторов и потребитель. Солнечные батареи могут быть единственным источником электроэнергии для потребителей, работать вместе с генератором, вместе с генератором и сетью. По степени связи с центральной системой они разделяются на: автономные системы (А); гибридные батарейно-сетевые системы (Г), соединённые с сетью системы (С). Структура системы определяется её функциями, мощностью потребителей и другими требованиями.

Основными критериями выбора структуры считаем: экономичность, надёжность электроснабжения, качество электрической энергии, гибкость системы, безопасность и удобство эксплуатации, максимальное приближение источников питания к потребителю. Выбор элементов системы электроснабжения осуществляем с учётом требований, предъявляемых к ним со стороны системы. Например, если инвертор будет построен на относительно недорогих низковольтных транзисторах, в системе электроснабжения необходимо предусмотреть повышающий трансформатор, который одновременно будет служить фильтром и гальванической развязкой. Если использовать более дорогие высоковольтные транзисторы, то трансформатор не нужен, а гальваническая развязка осуществляется понижающим трансформатором.

Сравнивая по экономичности, отметим, что системы С имеют наименьшую стоимость, на втором месте стоят системы А, а третьи занимают системы Г. По надёжности электроснабжения на первом месте стоят системы Г, на втором – системы А, на третьем – системы С. По качеству электрической энергии на первое место можно поставить системы Г, на второе – системы А, на третье – системы С. По гибкости системы на первом месте стоят наиболее простые системы С, на втором – системы А, на третьем – системы Г. По критериям безопасность и удобство эксплуатации и максимальное приближение источников питания к электроустановкам потребителя можно сравнивать схемы в пределах каждой их перечисленных выше групп.

Предлагается, построив таблицу векторных оценок для разных вариантов систем, выбор варианта осуществить методом многокритериальной оптимизации Электра или одной из его модификаций.

УДК 621.316.06

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

АРЕФЬЕВ Е.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТАРАКАНОВ В.П.

Среди различных систем, обеспечивающих эффективное функционирование промышленных предприятий, ведущие места принадлежат системам электроснабжения. Основой системы электроснабжения являются электрические сети. В настоящее время одной из основных проблем системы электроснабжения является её низкая надёжность, вызванная значительным износом электрооборудования и питающих сетей. Общий износ электрооборудования на предприятиях нашей страны составляет около 75–80 %. Процесс старения электрооборудования и линий продолжается на протяжении 25 лет.

Повысить надёжность электроснабжения промышленных предприятий можно путём реконструкции и перевооружения схем электроснабжения, с использованием современного оборудования и защиты на микропроцессорной базе. Применение современных технологий приведёт к значительному повышению надёжности систем электроснабжения, а именно:

- значительному сокращению рисков возникновения аварийных ситуаций;

- увеличению уровня безопасности работы персонала;
- уменьшению потерь электроэнергии;
- снижению эксплуатационных расходов.

Таким образом, реконструкция имеющихся схем электроснабжения позволила бы значительно повысить их надёжность и уменьшить эксплуатационные затраты на поддержание работоспособности системы.

УДК 681.5 Б 24

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

БАРИЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СИДОРЕНКО С.Р.

Вентиляция любого здания является важнейшим фактором, обуславливающим его нормальное функционирование и эксплуатацию. Огромное значение в этом имеет сама система вентиляции, ее устройство, параметры, управление. Большинство систем вентиляции работают на автоматическом управлении. Автоматизация вентиляции дает явные преимущества, такие как надежность в защите оборудования, качественное и понятное управление, регулировка температурного режима в помещениях.

Особое внимание в монтаже специалисты всегда уделяют датчикам, ведь именно от их правильной работы зависит точность управления системой вентиляции в автономных режимах.

Перспективно развивающаяся компания ОВЕН представляет широкий спектр оборудования для автоматизации, управления системой вентиляции и кондиционирования. Продукция ОВЕН позволяет встраиваться в оборудование других изготовителей.

Автоматика в системе вентиляции обеспечивает:

- бесперебойную работу системы вентиляции в автоматическом режиме,
- контроль и поддержание необходимой температуры и влажности приточного воздуха,
- обеспечение защиты оборудования в аварийных ситуациях,
- существенное снижение энергопотребления и трудозатрат при эксплуатации вентиляционных систем.

В простых вентиляционных системах автоматизация может осуществляться при помощи специальных блоков автоматики (щитов управления). Такой щит управления обеспечивает функционирование вентиляционного оборудования системы в заранее запрограммированном автоматическом режиме.

В более сложных системах вентиляции применяются модули дистанционного сбора данных.

Качество, надежность и безопасность работы системы вентиляции зависят от правильного выбора автоматики и ее грамотной установки.

УДК 621.316.016.25

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ ПЕРЕДАЧЕ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

БЕЛЯЕВСКИЙ Р.В., КузГТУ, г. Кемерово

Науч. рук. канд. техн. наук, с.н.с. ЕФРЕМЕНКО В.М.

В настоящее время территориальные сетевые организации (ТСО), осуществляющие передачу и распределение электроэнергии, в большинстве случаев отличаются невысокими показателями энергоэффективности. Отсутствие проведения мероприятий по реконструкции электрических сетей в условиях, когда фактическая нагрузка существенно изменилась, приводит к снижению надежности передачи и распределения электроэнергии и росту ее потерь. В результате в отдельных распределительных сетях потери могут достигать 30–50 % от общего объема передаваемой электроэнергии.

В общем случае технологические потери электроэнергии, возникающие при ее передаче по электрическим сетям ТСО, складываются из нескольких составляющих: технических потерь, обусловленных физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии по элементам сети, расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций и потерь, обусловленных допустимыми погрешностями системы учета электроэнергии. В свою очередь, технические потери электроэнергии состоят из условно-постоянных потерь, не зависящих от величины передаваемой мощности (нагрузки), и нагрузочных (переменных) потерь, объем которых меняется в зависимости от величины передаваемой мощности (нагрузки).

Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях ТСО за 2009–2013 гг. показал, что в укрупненной структуре технологических потерь нагрузочные потери составляют около 20 %. Примерно столько же приходится на потери, обусловленные допустимыми погрешностями системы учета. Основную же часть технологических потерь электроэнергии составляют условно-постоянные потери. При этом более 70 % всех условно-постоянных потерь приходится на потери холостого хода трансформаторов. В результате они оказывают значительное влияние на величину норматива технологических потерь электроэнергии и, как следствие, на утверждаемый тариф на услуги по передаче электрической энергии для ТСО. Поэтому важной задачей является определение факторов, влияющих на величину условно-постоянных потерь, с целью их дальнейшего снижения.

УДК 621.3.066:66

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ВАГУРОВА Ю.А., НХТИ КНИТУ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТУМАЕВА Е.В.

В системах электроснабжения нефтехимических предприятий для борьбы с перерывами подачи питания применяются устройства автоматического включения резервного источника питания (АВР). В качестве пускового органа в этих устройствах, как правило, используется орган минимального напряжения. АВР подключает отдельный источник электроэнергии или включает силовой коммутирующий элемент, разделяющий линии питания, при этом перерыв питания может составлять всего 0,3 ... 0,8 с (время срабатывания выключателя).

Опыт работы на нефтехимических предприятиях показывает, что такая выдержка времени действия АВР оказывается неудовлетворительной, если поставлена задача сохранить непрерывность сложных технологических процессов на нефтехимических предприятиях, так как в результате происходит выпадение из синхронизма синхронных двигателей, опрокидывание асинхронных двигателей, отключение контакторов и пускателей напряжением 380 В, отключение частотно-регулируемых приводов и установок электроцентробежных насосов, сбой в работе другой ответственной нагрузки и систем управления.

Эффективно решает проблемы кратковременного нарушения электроснабжения применение систем быстрогодействующего автоматического ввода резерва (БАВР), позволяющих осуществить почти мгновенный переход на резервный источник питания. Основные элементы БАВР, определяющие его эффективность и быстродействие, – это пусковое устройство и коммутационные аппараты, выполняющие переключения. Суммарное время переключения на резервный источник составляет для разных типов выключателей 40–100 мс. Опыт эксплуатации БАВР на нефтехимических предприятиях показал эффективность его внедрения.

УДК 621.316.1.05

КОНЦЕПЦИЯ СОТОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ВАЛИУЛЛИН К.Р., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

В настоящее время наблюдается существенный рост объемов локальной и распределенной генерации электроэнергии, связанной с невозможностью, либо с высокой стоимостью подключения потребителей к электрическим сетям. Подобные тенденции в будущем могут привести к уходу потребителей от сетевых и генерирующих компаний, что приведет к их упадку.

Таким образом, необходимы шаги, которые помогли бы связать малую локальную энергетику с уже существующей, способствуя при этом, развитию энергетики в целом. Таким шагом может служить сотовая энергетика, принцип построения которой во многом схож с принципом работы сотовой связи. Центром соты служит локальный генератор, обеспечивающий электроэнергией потребителей в определенном радиусе вокруг себя. Радиус соты ограничивается возможностью передачи электроэнергии без значительного повышения напряжения. Соты могут перекрываться, обеспечивая питание потребителя от нескольких независимых источников. Этот принцип основывается на уже существующей распределенной энергетике и служит ее логическим продолжением. Существенным отличием является отсутствие в сотовой энергетике общей энергосистемы, так как генераторы отдельных сот могут быть связаны друг с другом только через потребителя. На первоначальном этапе энергетика, построенная по данному принципу, может обеспечить стабильное электроснабжение удаленных потребителей, в перспективе – конкуренцию на рынке электроэнергии, снижение тарифов, увеличение надежности электроснабжения. Сотовая энергетика даст толчок к развитию новых технологий.

УДК 621.316.722

УПРАВЛЕНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

ГАЛИЕВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

В данной работе рассмотрены вопросы автоматизации управления осветительными установками. Сокращение затрат и экономия электроэнергии, которые могут быть получены в соответствии с рекомендованными режимами управления освещением, основываются на современных технических средствах, описанных в работе.

Рассмотрена перспектива развития средств управления, применение которых может способствовать обеспечению дальнейшего рационального использования электроэнергии и затрат в осветительных установках.

Одна из задач, решаемых в этом направлении, – создание аппаратной базы для автоматизации управления осветительными установками. Создание средств и разработка способов управления искусственным освещением, обеспечивающих возможность экономии электроэнергии за счет максимального использования естественного света, является одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности освещения. Разработка средств управления освещением на базе современной техники с использованием микропроцессоров и компьютеров должна стать основой для создания автоматизированных систем управления светом в структуре энергоснабжения крупных потребителей электроэнергии.

Перспективы развития средств управления освещением показывают, что разработка их должна быть продолжена на основе использования последних достижений техники.

УДК 621.31.003

ВЫБОР ЦЕНОВОЙ КАТЕГОРИИ ТАРИФА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ГАЛИЕВА Г.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Для расчета потребителей на электроэнергию с 1 апреля 2012 года Постановлением Правительства РФ № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии» от 4 мая 2012 года (ПП РФ № 442) были введены шесть ценовых категорий тарифа на электрическую энергию.

Впервые в нормативном правовом документе появился механизм образования конечных цен для потребителя со стимулированием его к внедрению устройств для почасового учета.

В зависимости от объема электропотребления, напряжения присоединения, величины потребляемой мощности, пиковой мощности потребителя, попадающую в пиковый час энергосистемы, ЧЧИ ГП, потребления по зонам суток и прочих факторов различия в тарифах достигают двух и более раз.

С этой целью для экономически обоснованного выбора ценовой категории предприятие должно провести глубокий анализ тарифных цен, предлагаемых ГП. Здесь возникают два аспекта: первый – учет воздействия тарифа, соотношения между переменной и постоянной составляющих структуры цены на режим электропотребления предприятия и второй – влияние профиля нагрузки на выбор ценовой категории.

Также ставится вопрос обоснованности тарифов, отражающих колебания в графиках нагрузки, на почасовой учет и планирование (5-я и 6-я категория) при участии крупных потребителей в затратах энергокомпаний на маневрирование мощностью.

Расчеты проводились для крупного промышленного предприятия с потребляемой мощностью 20 МВт по трем ценовым категориям, при реальном на момент расчетов соотношении ставок дифференцированного и двухставочного тарифов.

Результаты проведенных расчетов позволили выявить дополнительно возникающие возможности потребителя, связанные с использованием различных ценовых категорий при особенностях технологического процесса.

УДК 621.315

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА КАК СРЕДСТВО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ГАЛИМОВ Ф.Р., НИИТТ КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ИЗОТОВА П.А.

На современном этапе развития энергетики решение вопроса повышения энергосбережения в различных отраслях народного хозяйства является актуальным.

Анализ путей решения данного вопроса показал, что одним из перспективных направлений энергосбережения является использование солнечной энергии для электроснабжения различных объектов. Если сопоставить отрасли энергетики по нескольким показателям: экономическим, экологическим, ресурсным, а также по показателям безопасности, то результаты сравнения позволяют прийти к выводу, что солнечная энергетика – долгосрочная перспектива, имеющая одно из первостепенных значений.

Теоретический анализ материала по использованию энергии солнца показал, что гелиосистемы позволяют ежегодно экономить традиционное топливо:

- до 75 % для горячего водоснабжения (при круглогодичном использовании);
- до 95 % для ГВС (при сезонном использовании);
- до 50 % для целей отопления;
- до 80 % для целей дежурного отопления.

Проблемы по использованию солнечной энергии в нашем регионе заключаются в технологии сбора энергии и в связи с неравномерностью поступления энергии на гелиоустановки. Поэтому солнечные коллекторы и солнечные батареи применяются или совместно с аккумуляторами энергии, или в качестве средства дополнительной подпитки для основной энергетической установки.

Кроме этого, как показывают результаты исследования применения нетрадиционных источников энергии, солнечная энергетика использует неисчерпаемый источник энергии, является экологически чистой, то есть не производящей вредных отходов. Производство энергии с помощью солнечных электростанций хорошо согласовывается с концепцией распределенного производства энергии.

УДК 631.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СЕТИ ПРИ НАЛИЧИИ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ РАЗЛИЧНЫМИ ПРИЧИНАМИ

ГАРАПШИНА А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧУРАЕВ Р.Р.

Симметричная трехфазная система напряжений характеризуется одинаковыми по модулю и фазе напряжениями во всех трех фазах. При несимметричных режимах напряжения в разных фазах не равны.

Несимметричные режимы в электрических сетях возникают по следующим причинам: неодинаковые нагрузки в различных фазах, неполнофазная работа линий или других элементов в сети, различные параметры линий в разных фазах.

В сетях высокого напряжения несимметрия вызывается, как правило, наличием мощных однофазных электроприемников, а в ряде случаев и трехфазных электроприемников с неодинаковым потреблением в фазах.

Несимметричные токи нагрузки, протекающие по элементам системы электроснабжения, вызывают в них несимметричные падения напряжения, ведущие не только к ухудшению режима напряжения у ЭП, но и к ухудшению условий работы как самих ЭП, так и всех элементов сети, что ведет к снижению надежности работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом.

Согласно действующим нормативным документам и ГОСТам несимметрия напряжений характеризуется следующими показателями:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

В своей работе я составила программу на языке программирования Visual Studio C#, позволяющую вычислить как ток обратной последовательности, так и непосредственно, сам коэффициент обратной последовательности в узлах, при подключении к системе источника несимметрии. Разработанная программа достаточно адаптирована к применению пользователем, имеющим только общие понятия по отдельным дисциплинам направления электроэнергетика и электротехника.

УДК 519.85:621.313

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ПОДСТАНЦИИ

ГАРИПОВ И.Х., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САИТБАТАЛОВА Р.С.

Важнейшим эксплуатационным переходным режимом, обеспечивающим непрерывность технологического процесса, является самозапуск двигателей – это такой режим, при котором двигатели, даже если снизят свою угловую скорость из-за короткого замыкания в сети или из-за переключения на резервный источник питания, не отключаются, а при восстановлении напряжения достигают номинальной угловой скорости.

В настоящее время самозапуск асинхронных и синхронных двигателей применяется для всех основных механизмов собственных нужд электростанций и получает всё большую популярность для ответственных механизмов промышленных предприятий. Обоснованное применение самозапуска двигателей в сочетании со средствами автоматики приводит к повышению надёжности электроснабжения и уменьшению простоев механизмов.

Как известно, при понижении угловой скорости изменяется сопротивление двигателя, что в свою очередь приводит к прохождению повышенных токов, вызывающих дополнительный нагрев и механические усилия в момент подключения к источнику питания. Поэтому производились массовые отключения двигателей от защиты минимального напряжения и максимальной токовой защиты.

Однако отключения двигателей во время короткого замыкания и при восстановлении напряжения в сети, которое может вызвать расстройство технологического процесса, ничем не обосновано. Поэтому очень важна правильная оценка схемы пуска, возможности самозапуска и его обеспеченности соответствующими устройствами защиты и автоматики основываясь на анализе переходных режимов пуска и выбега. Что и является целью математического моделирования самозапуска двигателей подстанции.

Используя пакеты прикладных программ для задач технических вычислений типа MATLAB, можно решить проблему самозапуска двигателей подстанции. Моделируя переходные процессы при разных технических условиях можно получить данные о быстром, благоприятном и дешевом самозапуске двигателей, а так же о необходимых средствах автоматики.

УДК 621.315.615.2

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

ГИБАДУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИВШИН И.В.

Силовые трансформаторы являются одним из значимых и капиталоемких элементов энергосистем.

В данной работе была проведена обработка результатов физико-химического и хроматографического анализов эксплуатационного трансформаторного масла объектов ОАО «Татнефть» за последние 5 лет (с 2008 по 2013 год). Электрохозяйство предприятия насчитывает более 300 маслonaполненных трансформаторов напряжением 35/10 кВ и 110/35/10 кВ, причем подавляющее количество из них с напряжением 35/10 кВ. Территориально предприятие разбито на 9 цехов: Азнакаевский ЭЭЦ, Альметьевский ЭЭЦ, Бавлинский ЭЭЦ, Джалильский ЭЭЦ, Елховский ЭЭЦ, Лениногорский ЭЭЦ, Нурлатский ЭЭЦ, Прикамский ЭЭЦ, Ямашский ЭЭЦ. Массивы данных анализировались в пределах одного территориального цеха и за одинаковый период времени с целью повышения однородности данных.

В ходе обработки были построены законы распределения показателей трансформаторного масла. Следующим этапом статистической обработки результатов было определение числовых характеристик, таких как: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, максимальное, минимальное значение и наиболее вероятное значение исследуемых величин. Далее был рассчитан коэффициент корреляции (определена корреляция между параметрами).

Альтернативой комплексному диагностическому обследованию может служить технология диагностики посредством ранжирования оборудования по техническому состоянию и определение части оборудования, действительно нуждающейся в комплексном обследовании. Технология ранжирования может быть основана как на опыте эксплуатации однотипного оборудования, так и на определении наиболее вероятных дефектов трансформаторов и степени их опасности для данной конструкции в данных условиях эксплуатации.

УДК 621.316.172

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В БЫТУ

ГУСЕВ С.О., КузГТУ, г. Кемерово
Науч. рук. доц. ДОЛГОПОЛ Т.Л.

С каждым годом объемы электропотребления в быту увеличиваются. В представляемой работе проведено исследование динамики роста объемов электропотребления на бытовые нужды.

Несмотря на то, что тарифы на электроэнергию для населения с каждым годом увеличиваются, они все равно остаются низкими.

Для уменьшения объемов перекрестного субсидирования в России делаются попытки уменьшить электропотребление жилых и общественных зданий, как запретительными мерами по использованию неэффективных источников света, введением различных видов тарифных меню, так и за счет увеличения тарифов на электроэнергию, потребленную сверх социальной нормы.

Введение социальной нормы на электроэнергию в некоторых «пилотных» регионах России вызвало крайне негативную реакцию населения.

В связи с этим, в работе проведены исследования о влиянии различных факторов на объемы электропотребления в быту. Целью данного исследования является получение объективных данных об объеме потребляемой электрической энергии в зависимости от площади квартиры или дома, сезона (продолжительности светового дня), числа проживающих в квартире (доме).

В нашей стране, к сожалению, отсутствует культура экономного расходования электрической энергии в быту.

Поэтому, еще одним направлением проводимого исследования является анализ зарубежного опыта по мотивации энергосбережения в быту и возможности его использования в нашей стране.

Только внедрение новых тарифных схем, увеличение числа информационных программ, пропагандирующих использование энергосберегающих технологий в быту, а также компенсация затрат на приобретение энергоэффективной бытовой техники и источников света, может привести к значительному снижению объемов электропотребления бытовыми потребителями.

УДК 621.313.1

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

ДУГЛАВ В.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Наиболее распространенным типом асинхронного однофазного электродвигателя является двигатель с двумя статорными обмотками. Первая и вторая обмотки идентичны по количеству витков, но последовательно с одной из обмоток включают конденсатор. Конденсатор обеспечивает сдвиг фаз между обмотками для образования вращающегося магнитного поля для ротора.

Основным способом управления таким двигателем, применяемым в настоящее время, является частотный способ. Этот способ реализуется с помощью специальных приборов, называемых ШИМ инверторами. Эти инверторы, в свою очередь, бывают однофазными и трехфазными, что определяется количеством пар силовых выходов для управления обмотками двигателя. Для управления однофазным двигателем может быть применен как однофазный, так и трехфазный инвертор.

Фазовое управление с помощью симисторного регулятора (диммера) – метод самый «древний», он обусловлен отсутствием до недавнего времени в широкой продаже частотных регуляторов и их относительно высокой ценой. При таком управлении обмотки двигателя остаются включенными параллельно. Одна из обмоток включена последовательно с фазосдвигающим конденсатором. К точкам параллельного соединения обмоток подключается симисторный регулятор. На выходе этого регулятора формируется однофазное напряжение с постоянной частотой (50 Гц) и регулируемым среднеквадратическим значением. Это происходит за счет регулирования напряжения открывания симистора, т.е. изменяется время открытого состояния симистора за период следования сетевого напряжения. Момент на валу двигателя, при таком регулировании, будет снижаться пропорционально напряжению, критическое скольжение будет неизменным.

УДК 658.26:621.315 (469.1)

ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ ОСОБО ОТВЕТСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОВАЛАХ НАПРЯЖЕНИЯ

ЖУРАВЛЁВ П.Ю., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ Г.П.

К особо ответственным электроприёмникам металлургической промышленности относятся, в частности, электротехнические комплексы непрерывной обработки полосы – это листовые станы горячей прокатки, агрегаты непрерывного горячего цинкования, травильные линии и т.д.

Провалы питающего напряжения приводят к нарушениям технологического процесса с последующим длительным восстановлением [1].

Существует несколько способов повышения живучести ответственных потребителей за счёт ограничения воздействий провалов напряжения; по способам реализации можно выделить следующие, наиболее эффективные:

- резервирование питающих линий и использование быстродействующих АВР (БАВР) с микропроцессорным управлением;
- применение автономных (резервных) источников питания в виде газотурбинных, дизельных станций;
- использование кинетической энергии регулируемых электроприводов для безаварийного останова непрерывных производств при провалах напряжения.

Последний способ является наиболее перспективным для применения в существующих интеллектуальных системах управления мощными активными выпрямителями (AFE), которые используются на современных прокатных станах горячей и холодной прокатки.

[1] – Абдуллазянов Э.Ю., Забелкин Б.А. Ограничение провалов напряжения в системах промышленного электроснабжения // Промышленная энергетика, 2009, № 8.

УДК 621.311

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

ИВАНОВ Д.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

Необходимость научного подхода к управлению системами электроснабжения крупных предприятий, применения автоматизированных систем управления с использованием управляющей вычислительной техники диктуется сложностью современных систем электрооборудования, наличием разнообразных внутренних взаимодействующих связей, а также недостаточно высокими характеристиками надежности эксплуатируемых устройств автоматики, а с другой стороны возможностью отрицательного влияния крупных потребителей на работу энергосистемы.

Системе электроснабжения крупного предприятия свойственно наличие глубоких внутренних связей, не позволяющих расчленять системный, комплексный подход, учитывающий взаимовлияние факторов, и учет их динамичности. Под влиянием разнообразных возмущений происходит непрерывное изменение состояния системы.

Оптимальное качественное функционирование производственных процессов в сочетании с оптимальным функционированием распределительных сетей может дать дополнительные средства за счет сокращения непроизводительных расходов. Задачи оптимального функционирования сетей должны решаться с точки зрения системного подхода.

В ряде случаев при дефиците мощности в системе электроснабжения более выгодным оказывается понижение напряжения на 5 %–10 % по сравнению с номинальным.

Системный подход при решении оптимизационных задач качественного функционирования сетей предполагает управление качеством электроэнергии, направленное на уменьшение ее потерь, а так же на повышение производительности механизмов и качества выпускаемой продукции.

УДК 621.31

О МЕТОДАХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

ИВАНОВА З.Г., МАРГУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЫБАКОВ Л.М.

Современные существующие методы диагностирования электроустановок принципиально не изменились и развиваются в сторону уточнения традиционно принятой методики. Достоверность оценки по результатам испытаний в настоящее время недостаточна. Прогнозировать вероятность отказов и остаточное время работоспособности оборудования такими методами невозможно. Анализ показывает, что основными причинами недостаточной эффективности имеющихся методов диагностирования являются следующие:

1. Существующие методы проверок не согласованы должным образом с показателями надежности и наиболее характерными причинами отказов оборудования.

2. Диагностические параметры и принятые пределы ухудшения состояния изоляции не согласованы в достаточной степени с электрической прочностью.

3. Недостаточно изучены физико-химические процессы старения оборудования, влияющие на изменение диагностических при ухудшении соответствующих свойств объекта испытания.

4. Диагностирование выполняется на отключенном оборудовании, что ухудшает достоверность диагностических признаков по сравнению с работающим оборудованием (напряженность электрического поля, температура).

Необходимо предложить новые технические решения для автоматизированного контроля за изменением состояния электрооборудования под рабочим напряжением с обоснованием и использованием новых диагностических признаков, учитывающих изменение физико-химических параметров, происходящих в электроустановках при их длительной эксплуатации с внедрением программного обеспечения для обработки полученных результатов с построением графиков диагностических признаков и сравнением с результатами предыдущих испытаний и расчетом динамики изменения состояния, т.е. прогнозирование работоспособности электроустановок.

УДК 621.311

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ В РАСЧЕТАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ИОНЦЕВА О.А., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, асс. АНЧАРОВА Т.В.

Электрические нагрузки являются исходными данными для решения сложного комплекса технических и экономических вопросов, возникающих при проектировании электроснабжения современного промышленного предприятия. Определение электрических нагрузок составляет первый этап проектирования любой системы электроснабжения и производится с целью выбора и проверки токоведущих элементов и трансформаторов по нагреву и экономическим соображениям.

Существует проблема завышения расчетной мощности. В работе рассмотрены вопросы, которые помогают решить вышеуказанную проблему.

Рассмотрим три силовых пункта (СП). Первый СП имеет шесть отходящих линий, второй и третий СП – по семь отходящих линий. Предлагается произвести расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм двумя способами и выявить разницу в расчетах. Первый заключается в том, что все электроприемники трех силовых пунктов как будто запитаны от одного СП. Второй способ заключается в том, что три силовых пункта запитаны по магистрали (т.е. цепочкой). В результате расчетов выяснилось, что эффективное число электроприемников в первом случае больше, чем во втором. Следовательно, расчетная мощность и ток, найденные по первому способу, меньше, чем во втором способе.

Выводы:

- если использовать первую методику расчета, то затраты на покупку кабельной продукции и коммутационной аппаратуры будут ниже, по сравнению со вторым способом;

- с увеличением количества силовых пунктов погрешность в расчетах возрастает;

- срок службы резко сократится, если будет произведен неправильный выбор оборудования. Если выбрано сечение кабеля по первой методике, а в действительности будет протекать ток, близкий к току, рассчитанному по второй методике, то срок службы сократится с 20 лет до 2-х месяцев.

- для обеспечения надежной работы системы электроснабжения необходимо производить расчет по второй методике.

От правильной оценки ожидаемых электрических нагрузок зависит рациональность выбора схемы и всех элементов системы электроснабжения и ее технико-экономические показатели (капитальные вложения, ежегодные эксплуатационные расходы, приведенные затраты, расход цветного металла и потери электроэнергии).

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ С НИЗКООМНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ

ИСАКОВ Д.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, преп. ИСАКОВ Р.Г.

В мировой практике эксплуатации сетей среднего напряжения давно используется режим заземления через резистор. Данный режим заземления нейтрали для России новый и мало используется в сетях 6–35 кВ.

Преимущества заземления нейтрали через низкоомный резистор по сравнению с изолированной нейтралью:

- отсутствие дуговых перенапряжений высокой кратности и многоместных повреждений в сети;
- исключение феррорезонансных процессов и повреждений трансформаторов напряжения;
- практически полное исключение возможности перехода однофазного замыкания в многофазное;
- простое выполнение чувствительной и селективной релейной защиты от однофазных замыканий на землю.

Сопротивление резистора выбирают наименьшим, исходя из двух условий:

- резистор должен создавать ток не менее емкостного тока ОЗЗ;
- обеспечение селективного срабатывания защит на отключение ОЗЗ.

На данный момент в России низкоомное заземление нейтрали начинается только применяться, а, следовательно, возникают вопросы по выбору параметров срабатывания защиты от замыкания на землю.

Моделирование сети с низкоомным заземлением нейтрали в среде Matlab Simulink позволит выполнить анализ переходных процессов при замыканиях на землю. Полученная компьютерная модель поможет в

исследовании работы токовых защит при однофазных замыканиях на землю, что позволит дать рекомендации для расчётов параметров срабатывания при проектировании сетей с низкоомным заземлением нейтрали.

УДК 621.31

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

КАЗАНОВ М.С., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.В.

Внедрение распределенной генерации (РГ) на действующих объектах обусловлено рядом технических и экономических факторов, обуславливающих известные преимущества децентрализованного энергоснабжения. Однако при этом нельзя оставлять без внимания и проблемы, и барьеры для внедрения дополнительных источников питания.

При внедрении собственного источника питания часто переход осуществляется поэтапным введением генерируемых мощностей с итоговым созданием энергоблока из нескольких установок, работающего параллельно с энергосистемой. Проведенные автором исследования показали, что в данном случае наблюдается существенное увеличение токов короткого замыкания в точках на различных уровнях системы электроснабжения (СЭС), что вызывает необходимость проверки параметров электрооборудования в изменившихся условиях функционирования и ставит вопрос о реконструкции СЭС. Особенно важной является проверка работоспособности и уставок коммутационного и защитного оборудования, устройств автоматики.

Для потребителей, имеющих в составе электрохозяйства распределительные сети нескольких классов напряжения, встает вопрос о рациональности подключения объектов РГ на конкретном уровне электроснабжения. Особенно ощутимой эта проблема становится на предприятиях с четким системным разделением производственной (наиболее энергоемкой) и административно-бытовой части электропотребления. С точки зрения влияния на режимы электроснабжения и оборудование существующей СЭС, а также экономической составляющей внедрения, решение данного вопроса является отдельной задачей, касающейся изучения структуры и характеристик электропотребления.

Выбор мощности, точки подключения и количества установок в энергоблоке, а также исследование необходимости реструктуризации энергопотребления и корректировки параметров электрооборудования СЭС являются необходимыми задачами исследований при внедрении объектов РГ.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ КРИВОЙ НАПРЯЖЕНИЯ

КУЗНЕЦОВ Р.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Надежность и эффективность работы электрооборудования зависит от качества электроэнергии в распределительных сетях. В целом научно-техническая проблема качества электрической энергии достаточно обширна и включает в себя изучение источников и видов помех в электрических сетях, способы воздействия и восприимчивости различного оборудования к качеству электроэнергии, изучение способов и технических средств обеспечения качества электроэнергии, разработку нормативных документов, определяющих допустимые уровни показателей качества электроэнергии, а также разработку средств и методов измерения показателей качества электрической энергии. В данной работе рассматриваются вопросы обеспечения качества электроэнергии непосредственно в узлах нагрузок распределительных сетей. В последнее время данная проблема стала наиболее актуальной в связи с широким внедрением силовой электроники как наиболее эффективного средства обеспечения требуемых режимов работы электромеханических и технологических комплексов.

Таким образом, проблема улучшения качества электрической энергии существует и требует новых решений по разработке технических средств, повышающих качество электроэнергии, а также принципов их управления.

Для достижения поставленной цели ставились и решались следующие задачи:

1. Исследовались существующие способы и технические средства для улучшения качества электроэнергии в системах электроснабжения;
2. Разработаны программы для расчета и оценки дополнительных потерь в основных элементах систем электроснабжения от влияния высших гармонических составляющих тока и напряжения;

3. Произведена оценка эффективности использования активного фильтра гармоник в системах электроснабжения для улучшения качества электрической энергии.

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ТОК ПОДПИТКИ ОТ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ

КУКСОВ С.В., НИКОЛАЕВА И.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Обычно токи короткого замыкания (КЗ) в системе электроснабжения возникают при отстающем коэффициенте мощности $\cos\varphi$. Однако в узлах с высоковольтными двигателями, в зависимости от типов двигателей и их соотношения токи КЗ могут возникать при отстающем, опережающем и даже нулевом коэффициенте мощности. Стандарты по расчету токов КЗ основаны на значениях параметров режима, которые обычно считаются типичными для большинства силовых систем (при отстающем коэффициенте мощности, номинальных характеристиках двигателей). Вероятность возникновения такого тока крайне мала, и в нормальных обстоятельствах токи короткого замыкания гораздо ниже предельной отключающей способности выключателя. С другой стороны в нынешних условиях снижения промышленного производства нередки случаи, когда работа оборудования на соответствует на рассчитанное производителем. Такой нештатный режим эксплуатации электродвигателей, с неполной загрузкой по мощности (активной), характеризуется снижением $\cos\varphi$ и увеличением тока КЗ. Именно по этим причинам была введена новая характеристика – номинальная эксплуатационная отключающая способность.

Таким образом, представляется достаточно сложным определить отключающую способность оборудования; т.к. для одного и того же устройства в соответствии со стандартом устанавливаются разные значения отключающей способности (с учетом этих дополнительных параметров).

Вопрос влияния режима работы высоковольтных двигателей, соотношения в узлах нагрузки между асинхронными и синхронными двигателями на рабочий ток отключения становится особенно актуальным в связи с все возрастающими требованиями к выбору уставок устройств защиты.

В результате исследований с помощью программы, использующей специальные кривые для различных типов электродвигателей, были получены зависимости тока КЗ в произвольный момент времени, учитывающие факторы системы электроснабжения и характеристики двигателей.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

КУНАКБАЕВ Я.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Данная работа рассматривает вопрос увеличения энергоэффективности оборудования на предприятиях. Энергоэффективность систем электроснабжения включает эффективность системы освещения, электротехники и электроники, электрических сетей, электрических машин и аппаратов промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Предлагается установить систему компенсации реактивной мощности на подстанциях 0,4 кВ, что снизит нагрузку на электрические сети. Установка светодиодных светильников позволит повысить условия труда и качество продукта. Внедрение эффективных электродвигателей и оптимизация систем электродвигателей, установка новых электродвигателей, соответствующих классу высокоэффективных; отказ от перемотки старых двигателей; замена старых двигателей на высокоэффективные двигатели.

Выполнение требований к повышению энергоэффективности позволит уменьшить затраты на электроэнергию, повысить качество отпускаемой продукции и понизить вероятность выпуска бракованной продукции, а так же продлить срок службы оборудования.

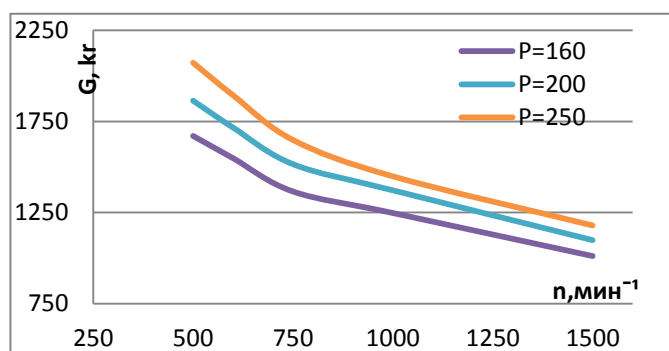
УДК 621.313.322

ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ВЕТРО- И ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

КУСНАДИ С., УГАТУ, г. Уфа

Научн. рук. канд. техн. наук, доц. АФАНАСЬЕВ Ю.В.

На установках ВЭУ и МГЭС частота вращения турбин ограничена скоростью ветрового и ветряного потоков. Силовая электрическая часть установок, основным элементом которых является генератор, определяет их металлоемкость и стоимость.



При проектировании установок сравниваются варианты компоновки: тихоходного генератора с непосредственным приводом от турбины и быстроходного генератора с приводом через мультипликатор.

Зависимость массы машины от частоты вращения

Чаще всего наименьшие вес и габариты являются предпочтительными для установок с компоновкой любого типа.

В задачах оптимизации конструкции необходим анализ существующих конструкций генераторов и возможностей создания специальных машин для применения на данных установках.

Работа посвящена такому анализу по сравнительным характеристикам тихоходных и быстроходных электрических генераторов и мультипликационных приводов. Рассматривались синхронные генераторы классического типа для исполнения IP 23 мощностью: 160, 200 и 250 кВт и для частот вращения 500, 600, 750, 1000, и 1500 об/мин. В данной публикации приведены результаты численного анализа зависимости массы машины от частоты вращения.

Выводы

1. Масса при увеличении частоты вращения от 500 до 1500 об/мин машин мощностью 160 кВт уменьшается в 1,65 раза, 200 кВт – в 1,70 раз, и 250 кВт – в 1,76 раза.

2. Полученные данные могут быть использованы в задаче технико-экономического обоснования применения синхронных генераторов в автономных агрегатах.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА ПРИ РАБОТЕ МОЩНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ

ЛАКИЕНКО С.В., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. КОРНИЛОВ Г.П.

В настоящее время в связи с повсеместным распространением преобразовательной техники, ростом единичных мощностей преобразователей и повышением в целом доли нелинейной нагрузки, проблемы обеспечения качества электроэнергии стали приобретать значение приоритетных, требующих первоочередного решения.

Вентильные преобразователи широко применяются для преобразования электрической энергии, вырабатываемой и передаваемой в виде переменного напряжения стандартной частоты в электрическую энергию другого вида – в постоянный ток или переменный ток с нестандартной или изменяемой частотой. Мощные вентильные преобразователи составляют основную часть регулируемых электроприводов листовых прокатных станов, электротермических и электротехнологических установок, а их работа часто осуществляется в режиме глубокого регулирования с резкопеременной нагрузкой.

Вентильные преобразователи состоят из нелинейных элементов: тиристоров, диодов и транзисторов. Поэтому они, как электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками, потребляют из сети несинусоидальные токи при подведении к их зажимам синусоидального напряжения. Токи высших гармоник, проходя по элементам сети, создают падения напряжения в сопротивлениях этих элементов и, накладываясь на основную синусоиду напряжения, приводят к искажениям формы кривой напряжения в узлах электрической сети. Следствием этого является возникновение дополнительных потерь в источниках и приемниках электроэнергии, преждевременный выход из строя электрооборудования, ускоренное старение изоляции и т.д.

В связи с вышеперечисленными факторами, исследование гармонического состава тока и напряжения, а также способы и методы

уменьшения искажений кривых тока и напряжения имеют важное научное и практическое значение. Кроме того актуальной задачей является исследование влияния параметров сети и параметров вентиляльных преобразователей на качество электрической энергии.

Таким образом, данная тема является актуальной и нуждается в дальнейшем всестороннем экспериментально-теоретическом исследовании.

УДК 621.3.051.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

ЛАПШИНА Ю.Е., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РАГУТКИН А.В.

В последнее время все больший интерес для исследований представляет развитие систем электроснабжения на постоянном токе. Сети постоянного тока нашли широкое распространение при обеспечении бесперебойной работы оборудования, в системах электроснабжения транспорта, телекоммуникаций, интеллектуальных сетях (Smart Grid). В рамках реализации концепции Smart Grid предлагается переход к сетям постоянного тока, в частности для систем светодиодного освещения, так как светодиоды являются потребителями постоянного тока и обычно имеют высокоэффективные источники питания постоянного тока.

Многочисленные исследования в области электроснабжения на постоянном токе, проводимые европейским консорциумом «Direct Current Components and Grid» и североамериканским Emerge Alliance, которые являются лидерами в сфере внедрения микросетей постоянного тока в современные системы электроснабжения, показывают существенный эффект экономии электроэнергии. Помимо этого, преимущества перехода от переменного тока к постоянному в сетях освещения обусловлены многими факторами, такими как:

- снижение стоимости и повышение надежности управляемых светильников, за счет оптимального режима работы драйверов светодиодов, питающихся от постоянного тока;

- возможность использования альтернативных (фотоэлектрических панелей, ветрогенераторов).

В качестве объекта дальнейшей разработки и исследования принята система искусственного освещения офиса малого инновационного предприятия ООО «МИП Смарт Энерджи», созданного на базе кафедры ЭПП ФГБОУ «НИУ «МЭИ».

УДК 621.313.33

ОЦЕНКА СРОКА СЛУЖБЫ МНОГОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

ЛОГАЧЁВА А.Л., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАФИН Ш.И.

Важной характеристикой любого устройства является его долговечность. Показателями долговечности электрических машин являются средний ресурс и средний срок службы. Большинство отказов электрических машин связано с повреждением изоляции обмоток статора. Следовательно, эксплуатационный ресурс двигателя зависит от состояния его изоляции и диапазона влияющих на нее факторов. Основными факторами, определяющими старение изоляции, являются температура, термомеханические и электродинамические усилия, электрическое поле и факторы окружающей среды. Оценку долговечности изоляции и ресурса электродвигателя, работающего в продолжительных режимах, целесообразно проводить на основе анализа процессов нагрева изоляции обмотки статора.

Так как фазный ток двигателя обуславливает основной нагрев внутренних элементов двигателя, снижение его величины положительно сказывается на состоянии изоляции обмоток. Снижение фазного тока без повышения класса напряжения двигателя, его габаритов и снижения номинальной мощности возможно при увеличении количества фаз статора.

Оценка ресурса изоляции многофазного асинхронного двигателя мощностью 500 кВт с количеством фаз статора m равным 24, дала следующие результаты:

- объем воздуха, обеспечиваемый системой охлаждения, в 9,5 раз превышает требуемый в номинальном режиме, что позволяет повышать температуру внутри двигателя в 9,5 раз;
- так как температура обуславливается потерями, зависящими от величины фазного тока квадратично, допустимое повышение фазного тока по условиям нагрева составляет 3,09;

- номинальная плотность тока в обмотке составляет $2,2 \text{ А/мм}^2$. С учетом допустимой плотности тока для медных проводов 5 А/мм^2 , запас на повышение фазного тока составляет 2,27.

Ввиду того, что в номинальном режиме элементы обмотки двигателя «недогружены», интенсивность потока отказов снижается, а, следовательно, увеличивается наработка на отказ и средний ресурс двигателя.

УДК 658.26:621.315 (469.1)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА «ММК-METALURJI»

ЛОЖКИН И.А., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НИКОЛАЕВ А.А.

Металлургический завод ММК-Metalurji построен в Турции за относительно короткий промежуток времени в 2007–2010 годах при совместном финансировании российской и турецкой сторон. Завод предназначен для производства тонколистовой продукции, в том числе глубокой переработки – лист оцинкованный и с полимерным покрытием.

Одной из особенностей системы электроснабжения металлургического завода «ММК-Metalurji» является электроснабжение завода, которое осуществляется по одной транзитной линии 380 кВ.

На главной понизительной подстанции завода установлены 4 трансформатора мощностью 155 МВА, два из которых предназначены для питания электроприемников электросталеплавильного цеха (ЭСЦ), а два других – для остальных производственных механизмов.

Отсутствие надежного резервирования по питанию и слабая защищенность протяженных воздушных линий от повреждений и перенапряжений существенно снижают живучесть высокоточных механизмов непрерывного действия, особенно это касается электроприемников прокатных станков и травильных линий.

В работе рассматривается способ повышения надежности электроснабжения металлургического завода «ММК-METALURJI», за счет использования источника аварийного электроснабжения в виде газотурбинной установки (ГТУ). Особенность аварийного источника заключается в постоянной работе на приемники первой и особой категории, а в случае аварийной ситуации приемники особой категории остаются в нормальном режиме работы без каких-либо переключений.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕХОВОЙ СЕТИ

МАРОЧКИН А.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

К надежности цеховых систем электроснабжения ряда производств предъявляются повышенные требования. Это определяется тем, что даже кратковременные внезапные перерывы энергоснабжения таких производств, могут привести к глубокому расстройству технологического процесса и большим материальным потерям. Поэтому возникает задача оценки характеристик надежности цеховых сетей.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения его эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортировки.

При исследовании участка цеховой сети цеха пластмасс ОАО «Хитон» определим его показатели надежности.

При этом исходными данными являются показатели интенсивности отказов элементов оборудования. Законы изменения вероятностных параметров рассматриваемых элементов цеховой сети аппроксимируются экспоненциальным законом распределения. Выявим влияние некоторых видов низковольтных коммутационных аппаратов на характеристики надежности цеховых сетей и определим показатели надежности схемы с учетом и без учета некоторых видов коммутационных аппаратов.

Рассмотрим варианты влияния коммутационных аппаратов на характеристики надежности цеховой сети с действующими коммутационными аппаратами в случае замены аппаратами нового поколения.

При исследовании показателей надежности цеховой сети было рассмотрено 2 варианта – это цеховая сеть с действующими автоматическими выключателями АЕ2056, АЕ2046 и случай замены аппаратами нового поколения ВА57-35. Определялись показатели надежности схемы замещения с учетом и без учета некоторых видов коммутационных аппаратов. В результате расчета установлено, что заменив существующие автоматические выключатели, надежность сети увеличилась на 30–40 %.

УДК 621. 316. 172

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТАРИФА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

МОИСЕЕВА В.Д., КузГТУ, г. Кемерово

Науч. рук. доц. ДОЛГОПОЛ Т.Л.

Проведенный анализ зарубежного опыта по мотивации энергосбережения в быту показал, что одним из факторов, стимулирующих более экономное расходование электрической энергии, являются различные виды тарифов на электроэнергию, предлагаемые на выбор населению.

В представленной работе проанализированы виды тарифов и динамика их роста в различных регионах России за несколько последних лет. Как показали исследования, только при появлении дифференцированных тарифов, они были наиболее выгодны населению России. Далее прослеживается тенденция значительного повышения стоимости электроэнергии для этих видов тарифов.

Для определения стоимости электрической энергии при использовании разных тарифов в квартирах с газовой и электрической плитой в течение месяца фиксировались показания счетчиков в определенные временные зоны. Для разных видов тарифов была рассчитана стоимость электроэнергии по тарифным меню шести регионов Сибири.

Согласно расчетам, в четырех исследуемых регионах, включая Кузбасс, одноставочный тариф оказался более выгоден для населения. В Омской и Томской областях оплата за электроэнергию по дифференцированным тарифам оказалась чуть меньше, чем при выборе одноставочного тарифа. Однако возможность выбирать тариф на электроэнергию есть при условии, что квартиры или дома оборудованы многотарифными счетчиками. При существующих в настоящее время тарифах, даже в тех областях, где дифференцированные тарифы оказались более выгодными, срок окупаемости нового прибора учета будет весьма длительным, даже при условии, что разница в соотношении тарифных ставок останется на прежнем уровне.

Очевидно, что дифференцированные тарифы будут более выгодными в случае переноса работы электроприборов из дневной зоны в ночную и, соответственно из пиковой – в полупиковую и ночную. Для того чтобы определить точное соотношение электропотребления в этих зонах, при котором дифференцированные тарифы будут оптимальны, была создана программа «Выбор оптимального тарифа на электроэнергию»,

которая также позволяет сравнить тарифы на электроэнергию для любого числа регионов России и выбрать наиболее выгодный тариф в зависимости от графика электропотребления.

УДК 621.313

НЕСООТВЕТСТВИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ЕГО МИНИМАЛЬНЫМ ПОТЕРЯМ

МУХАМЕТЗЯНОВА А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

Коэффициент полезного действия трансформатора (КПД) – отношение отдаваемой мощности P_2 к мощности P_1 поступающей в первичную обмотку:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}.$$

Из опытов холостого хода и короткого замыкания получено, что

$$\Delta P_{\text{ст}} = P_{\text{хх}}, \quad \Delta P_{\text{м}} = R_{\text{к}} I_1^2 = k_3^2 P_{\text{кз}}, \quad \text{где } k_3 = \frac{I_1}{I_{1.\text{ном}}} - \text{коэффициент}$$

загрузки. С учетом подстановок:

$$\eta = \frac{k_3 S_{\text{ном}} \cos \varphi}{k_3 S_{\text{ном}} \cos \varphi + P_{\text{хх}} + k_3^2 P_{\text{кз}}}.$$

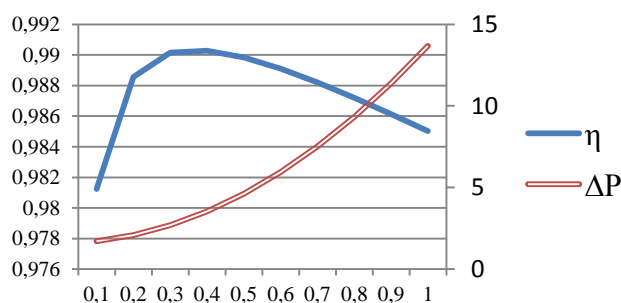
Приравняв нулю производную $d\eta/dk_3$, получим:

$$k_3^2 P_{\text{кз}} = P_{\text{хх}}.$$

Оптимальный коэффициент нагрузки

$$k_3 = \sqrt{\frac{P_{\text{хх}}}{P_{\text{кз}}}}.$$

Обычно для трансформатора $\frac{P_{\text{хх}}}{P_{\text{кз}}} = 0,25 - 0,5$ и, значит, $k_3 = 0,5 - 0,7$.



Зависимость η и ΔP от k_3 для трансформатора ТМ 1000

Таким образом, максимальный КПД трансформатора будет при нагрузке 50–70 % от номинальной мощности, при этом потери не равны минимальному значению.

УДК 620.3

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

МУХАМЕТШИН А.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СИДОРЕНКО С.Р.

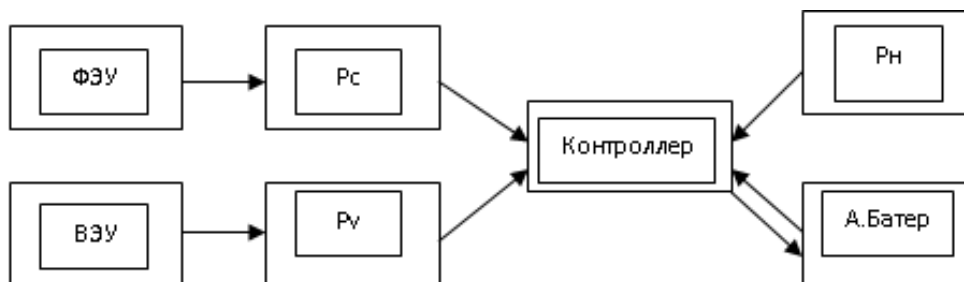
В настоящее время в связи с ограниченностью ископаемых ресурсов истощается, приобретает все большую популярность использование альтернативных источников энергии.

К серьезным недостаткам возобновляемых источников энергии (ВИЭ), ограничивающих их широкое практическое применение, относятся невысокая плотность энергетических потоков и их непостоянство во времени и, как следствие этого, необходимость значительных затрат на оборудование, обеспечивающее сбор, аккумулирование и преобразование энергии.

Комбинированные выработки электроэнергии на ветровой и солнечной энергии являются привлекательным решением для изолированных регионов с ежегодно высоким уровнем энергии ветра и солнечной радиации.

К особенностям солнечной и ветровой энергетики относится то, что они в максимальном своем проявлении как бы «затеняют» друг друга, особенно в летний период. Солнечная и ветровая энергии не могут совпадать со временем распределения спроса. Сочетание двух источников в целом: «Использовать сильные из одного источника, чтобы преодолеть слабость другого». Фотоэнергетическая установка, которая сочетает солнечный и ветровой энергоблока с аккумуляторной батареей, может ослаблять их индивидуальные колебания и снижения требований хранения энергии. Но использование двух различных ресурсов в сочетании, делает анализ систем более сложной. В среде Matlab Simulink дает возможность контроля и управления фото-ветроэнергетической системы.

В состав входят солнечные батареи, ветровая система, контроллер и аккумуляторные батареи.



Принципиальная схема системы контроля и управления

УДК 621.311

СТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАГРУЗКИ

НАБИУЛЛИН А.Х., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САИТБАТАЛОВА Р.С.

Нагрузка относится к группе силовых элементов электроэнергетической системы. Ее технологические характеристики оказывают непосредственное влияние на режимы энергосистем, в том числе и на устойчивость параллельной работы генераторов электростанций. Однако, поскольку нагрузку в значительной мере составляют синхронные и асинхронные электродвигатели, вопрос об устойчивости параллельной работы касается и самой нагрузки.

Относительно синхронных электродвигателей потеря устойчивости означает нарушение их синхронной работы (выпадение из синхронизма) в виде перехода в асинхронный режим. Для асинхронных электродвигателей следствием потери устойчивости является их останов. Для статических элементов нагрузки, таких как осветительные элементы, батареи статических конденсаторов, шунтирующие реакторы и т.п., вопрос об устойчивости параллельной работы рассматривается лишь в смысле их влияния на устойчивость электродвигателей и энергосистемы в целом.

При анализе статической устойчивости электродвигателей и генераторов важно правильно выбрать математические модели нагрузки. Как правило, в практических расчетах статической устойчивости работы электрических машин нагрузку учитывают в виде статистических характеристик активной и реактивной мощностей по напряжению и частоте.

УДК 621.3(075.8)

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАКРЫТОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА 6 кВ ПОДСТАНЦИИ «ВОСТОЧНАЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЗАЩИТ

НАЗАРАЛИЕВА П.Б., ТИ(ф) СВФУ, г. Нерюнгри
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КИУШКИНА В.Р.

Электрическая энергия широко применяется во всех областях народного хозяйства и в быту. Этому способствует универсальность и простота ее использования, возможность производства в больших количествах промышленным способом и передача на большие расстояния.

Одним из объектов электроэнергетической системы является подстанция (ПС) «Восточная». Якутские электрические сети ОАО АК «Якутскэнерго». Она осуществляет питание потребителей всех категорий и поэтому должна соответствовать всем требованиям надежности. В силу того, что на ПС используется физически и морально устаревшее оборудование, которое может привести к отказу и потере питания ответственных потребителей, оно требует замены на более совершенное и новое.

Реконструкцию подстанции начинаем с анализа подстанции с целью обнаружения оборудования, требующего замены. Изучаем схемы оперативных переключений для выявления максимального и минимального режимов работы подстанции. Составляем исходную расчетную схему и производим расчет токов короткого замыкания.

Выбор нового оборудования будет осуществляться с применением микропроцессорной защиты, обеспечивающей оптимальную надёжность электроснабжения потребителя электрической энергией в необходимых размерах требуемого качества с наименьшими затратами.

Исследование и расчеты с учетом новейших достижений науки и техники средств эксплуатации и управления позволят бесперебойное электроснабжение потребителей всех категорий.

УДК 620.1

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

НИЗАМИЕВ М.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИВШИН И.В.

Надежность современных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) определяется исправностью деталей, агрегатов и механизмов. Важным фактором, определяющим надежность ДВС, является контроль технического состояния во время производства и эксплуатации.

Анализ методов исследования виброакустических характеристик деталей сложной формы показал, что самыми оптимальными являются метод свободных колебаний и метод вынужденных колебаний.

Наиболее доступным средством измерения и анализа сигналов можно считать персональный компьютер с устройствами регистрации сигналов, устройством преобразования сигналов вибрации и шума в цифровую форму и ввода их в оперативную память компьютера. В качестве инструментов для обработки сигналов выбрана программная среда LabVIEW, которая позволяет формировать амплитудные спектры или скейлограммы записанных сигналов с применением процедуры БПФ или Вейвлет преобразования.

Исходя из вышесказанного в рамках договора №9932/17/07-К-12 от 20.11.2012, выполняемого в рамках комплексного проекта «Создание семейства двигателей КАМАЗ на альтернативных видах топлива с диапазоном мощностей 300...400 л.с. и потенциалом выполнения перспективных экологических требований» был создан измерительно-диагностический комплекс (ИДК), позволяющий контролировать исправность заготовок и готовых деталей двигателя.

Для создания ИДК для экспресс-контроля перспективного газового двигателя необходимо следующее оборудование: персональный компьютер, лазерные виброметры LV-2, преобразователь акустической эмиссии GT350, согласующие устройства AG-09, плата АЦП BNC6251, программное обеспечение National Instruments, многоканальный анализатор сигналов серии 3660, PULSE, аппаратное обеспечение сбора данных LAN-XI, модуль 3050A-60 со сменной панелью LEMO, вибродатчики, конденсаторные микрофоны, программное обеспечение

Брюль и Кьер, кабели, переходники и прочая коммутационная оснастка
Брюль и Кьер.

УДК 621.313

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

НУРУЛЛИН И.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Современные электроэнергетические системы (в том числе системы электроснабжения) являются сложными территориально протяженными системами, имеющими неоднородную структуру электрических сетей. Ввиду сложности и многомерности современных систем электроснабжения, многовариантности и многокритериальности, наличия различных предпочтений при выборе решений, проблема обоснования развития этих систем в виде общей задачи исследования операций является громоздкой и с практической точки зрения непреодолимой.

С учетом сложности проблемы ее решение рассматривается как система задач, поэтапно уточняющих и детализирующих решения по развитию систем электроснабжения.

На первом этапе решается задача определения рациональной конфигурации систем электроснабжения, в том числе оптимизации размещения источников питания (ИП), оптимального закрепления потребителей за ИП, соединение элементов системы электроснабжения в формы определенной структуры и т.д. Конфигурация системы электроснабжения в общем случае однозначно определяет топологические свойства распределительной электрической сети.

При проектировании систем электроснабжения различного назначения всегда имеют место ограничения генерального плана объекта проектирования, технологии производства и т.д. Возникает необходимость разработки новых математических моделей и методов решения задач, учитывающих такого рода ограничения в самом общем случае неравномерно распределенных электрических нагрузок и произвольной формы территории, на которой проектируется система электроснабжения.

В связи со сложностью решаемого комплекса задач по обоснованию рациональной конфигурации систем электроснабжения, многие частные задачи не нашли еще своего детального рассмотрения и решения.

УДК 621.311.06

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

ПАВЛОВА Ю.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Целью работы является рассмотрение основного ряда вопросов по проблеме ограничения перенапряжений в электросетях 0,38 кВ ограничителями ОПН. В обеспечении надежности большое значение имеет правильная организация защиты электрооборудования от перенапряжений.

Проблема реализации защиты сетей от перенапряжений ограничителями ОПН приобретает все большую актуальность. Важен правильный подбор соответствующих устройств для защиты электрических сетей 0,38 кВ. Применяются в водно-распределительных устройствах, главных распределительных щитах, квартирных щитах. Устанавливаются на DIN-рейку в металлических распределительных щитовых. В обязательном порядке требуется наличие заземляющего проводника РЕ, для сброса импульсной тепловой энергии. ОПН устанавливается между фазой и землей или нулевым проводником и землей. Срабатывает ОПН за считанные доли секунд, гарантируя надежную защиту от повреждения электрооборудования. ОПН надежно защищает от скачков напряжения, коммутационных перенапряжений, дифференциальных перенапряжений и высокочастотных помех. Для того чтобы был сброс импульсного перенапряжения, необходимо иметь наличие защитного заземления, например системы TN-C-S, TN-S, TT, применяемые в Schneider Electric.

Однако, необходимый уровень безопасности людей и оборудования могут обеспечить только грамотно подобранные и правильно установленные защитные устройства. На практике бывает трудно решить, с помощью каких конструкций, элементов и устройств построить схему защиты для низковольтных электроустановок, т.к. отсутствуют методики расчета и специальная справочная информация.

УДК 621.313.33

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

РЕШЕТНИКОВ А.П., САДЫКОВ. И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИВШИН И.В.

Из существующих видов контроля технического состояния и диагностики наиболее точным, чувствительным к дефектам, позволяющим применять компьютерные технологии, объективным методом является виброакустический метод, позволяющий с достаточно высокой точностью определять параметры вибрации, выявлять отличительные признаки в колебаниях изделий, связанных с зарождающимися и развивающимися дефектами не только деталей, но и работающих механизмов и изделия в целом. Наиболее перспективными являются методы свободных и вынужденных колебаний, в которых в качестве чувствительных элементов следует использовать конденсаторные микрофоны, виброметры, выполненные на базе пьезокристаллов, лазерные датчики.

Лазерные датчики позволяют производить дистанционное бесконтактное измерение вибрации при отсутствии влияния на резонансные свойства объектов, в том числе микроскопических размеров, а также измерения без предварительной подготовки поверхности объекта и оперативное измерение вибраций в различных точках детали в опасной для персонала зоне (химически агрессивной, с высокой температурой и т. д.).

Виброакустические колебания, принятые от контролируемого изделия, необходимо преобразовать в электронную форму с помощью датчиков, записать аналоговый сигнал в цифровой код, воспроизвести сигнал в виде амплитудно-временной зависимости, при необходимости проанализировать сканированием по времени, сформировать амплитудный спектр с использованием преобразования Фурье на различных участках сигнала, произвести сравнение спектров с использованием вероятностных методов и критериев, выделить частоты, амплитуды, начальную фазу колебаний по частотам, разность фаз и т.д. Программное обеспечение LabVIEW представляет собой достаточно гибкий и модульный инструмент для того, чтобы производить точные измерения. National Instruments предоставляет возможность расширять возможности LabVIEW за счет набора утилит, которые разработаны для того, чтобы сделать измерения

звука и вибрации проще, разделяя весь процесс на два этапа – сбора и обработки данных.

В соответствии с ГОСТ 2.711-82 (схема деления изделия на составные части) составлена схема деления структурного измерительно-диагностического комплекса (ИДК). Монтаж ИДК проведен в соответствии инструкциями на отдельные элементы комплекса. В результате отладки подтверждена работоспособность ИДК.

УДК 621.316.9

ЗОНОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ ДО 1 кВ

САЛАХОВ М.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Среди внутренней молниезащиты для систем электроснабжения до 1 кВ на сегодняшний день самой эффективной признана зоновая концепция молниезащиты. Ее базовый принцип состоит в том, чтобы поэтапно снижать перенапряжения до безопасного уровня прежде, чем они достигнут потребителя и вызовут повреждения. Стандарт определяет зоны молниезащиты с точки зрения прямого и непрямого воздействия молнии:

- Зона 0А: Зона внешней среды объекта, все точки которой могут подвергаться воздействию прямого удара молнии (иметь непосредственный контакт с каналом молнии) и возникающего при этом электромагнитного поля.

- Зона 0В: Зона внешней среды объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии (ПУМ), так как находятся в пространстве, защищенном системой внешней молниезащиты.

Однако в данной зоне имеется воздействие неослабленного электромагнитного поля.

Зона 1: Внутренняя зона объекта, точки которой не подвергаются воздействию прямого удара молнии. В этой зоне токи во всех токопроводящих частях имеют значительно меньшее значение по сравнению с зонами 0А и 0В. Электромагнитное поле также снижено за счет экранирующих свойств конструкций.

Последующие зоны (Зона 2, и т.д.) рассматривают, если требуется дальнейшее снижение разрядных токов или электромагнитного поля в местах размещения чувствительного оборудования, то необходимо

проектировать последующие зоны защиты. Критерий защиты для последующих зон определяется общими требованиями по ограничению внешних воздействий, влияющих на защищаемую систему.

Описанное выше разделение объекта на условные зоны позволяет на практике эффективно решать вопросы защиты сетей электроснабжения до 1 кВ, а также линий связи, линий передачи данных, компьютерных сетей и других коммуникаций, входящих в объект, с помощью применения различного типа устройств защиты от импульсных перенапряжений.

УДК 621.313.1 С17

ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ НАГРУЗКИ

САМАТОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САИТБАТАЛОВА Р.С.

При анализе динамической устойчивости нагрузки в общем случае рассматриваются следующие возмущения:

- пуск крупного двигателя;
- автоматическое повторное включение или переключение источников питания (АПВ и АВР), вызванные КЗ в местной электросети;
- КЗ и АПВ в сети высокого напряжения.

В расчетах учитывается, что за время перерывов питания или понижений напряжения, вызванных КЗ или другими причинами, двигатели тормозятся. Поэтому при восстановлении напряжения двигатели потребляют ток, существенно больший нормального. Это ведет к понижению напряжения в электрической системе и в свою очередь вызывает уменьшение момента вращения двигателей, как тех, которые испытали перерыв питания, так и других, работавших до этого в нормальных условиях. Если не провести соответствующего расчета и не оценить возможного понижения напряжения на выводах двигателей, то может получиться, что после рассматриваемого возмущения электродвигатели не смогут работать: их частота вращения не восстановится, устойчивость нагрузки нарушится. Самозапуск двигателей должен быть осуществлен за время, допустимое по характеру технологического процесса и по нагреву двигателей. Во время самозапуска двигателей в остальной энергосистеме не должно быть таких снижений напряжения, которые могли бы привести к нарушению нормальной работы.

Если для конкретного узла нагрузки известны характеристики по напряжению и частоте, то доля двигательной нагрузки в суммарной нагрузке узла определяется, в первом приближении, по формуле:

$$\frac{P_{\text{дв}}}{P_{\Sigma}} \cong 1 - 0,55 \left(\frac{dP_{\Sigma}}{dU} \right)_{U=U_{\text{ном}}} .$$

Если схема энергосистемы такова, что при асинхронном режиме нарушается устойчивость ответственных потребителей, а мероприятия, повышающие устойчивость нагрузки (АРВ двигателей, отключение части нагрузки и т.д.) оказываются неэффективными, то следует рассмотреть вопрос об ограничении продолжительности асинхронного режима или об отказе от НАПВ.

УДК 621.311

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

САХАПОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.;

д-р техн. наук, проф. ИВШИН И.В.

С помощью хроматографического анализа растворенных газов (ХАРГ) в силовых трансформаторах можно обнаружить две группы дефектов: перегревы токоведущих соединений, элементов конструкции остова и электрические разряды в масле.

При определении дефектов в силовых трансформаторах используется подразделение газов на основные (ключевые) и характерные (сопутствующие). Перегрев токоведущих соединений и элементов конструкции остова трансформатора ведет к увеличению газа C_2H_4 – в случае нагрева масла и бумажно-масляной изоляции свыше $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ и C_2H_2 – при дуговом разряде. Характерными газами в обоих случаях являются H_2 , CH_4 , и C_2H_6 .

При частичных разрядах в масле основным газом является H_2 , характерными газами с малым содержанием являются CH_4 и C_2H_2 . Следствием искровых и дуговых разрядов являются газы H_2 или C_2H_2 , характерными газами с любым содержанием – CH_4 и C_2H_4 . В случае перегрева твердой изоляции основным газом является CO_2 . Следует также отметить, что сопутствующим показателем деструкции целлюлозной

изоляции трансформатора является рост содержания оксида и диоксида углерода, растворенных в трансформатором масле.

Существует множество графических моделей интерпретаций ХАРГ, одними из таких является диаграмма ETRA, Япония и лепестковая диаграмма, разработанная Уральским Федеральным Университетом. Их существенным отличием является то, что в диаграмме ETRA используется пять газов, а в лепестковой диаграмме УФУ – семь, и восьмой суммарный. С их помощью можем определить развивающиеся дефекты, термические и дефекты электрического характера.

ХАРГ на данный момент является несамодостаточным методом и его эффективное использование возможно только совместно с основным методом диагностики – физико-химическим анализом трансформаторного масла. Однако, этот метод активно развивается, и создаются экспертные системы, которые постоянно пополняются новыми данными и, тем самым, увеличивают информативность и точность ХАРГ.

УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

СТАНКЕВИЧ М.В., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АНЧАРОВА Т.В.

Осветительные сети являются фрагментом системы электроснабжения любого объекта. Осветительные сети обеспечивают электроэнергией источники света, однофазную нагрузку, подключаемую на фазное напряжение, чрезвычайно чувствительную к сетевым колебаниям напряжения. Специфика осветительных установок предъявляет определенные требования к их электроснабжению. Использование единых методик расчета силовых и осветительных сетей приводит к неэффективности проектных решений.

Осветительные сети имеют принципиальные отличия от силовых сетей. Во-первых, сети освещения выполняются на пониженные напряжения, сильно разветвлены, число проводов на разных участках сети колеблется от трех до пяти. Групповые линии могут быть одно-, двух-, трехфазными в зависимости от их протяженности и числа присоединенных светильников. Еще одной отличительной чертой является выбор сечения проводников. Вследствие особенности осветительных сетей наибольшим, как правило, является сечение, выбранное по потере напряжения. Поэтому целесообразно выбор сечения начинать именно с этого показателя. Более

того, сечение, выбранное по методике, используемой при проектировании осветительной сети – на минимум проводникового материала – отличается от сечения, рассчитываемого по потере напряжения для силовой сети.

В проектной практике часто не делается различий при проектировании силовых и осветительных сетей. При небольших длинах групповых осветительных сетей это не имеет значения, поскольку наибольшими получаются сечения, выбранные по току нагрузки. Однако, при увеличении длин групповых сетей начинает проявляться разница в результатах выбора сечений, причем ошибка может достигать более 10 процентов, что создает повышенные потери напряжения, особенно на удаленных участках сети или вызывает перерасход цветного металла (медь), используемого для выполнения осветительных сетей. В связи с этим разрабатываются рекомендации по использованию сравниваемых методик расчета сечений для конкретных типов источников света и параметров освещаемых помещений.

УДК 621.314.2

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

СТЕПАНОВ П.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Изучая силовые трансформаторы, можно заметить, что передаваемая во вторичную цепь мощность будет увеличиваться, если:

1. Коэффициент нагрузки β будет оптимальным.
2. Коэффициент мощности $\cos\varphi^2$ будет увеличиваться (в идеале – до единицы).
3. Мощность потерь P_x будет уменьшаться.
4. Мощность потерь P_k будет уменьшаться.

Оптимальный коэффициент нагрузки – это прежде всего отсутствие колебаний напряжений в сети, как в первичной, так и во вторичной. Высокий коэффициент мощности – это компенсация реактивной мощности, т.е. очевидной является необходимость так называемой «умной сети». Термин «Smart Grid» означает построение интеллектуальной электрической распределительной сети, позволяющей на фоне устаревания основных фондов и увеличения объемов потребления повысить рентабельность, надежность и безотказность работы, снизить потери в сетях.

Уменьшение мощности потерь холостого хода P_x (потерь в магнитопроводе), очевидно, связано с изменением конструкции и материала магнитопровода.

Наиболее перспективный путь снижения затрат на производство и эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов – это применение магнитопроводов из аморфных (нанокристаллических) сплавов, при этом обеспечивается более чем пятикратное снижение потерь холостого хода трансформаторов по сравнению с магнитопроводами из холоднокатаной электротехнической стали.

Уменьшение мощности потерь короткого замыкания P_k (потери в обмотках) – это инновации в конструкции обмоток силового трансформатора. В этой области наиболее интересно использование высокотемпературных сверхпроводниковых (ВТСП) материалов.

УДК 621.311

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ 6–10 кВ ПРИВодОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

СУХОРЕЦКИЙ А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

На крупных предприятиях как правило имеется собственная большая разветвленная распределительная сеть 6–35 кВ протяженностью 100 и более километров, зачастую обеспечивающая энергоснабжение более мелких предприятий.

Распределительные сети 6–10 кВ – в основном радиальные и выполняются практически всегда кабельными линиями. Состав потребителей электроэнергии на крупных предприятиях имеет достаточно широкий спектр, но основными потребителями являются мощные двигатели 6–10 кВ приводов технологических механизмов производства.

Электродвигатели часто имеют нелинейную характеристику и являются источниками высших гармоник. Наличие мощного дорогостоящего оборудования, обеспечивающего непрерывность производственного цикла, выдвигает особые требования к бесперебойности электроснабжения и надежности работы электрооборудования.

Следовательно, установка ОПН для ограничения коммутационных перенапряжений при включении и отключении двигателей – это

практически единственное универсальное средство для подавления перенапряжений при коммутациях электродвигателей. Резистивное заземление нейтрали (как высокоомное так и низкоомное) позволяет снизить остающееся напряжение на ОПН и тем самым обеспечить более глубокую защиту изоляции электродвигателей.

Предполагается рассмотреть не менее двух вариантов ОПН для защиты двигателей 6–10 кВ от перенапряжений и выбрать оптимальный тип ограничителя перенапряжений по технико-экономическим показателям.

УДК 621.311.4

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ИХ ОБОСНОВАНИЕ

УСАЧЕВА А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Одним из наиболее важных показателей энергетической эффективности являются потери в электрических сетях. Это большие финансовые убытки Сетевой компании. Сэкономленные средства можно направить на совершенствование организации передачи и распределения, повышения качества и надежности электроэнергии и т.д. Основными мероприятиями по снижению потерь для электрических сетей 10 кВ и выше являются внедрение регулируемых компенсирующих устройств для снижения опасных уровней напряжения; повышение пропускной способности линий электропередач и строительство новых; оптимизация режимов электросетей по активной и реактивной мощности; оптимизация загрузки трансформаторов. Основными мероприятиями по снижению технических потерь в распределительных сетях 0,4–35 кВ являются использование 10 кВ в качестве основного напряжения распределительной сети; применение для воздушной линии 0,4–10 кВ самонесущих изолированных и защищенных проводов; строительство и реконструкция электрических сетей; мероприятия по оптимизации режимов электрических сетей и совершенствование их эксплуатации; внедрение более экономичного, энергосберегающего оборудования; широкое использование устройств автоматического регулирования под нагрузкой и средств местного регулирования; применение коммутационных аппаратов нового поколения, а также средств, позволяющих на расстоянии определять места повреждения в электрических сетях. Кроме этого

существуют коммерческие потери, которые можно условно объединить в 3 группы: обусловленные занижением полезного отпуска из-за хищений и недостатка деятельности Энергосбытовой компании; обусловленные задолженностью по оплате за электроэнергию; обусловленные погрешностями измерений отпущенной в сеть электроэнергии.

УДК 621.313

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МАТЛАВ (SIMULINK) ДЛЯ ИМИТАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ФАЗУЛЛИН И.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

В современных условиях развитие систем электроснабжения и средств автоматического управления происходит под действием двух основных факторов: во-первых, все более широким внедрением рыночных механизмов, повышением внимания к показателям качества электроэнергии; во-вторых, значительным расширением применения микропроцессорной техники, использованием автоматических и автоматизированных систем различных уровней, объединенных средствами передачи информации, способных осуществлять функции экономического управления энергопотреблением в масштабах как субъектов и сегментов рынка, так и всего рынка в целом.

Целью научно-исследовательской работы является моделирование электроснабжения для выполнения многовариантных расчетов и оптимизации режимов систем электроснабжения промышленных предприятий с учетом наиболее значимых факторов, определяющих потребление электрической энергии.

Для выполнения сформулированной цели были поставлены следующие научно-исследовательские задачи:

- разработка методики решения уравнений в программном комплексе Matlab, обладающим высокой устойчивостью получения решения, позволяющим выполнять расчеты нормальных, аварийных режимов и послеаварийных режимов;
- разработка набора математических моделей элементов системы электроснабжения промышленных предприятий. Модели включают цеховой трансформатор с устройством РПН, кабельные и воздушные

линии, нагрузки с учетом статических характеристик, конденсаторные батареи;

- разработка методики выполнения расчетов электрических режимов систем электроснабжения промышленных предприятий с учетом потерь в элементах системы; на базе ее применения сформулированы методические положения по оценке целесообразности применения компенсирующих устройств, выбора мощности трансформаторов в цеховых трансформаторных подстанциях, коммутационной и защитной аппаратуры.

УДК 62-83

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КАК ИНСТРУМЕНТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

ФАЙЗУЛЛИН А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧУРАЕВ Р.Р.

Энергосбережение стало в последние годы одним из основных приоритетных направлений технической политики во всех развитых странах мира. Энергосбережение в любой сфере сводится к снижению бесполезных потерь. Анализ структуры потерь в сфере производства, распределения и потребления электроэнергии показывает, что определяющая потерь (до 90 %) приходится на сферу потребления.

Режим энергосбережения особенно актуален для механизмов, которые часть времени работают с пониженной нагрузкой – конвейеры, насосы, вентиляторы и т.п. Существует немало устройств, которые позволяют добиться уменьшения потерь при работе электрооборудования, основными из которых являются частотно-регулируемые приводы. Частотно-регулируемые электроприводы со встроенными функциями оптимизации энергопотребления гибко изменяют частоты вращения в зависимости от реальной нагрузки, что позволяет сэкономить до 30–50 % потребляемой электроэнергии. При этом зачастую не требуется замена стандартного электродвигателя, что особенно актуально при модернизации производств.

Частотно-регулируемый электропривод эффективен и быстро окупается в насосных системах, большую часть времени работающих при пониженных подачах, в которых регулирование осуществлялось с помощью регулирующих задвижек.

При частотном регулировании насосов можно в значительной степени избежать аварийных ситуаций за счет предотвращения

гидравлических ударов, возникающих при изменении режимов работы и пуске системы при нерегулируемом электроприводе.

Применение частотно-регулируемых приводов для насосов и вентиляторов в технологических процессах позволяет снизить энергопотребление технологическим оборудованием. Перед началом внедрения рекомендуется провести технико-экономическое обоснование, позволяющее определить не только сроки окупаемости от внедрения, но и правильно организовать технологический процесс с учетом возможностей привода с частотным регулированием.

УДК 621.316

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ АППАРАТОВ И ЦЕХОВЫХ СЕТЕЙ

ХАЕРОВА А.Н., ШАГИДУЛЛИН А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

Нагрузочные потери активной мощности в любом элементе трехфазной сети с сопротивлением элемента R и током в фазе I определяются по выражению

$$\Delta P_{\text{пот}} = 3I^2 \cdot R. \quad (1)$$

Из (1) следует, что чем точнее определены величины I и R , тем точнее можно определить $\Delta P_{\text{пот}}$.

Эквивалентное сопротивление цеховой сети R_{Σ} вычисляется

$$R_{\Sigma} = R_{20}l[1 + \alpha(\theta - 20)] + \sum_1^K R_k, \quad (2)$$

где R_{20} – удельное сопротивление проводника при 20 °С мОм/м; l – длина линии, м; α – температурный коэффициент увеличения сопротивления материала проводника линии, 1/°С; θ – температура проводника линии, °С; $\sum_1^K R_k$ – суммарное сопротивление контактных соединений

низковольтных коммутационных аппаратов, включенных в линию, мОм.

Для автоматических выключателей с $I_n \leq 160$ А при замене только 10 аппаратов, установленных на линиях марки Schneider Electric на автоматы производства фирмы ИЕК, потери мощности снизились на 13 %, что приводит к годовой экономии электроэнергии на 213,6 кВт·ч.

Для контакторов с $I_H \leq 80$ А при замене только 8 аппаратов, установленных на линиях марки Schneider Electric на контакторы производства фирмы АВВ, потери мощности снизились на 47 %, что приводит к годовой экономии электроэнергии на 222 кВт·ч.

Таким образом, для снижения потерь мощности и экономии электроэнергии в низковольтной распределительной сети на 5÷50 %, возможна замена низковольтных аппаратов на аппараты, имеющие более энергоэффективные параметры.

УДК 621.315.1

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

ХАЙРУТДИНОВ Б.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

На сегодняшний день кроме компьютеров, источники бесперебойного питания (ИБП) обеспечивают питанием и другую электрическую нагрузку, критичную к наличию питания с нормальными параметрами электропитающей сети. ИБП способен корректировать параметры (напряжение, частоту) выходной сети. Крайне редкие экземпляры могут совмещаться с различными видами генераторов электроэнергии (например, дизель-генератором).

ИБП промышленного типа выпускают в трех различных вариантах: интерактивные линейные, резервные и с двойным преобразованием.

Резервные источники в нормальных условиях эксплуатации берут электроэнергию из сети, при отключении сетевого электропитания переходят на работу от батареи, обеспечивая, в среднем, до 15 минут функционирования в автономном режиме.

Интерактивные линейные источники имеют возможность работать как при низких, так и при высоких значениях напряжения. Когда входное напряжение начинает отклоняться от нормального значения, ИБП переключается на функционирование от автотрансформатора, который выдает стабильные показатели напряжения.

Недостатком из перечисленных выше трансформаторов является перерыв в работе оборудования при смене источника электропитания. В случаях, когда даже малейшие колебания не приемлемы, используют ИБП с двойным преобразованием. Принцип работы состоит в двойном

преобразовании рода тока. Сначала входное переменное напряжение преобразуется в постоянное, затем обратно в переменное напряжение с помощью обратного преобразователя (инвертора). При пропадании входного напряжения переключение нагрузки на питание от аккумуляторов не требуется; поскольку они включены в цепь постоянно, кратковременная остановка работы исключена. Этим и обуславливается перспективность применения ИБП с двойным преобразованием.

По данной теме мною предполагается рассмотреть выбор оптимальной схемы подключения ИБП в сеть.

УДК 621.316.11

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ 10(6) кВ В УСЛОВИЯХ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ НАГРУЗОК

ХАМИДУЛЛИН И.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИЛЬИН В.К.

Энергетики большое внимание уделяют повышению надежности высоковольтных воздушных линий (ВЛ) электропередачи. Многочисленные методы, разработанные и внедренные для повышения надежности ВЛ 35-500 в экстремальных метеоусловиях, совершенно не применимы для распределительных воздушных линий. При проведении анализа технологических нарушений объектов электросетевого хозяйства РТ из-за повышенных гололедно-ветровых нагрузок становится ясно, что в области распределительных сетей этот вопрос является столь же актуальным.

Для повышения надежности действующих и проектируемых ВЛЭП 10(6) кВ, трассы которых проходят в районах с экстремальными климатическими условиями, можно предложить следующие мероприятия:

- внедрение схем плавки гололеда на проводах ВЛЭП;
- увеличение механической прочности ВЛЭП путем сокращения длины пролетов, как анкерных, так и пролетов между промежуточными опорами;
- применение сталеалюминевых проводов, СИП;
- применение опор повышенной прочности.

При принятии решения необходимо учитывать не только технические параметры, но и экономическую целесообразность применения того или иного мероприятия (или комплекса мероприятий).

Выбор критериев оценки вариантов производится на основе анализа целей функционирования системы. Можно выделить три основные цели ВЛЭП:

- бесперебойное обеспечение потребителей электроэнергией;
- минимальная себестоимость передачи электроэнергии;
- передача максимальной мощности с минимальными потерями.

На основе методики, разработанной с учетом основных целей ВЛЭП, проведен сравнительный анализ внедрения мероприятий по повышению надежности ВЛ 10(6) кВ. Ввиду большого числа возможных комбинаций мероприятий расчеты проведены в MathCad.

УДК 621.316.11

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ОПОР ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 6–20 кВ

ХАМИДУЛЛИН И.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИЛЬИН В.К.

Количество отказов воздушных линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 6–20 кВ из-за повреждения опор составляет до 40 % от общего количества отказов, а продолжительность перерывов электроснабжения по этой причине около 50 % от общей продолжительности отключения потребителей. Опора является ключевым конструктивным элементом воздушных линий (ВЛ). На выбор типа и материала одноцепных опор влияют: номинальное напряжение линии, марка провода, климатические условия прохождения трассы линии, характеристика грунтов, наличие пересекаемых препятствий.

Железобетонные опоры ЛЭП можно считать компромиссом между ценой и качеством. Железобетонные опоры имеют большой вес, относительно хрупки, что ведет к их разрушению при воздействии значительных горизонтальных нагрузок. Тем не менее, железобетонные опоры ЛЭП имеют свои преимущества. Армирующий металл внутри бетона не подвержен коррозии, так как защищен от влияния внешней среды. А бетон достаточно прочен и слабо подвержен разрушению.

Металлические опоры ЛЭП рассчитаны на весь спектр напряжений. На сегодняшний день именно металлические опоры являются наиболее совершенными, и только их относительная дороговизна препятствует повсеместному использованию металлических опор ЛЭП.

Применение металлических опор на линиях электропередачи напряжением 6–20 кВ может оказаться равноэкономичным с вариантом применения железобетонных опор, если дисконтированные затраты на сооружение и эксплуатацию линий с металлическими опорами будут превосходить соответствующие затраты по линиям с железобетонными опорами менее чем в 2,7 раза. Таким образом, в случае разработки металлической опоры себестоимостью ниже определенного уровня, применение таких опор для строительства воздушных линий электропередачи 6–20 кВ станет более целесообразной как в экономическом, так и в техническом плане.

УДК 621.313.13

МЕТОДИКИ ИНФРАКРАСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ВЛ

ХАМИДУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Бесперебойное электроснабжение является одним из главных требований, предъявляемых к энергохозяйствам во всех отраслях. Это относится и к системе электроснабжения, где распределительные сети характеризуются большой протяжённостью и разветвлённостью при малой плотности нагрузки, эксплуатируются под воздействием климатических факторов.

Повышение эффективности ремонтно-наладочных работ путём обеспечения своевременности и целенаправленности их проведения может способствовать внедрению таких мероприятий, как тепловизионный контроль и диагностика электрооборудования. Эффективность внедрения тепловизионной диагностики доказана опытом ее внедрения на объектах РАО ЕЭС, разрабатывается нормативная база.

Применение методов тепловизионной диагностики основано на том, что большинство дефектов электрооборудования вызывает изменение температуры и интенсивности теплового излучения дефектных элементов, которое может быть зафиксировано тепловизионным прибором. При этом важно, чтобы измерялось собственное излучение обследуемого объекта, которое связано с наличием и степенью развития дефекта. Важным также является то обстоятельство, что тепловизионное оборудование позволяет в

короткие сроки определить текущее состояние электрооборудования без выведения его из эксплуатации.

Несмотря на относительно короткую историю внедрения в практику обследования объектов энергоснабжения, тепловизионная диагностика показала, что важными достоинствами являются:

- возможность в короткие сроки определить состояние электрооборудования без выведения его эксплуатации путем выполнения относительно безопасных дистанционных измерений;

- возможность выявлять дефекты на ранней стадии развития, своевременно производить необходимые работы и предотвратить возможное повреждение оборудования и тем самым снижать затраты на ремонты, выполняя обслуживание оборудования, а не ремонтные работы по его восстановлению, повысить надёжность энергоснабжения.

Своевременное выявление дефектов дает возможность разработать и выполнить мероприятия по предотвращению появления подобного рода дефектов на аналогичном оборудовании.

УДК 621.316.925

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

ЦАПЛИН Д.Ю., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) или просто программируемый контроллер – это электронное специализированное устройство, которое используется для автоматизации систем управления технологическими процессами.

Программируемые контроллеры относятся к устройствам реального времени. Программа ПЛК работает по принципу цикла. Время цикла может задаваться в зависимости от задач, которые выполняет данный контроллер. Областью использования контроллеров обычно являются автоматизированные технологические процессы промышленного производства. Контроллеры ориентированы на работу с механизмами и имеют развитый интерфейс ввода-вывода сигналов первичных преобразователей (датчиков) и исполнительных устройств в отличие от возможностей персонального компьютера, ориентированного только на человека.

ПЛК, как правило, не имеют развитых средств интерфейса, типа клавиатуры и дисплея, устанавливаются в шкафах, их программирование, диагностика и обслуживание производится подключаемыми для этой цели программаторами – специальными устройствами (устаревшая технология) или устройствами на базе РС или ноутбука, со специальным программным обеспечением, а возможно и со специальными интерфейсными платами. В системах управления технологическими процессами ПЛК взаимодействуют с системами человеко-машинного интерфейса: операторскими панелями или рабочими местами операторов на базе РС.

Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что в нем все алгоритмы управления реализованы программно. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности. Использование программируемых логических контроллеров позволяет заменить одним устройством любое необходимое количество отдельных элементов релейной автоматики, что увеличивает надежность системы, минимизирует затраты на ее тиражирование, ввод в эксплуатацию и обслуживание. ПЛК может обрабатывать дискретные и аналоговые сигналы, управлять клапанами, сервоприводами, преобразователями частоты и другими устройствами.

УДК 658.26:621.311.1

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB

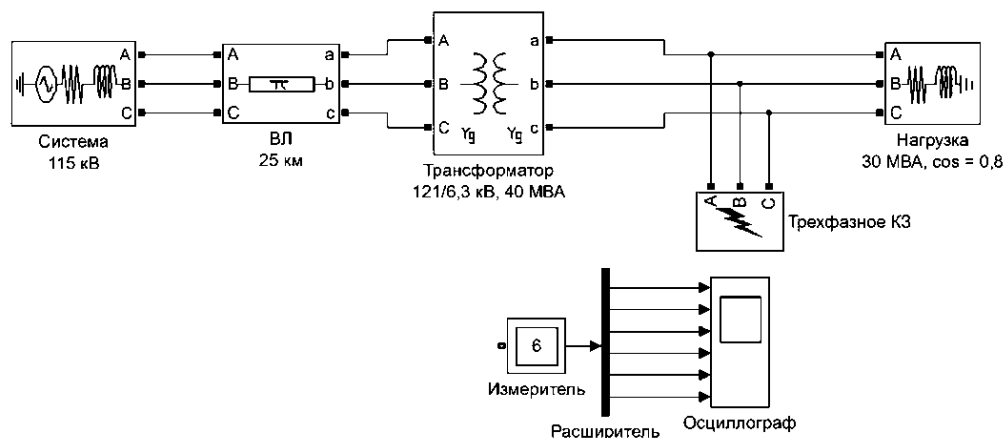
ЧЕМОДАНОВ Е.В., МарГУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. **РЫБАКОВ Л.М.**

Пакет Simulink в среде Matlab позволяет осуществлять исследование (моделирование во времени) поведения динамических линейных и нелинейных систем.

Поведение электрических систем, представляющих собой комбинации электрических цепей и электромеханических устройств, моделируется с помощью библиотеки SimPowerSystems. Эта библиотека функционирует в составе пакета Simulink и содержит модели типовых устройств электроэнергетики, таких как трансформаторы, преобразователи, линии электропередач, электромшины и элементы силовой электроники.

Рассмотрим модель электроэнергетической системы, состоящей из питающего генератора, воздушной линии, силового трансформатора и нагрузки.

Модель электроэнергетической системы, построенная в среде Matlab, изображена на рисунке.



Модель электроэнергетической системы

Полученные в процессе моделирования значения величин могут быть экспортированы в совместимые с другими программами форматы данных, например MS Excel или Mathcad.

Анализ данных, полученных в результате моделирования, показывает, что использование данной модели позволяет получить качественную картину процессов, происходящих в электроэнергетической системе.

УДК 621.7-51

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ

ЧЕРНОВ А.А., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ Г.П.

Производство горячекатаных полос является энергоёмким процессом в черной металлургии, в значительной степени определяющим технико-экономические показатели металлургического предприятия. По этой причине проблема улучшения качества и повышения эффективности процессов горячей прокатки полос является важной и актуальной.

По произведенным расчетам, 80 % необходимой энергии при горячей прокатке приходится на нагрев металла до необходимой температуры, 17 % – на прокатку, 3 % – на вспомогательные операции. Поэтому разрабатываемые мероприятия по энергосбережению в первую очередь необходимо направить на усовершенствование технологии нагрева металла для прокатки.

Из расчетов также видно, что стоимость тепловой энергии, получаемой сжиганием природного газа и затрачиваемой на нагрев металла, в 1,5 раза больше стоимости электроэнергии при использовании индукционных нагревательных устройств. К преимуществам электронагрева можно также отнести высокую скорость и качество нагрева заготовок, отсутствие окалинообразования и др.

В свою очередь, совместно с использованием индукционного нагрева металла, на стадии прокатки экономия энергоресурсов может достигаться путем использования на широкополосных станах горячей прокатки рациональных сечений исходных заготовок и оптимизации температурно-скоростных и деформационных режимов прокатки.

Анализ научных публикаций на эту тему показывает, что экономическая результативность энергопотребления на широкополосных станах горячей прокатки может быть улучшена.

Таким образом, в настоящее время энергопотребление на широкополосных станах горячей прокатки является актуальной темой и нуждается в дальнейшем во всестороннем экспериментально-теоретическом исследовании.

УДК 621.313.333

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ПРИ РАБОТЕ МОЩНЫХ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ШАРАНОВ М.В., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ Г.П.;

канд. техн. наук, доц. ХРАМШИН Т.Р.

Наиболее мощными электроприемниками внутризаводского электроснабжения металлургических предприятий являются современные прокатные станы. Их главные привода выполняют на базе синхронных двигателей с частотными преобразователями на полностью управляемых ключах (IEGT-транзисторы, IGCT-тиристоры). Подобные решения

реализованы на стане горячей прокатки «5000» и стане холодной прокатки «2000», запущенных в эксплуатацию в последние годы на ОАО «ММК». Стан «5000» выполнен на IEGT-транзисторах и восемнадцатипульсной схеме выпрямления, а стан «2000» – на IGCT-тиристорах и двенадцатипульсной схеме выпрямления.

Главный привод стана «5000» включает два синхронных двигателя мощностью по 12 МВт. Особенностью схемы является включение трех фазосдвигающих трансформаторов со сдвигом вторичного напряжения на $\pm 20^\circ$ относительно первичного, чем и обеспечивается восемнадцатипульсная схема выпрямления. На стане «2000» установлено 4 двигателя мощностью 8 МВт и один двигатель мощностью 5 МВт. Здесь реализована двенадцатипульсная схема выпрямления с соединением вторичных обмоток в Y и Δ .

Результаты экспериментальных исследований, проведенных на стане, позволяют сделать следующие выводы: коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения на шинах 10 кВ стана «2000» превышает нормально и предельно допустимы значения действующего ГОСТ (5 и 8 %). Уровни высших гармоник напряжения выше 35-й превышают предельно допустимые значения на обоих станах. В отличие от тиристорных преобразователей постоянного тока, искажения напряжения не зависят от режима работы преобразователя и практически одинаковы на холостом ходу и под нагрузкой. Результаты экспериментальных исследований хорошо согласуются с результатами моделирования, выполненными в среде Matlab Simulink.

УДК 621.315.1

ГАЗОИЗОЛИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

ШАРАФИЕВ И.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Электрические сети современных мегаполисов развиваются в условиях быстро увеличивающейся плотности передаваемой мощности, снижения управляемости и наблюдаемости сети, обострения социальных и экологических проблем. Поэтому техническое перевооружение электрических сетей должно осуществляться на основе новых инновационных технологий, приводящих к созданию адекватного по

своим характеристикам к современным требованиям электрооборудования. Этим требованиям вполне удовлетворяют ГИЛ второго поколения.

Надземные, подземные и туннельные ГИЛ находят применение при осуществлении мощных выводов от электростанций. Они весьма перспективны для магистральных линий в черте крупных городов. Не исключена возможность их прокладки в туннелях метро. ГИЛ чаще всего применяются как выводы от крупных электростанций с энергоблоками 0,5–2 ГВт, а также подземные «врезки» в ВЛ.

Статистика свидетельствует, что эти системы работают фактически без дозаправки элегазом и без серьезных отказов при эксплуатации. При этом существующие и непрерывно совершенствуемые системы мониторинга обеспечивают обслуживающий персонал всей необходимой информацией и являются неотъемлемой и органичной частью АСУ ТП.

Информация от систем мониторинга непосредственно коррелируется с текущим состоянием газовой изоляции в части показаний плотности, температуры и давления элегаза. Непрерывное наблюдение за всеми газовыми отсеками ГИЛ позволяет минимизировать потери газа в (маловероятном) случае утечки газа за счет обнаружения данной неисправности на самом раннем этапе.

В случае возникновения дугового разряда система мониторинга позволяет немедленно обнаружить его место и таким образом обеспечить быстрый ремонт в месте неисправности.

Учитывая сказанное, можно утверждать, что относительно небольшие ГИЛ (15–17 км) позволят реализовать технический проект в условиях мегаполисов. Преимущества ГИЛ по сравнению с КЛ и ВЛ электропередачи позволяют рассматривать данный вариант наряду с другими.

УДК 621.313

ЗАВИСИМОСТЬ ЗАГРУЗКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ВО ВНУТРИЗАВОДСКИХ СЕТЯХ, НА УРОВЕНЬ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

ЮСУПОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

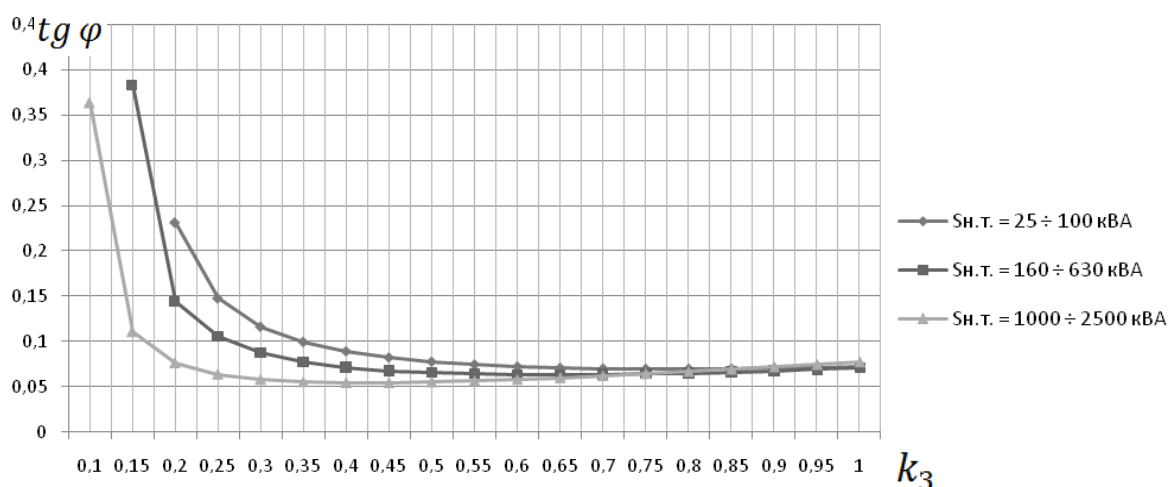
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

За последние годы характер потребления электроэнергии сильно изменился. Это обусловлено увеличением мощности нелинейных потребителей, а также опережающим ростом потребления реактивной

мощности по отношению к активной вследствие уменьшения загрузки силовых трансформаторов. Это является характерной чертой современной электроэнергетики, отрицательно влияющей на качество и потери электроэнергии.

$$Q = Q_0 + Q_P = S_{H.T.} \cdot \left(\frac{I_{XX}}{100} + \frac{U_K}{100} \cdot k_3^2 \right)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{I_{XX}}{100} + \frac{U_K}{100} \cdot k_3^2}{\sqrt{k_3^2 - \left(\frac{I_{XX}}{100} + \frac{U_K}{100} \cdot k_3^2 \right)}}$$



Зависимость коэффициента реактивной мощности $\operatorname{tg} \varphi$ от коэффициента загрузки k_3 для трансформаторов марки ТМ и ТСЗ

Графики показывают, что существенно $\operatorname{tg} \varphi$ трансформаторов увеличивается при k_3 равно менее 0,35. При снижении k_3 равно менее 0,2 $\operatorname{tg} \varphi$ резко возрастает, что говорит о повышении потребления реактивной мощности.

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ШИШКАНОВА А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЧУРАЕВ Р.Р.

Ненормативные отклонения и колебания частоты сети и напряжения могут привести к сбоям в работе автоматики, оборудования, увеличению

потерь в сетях, преждевременному износу оборудования, браку в производстве, профессиональным заболеваниями и повышенной утомляемостью работников предприятий, в связи с чем в обиход был введен особый параметр качества электроэнергии – доза фликера.

Для разработки магистерской работы возникла необходимость обратиться к исследованиям, где уже были разработаны в национальном масштабе методы определения резкости фликера. Вычисление дозы фликера измерительными приборами осуществляется с помощью микропроцессорных систем, моделирующих реакцию «лампа-глаз-мозг». В целях уменьшения ущерба от фликера (утомляемость зрения, усталость, профессиональные заболевания) рекомендуется по возможности подключать источник фликера в точке сети, где расчетная мощность короткого замыкания значительно превышает мощность, потребляемую аппаратом.

Наибольшее влияние фликер оказывает на источники искусственного освещения, в то время как другие сетевые устройства не столь чувствительны к данному явлению. Из сказанного ясно, какое важное значение имеет разработка научно обоснованных методов расчета доз фликера напряжения при периодических колебаниях нагрузки.

УДК 658.26:658.18

ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В УСЛОВИЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

МИСУЛИН Д.А., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГАЗИЗОВА О.В.

В условиях рыночной экономики разработка энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях является необходимой составляющей конкурентоспособности производимой продукции. Коксохимическое производство является довольно энергоемким, поэтому применение основных принципов энергетического менеджмента позволяет существенно снизить энергетические затраты в условиях исследуемого цеха и, следовательно, повысить конкурентоспособность продукции. В настоящее время разработаны общие подходы энергоменеджмента. Однако они не учитывают специфики технологического процесса и энергопотребления в условиях коксохимического производства, поэтому их применение и усовершенствование является актуальным.

В соответствии с общими принципами энергоменеджмента с целью снижения электропотребления необходимо изучить организационные структуры исследуемого цеха, действующую систему управления подразделением и его технологический процесс; провести анализ средств технического учета расхода энергии, обеспечивающих учет всех входящих и выходящих энергетических потоков; изучить средства автоматизации сбора, передачи, хранения и обработки данных об энергопотреблении; составить энергетический баланс цеха и провести его анализ.

Особое внимание при разработке энергосберегающих мероприятий следует обратить на использование вторичных энергоресурсов, выявить потребителей с наибольшим потреблением энергоносителей, а также произвести анализ возможностей снижения энергопотребления именно у таких потребителей.

Значимость полученных результатов работы для науки и производства заключается в разработке рекомендаций, направленных на снижение электроэнергетических затрат, в условиях коксохимического производства. Заинтересованность в результатах научно-исследовательской работы могут выразить инженеры группы режимов электротехнических лабораторий промышленных предприятий.

УДК 621.311(07)

РЕЗЕРВНОЕ ПИТАНИЕ ОТ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

ЗАКИРОВА Л.Ш., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАШАЛИ Д.Ю.

Аварии в энергосистеме могут привести к печальным последствиям: десятки тысяч людей окажутся заблокированы в остановившихся поездах метро и лифтах; будет нарушено железнодорожное сообщение и парализована работа многих коммерческих и государственных организаций; будут остановлены перерабатывающие заводы; приостановлена работа многих канализационных насосных станций.

Отключение электроэнергии в крупном торговом центре в выходные дни, да еще осенним или зимним вечером, когда рано темнеет, неизбежно вызовет панику. Люди не смогут выйти из замерших лифтов, останутся в кромешной тьме кинотеатров, детских развлекательных комнат, кондиционированный воздух будет постепенно сменяться духотой.

Прибавьте к этому страх материально ответственных арендаторов – не работают ни система безопасности, ни пожаротушения, ни телефоны, замерли кассовые аппараты. В такой чрезвычайной ситуации настоящим спасением может оказаться автономная электростанция.

Автономные электростанции бывают резервными (т.е. запускаются только в случае прекращения подачи электроэнергии городом) и основными (на них можно работать постоянно, не пользуясь централизованным электроснабжением). У них есть конструктивные отличия. Резервные дизель-генераторные установки (ДГУ) выходят на номинальные обороты в течение 2–3 минут (для импортных станций в резервном режиме – 10–15 сек.) в зависимости от мощности и модели (и даже ее вращающий момент сразу будет использован для производства электричества). Основные ДГУ выходят на номинальные обороты в течение большего времени, но потом долгое время могут работать без остановки.

Авторы провели обзор, в ходе которого выяснили что среди дизельных электростанций хорошо себя зарекомендовали *SDMO, Cummins, Gesan, F.G.Wilson, Powerfull*, отечественные ДГУ «Вепрь» и электростанции Ярославского завода.

УДК 62 1.311

РАЗДЕЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

КУЗЬМИЧЁВ А.Э., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

Для нормальной работы сетей, улучшения их технико-экономических показателей принимаются различные технические меры. Например, раздельное питание силовых и осветительных электроприемников (ЭП). На промышленных предприятиях существует большая группа ЭП, имеющих резкопеременный характер нагрузок и, подключаемых к низковольтным сетям. К этим ЭП относятся: сварочные агрегаты, индукционные плавильные печи, плазменные печи и некоторые другие. В тех случаях, когда подобные электроприемники присоединяются к шинам 0,4 кВ, они могут питаться от тех же источников, что и критичная к колебаниям напряжения нагрузка – освещение, автоматика, вычислительная техника и др. Питание силовых ЭП и источников света может осуществляться от общих или раздельных трансформаторов. Питание от общих трансформаторов имеет свои преимущества. Упрощается электрическая схема каждой подстанции,

вследствие чего сокращается количество устанавливаемой аппаратуры, уменьшаются ее габаритные размеры и удешевляются строительные и монтажные работы. Однако существует большая группа ЭП, вызывающих колебания напряжения, питающихся от сетей напряжением ниже 1000 В, к которым могут подсоединяться чувствительные к колебаниям напряжения ЭП. Влияние больших по мощности ЭП, вызывающих колебания напряжения, на уровне энергосистемы не ощутимо, но в точке их присоединения к цеховой трансформаторной подстанции или распределительному пункту они могут вызвать колебания напряжения, недопустимые по ГОСТ 13109-97. Этот «мелкий» с точки зрения энергосистемы вопрос в условиях эксплуатации стоит остро, т.к. из-за неудачной системы электроснабжения происходят сбои в работе микропроцессорных устройств и систем автоматики, отключаются осветительные электролампы, сокращается срок службы отдельных видов электрооборудования, что в свою очередь может привести к остановке производственного процесса и большим материальным убыткам.

УДК 621.311

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

ИСАЕВ Р.Ю., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Реактивная мощность – это мощность, которую источник переменного тока в течение одной четверти периода отдаёт во внешнюю цепь, обладающую реактивным сопротивлением, а в течение другой четверти периода получает ее обратно. Характеризует энергию, не потребляемую во внешней цепи, а колеблющуюся между внешней цепью и источником, т.е. емкостную и индуктивную энергию, временно накапливаемую, а затем отдаваемую источнику.

Реактивная мощность не связана с полезной работой ЭП и расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, линиях. Основным потребителем реактивной мощности индуктивного характера на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели АД (60–65 % общего ее потребления), трансформаторы, включая сварочные (20–25 %), вентильные преобразователи, реакторы и прочие ЭП.

Реактивной мощностью дополнительно нагружаются питающие и распределительные сети предприятия, соответственно увеличивается

общее потребление электроэнергии. Меры по снижению потребления реактивной мощности: естественная компенсация (естественный) без применения специальных компенсирующих устройств (КУ); искусственная компенсация, называемая чаще просто компенсацией.

Для компенсации реактивной мощности применяют автоматические конденсаторные установки. Автоматическая установка компенсации реактивной мощности (АУКРМ) в процессе работы, под управлением специального микропроцессорного регулятора реактивной мощности улучшает $\cos \varphi$ электросети, путем отслеживания в реальном времени значений коэффициента мощности и коррекции его за счет подключения или отключения необходимого числа батарей конденсаторов.

УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ

ПАВЛОВ Р.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Монтаж подстанций – это самый первый этап электрификации любого производства. От качества выполнения этой задачи и качества используемого оборудования напрямую зависит работоспособность всей энергосистемы. Поэтому эта задача должна решаться исключительно с помощью профессионалов, знающих свое дело. Грамотный проект – это отправная точка любого серьезного строительства, поэтому еще до начала монтажных работ должна быть спланирована площадка под все объекты подстанции, сооружен фундамент или установлены железобетонные стойки, подготовлены траншеи для укладки силовых кабелей и заземлительного контура.

Монтаж трансформаторной подстанции начинается со сборки металлоконструкции портала, в котором находится трансформатор. После установки на портале производится монтаж необходимого высоковольтного оборудования, а также гирлянды изоляторов для установки гибких проводов. Производится монтаж опорных стоек под разъединители, разрядники, стержневые молниеотводы, а также трансформаторы тока и напряжения. После установки оборудования на портале и опорных стойках и выполняют регулировку линейных разъединителей. Гибкие провода шин соединяются специальными

ответвительными зажимами. На последнем этапе монтажа подстанции проверяют прочность всех болтовых соединений.

В районах вечномёрзлых или каменистых грунтов используется электролитическое заземление. Засоление грунта в месте размещения электродов происходит путем добавления в него большого объема поваренной соли NaCl. При её растворении в грунте резко повышается концентрация ионов, участвующих в переносе заряда, а следовательно снижается его (грунта) электрическое сопротивление.

Заключительным этапом реализации проекта монтажа подстанции является проверка и опломбирование энергоустановки контролирующими органами, и в случае выполнения всех норм, предусмотренных техникой безопасности и законодательством, выдается разрешение на эксплуатацию.

УДК 621.311

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ВЕТВИ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ НАГРЕВА

ХРАМОВ М.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГРАЧЕВА Е.И.

Сопротивление элементов сети может за счет изменений температуры изменяться примерно на 40 %. Несмотря на это, температура при расчетах потерь энергии обычно не учитывается. Причины для этого следующие:

1. 40 % – это максимально возможный диапазон изменения; реально сопротивление меняется, как правило, не в таких широких пределах.

2. Превышения температуры проводников над температурой окружающей среды обычно невелики; они становятся значительными только при нагрузках элементов сети более 70 %.

3. Точный расчет температур обычно является довольно сложной задачей.

Распределение потерь по элементам сети определяется соотношениями между токами и активными сопротивлениями элементов сети. Если элементы сети имеют существенно разные нагрузки, то независимо от условий охлаждения их температуры будут различными. Так как диапазон изменения температуры проводника, обусловленный изменением тока, обычно составляет чуть больше половины диапазона его рабочих температур, то в этом диапазоне сопротивление может изменяться примерно 25 %, а отношение сопротивлений разных элементов –

соответственно примерно на 50 %, то есть неучет нагрева может вызвать погрешность оценки отношения потерь в одном элементе к потерям в другом элементе до 50 %.

УДК 621.311

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЛ 10–35 кВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

ВЕНЮКОВ Н.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

В данной работе я рассматриваю устройство ВЛ 10–35 кВ, существующие и актуальные проблемы, связанные с надёжностью, затратами на монтаж, потерями электроэнергии, долговечностью службы.

Рассмотрены способы решения изложенных проблем, существующие на сегодняшний день. Изложены все их преимущества по сравнению со старыми способами решения этих проблем, как экономические так и технические (такие как надёжность).

В данном направлении был выполнен анализ состояния Российских ВЛ 10–35 кВ, с последующим выявлением самых актуальных проблем. Предложены и обоснованы, как экономически, так и технически способы решения анализированных проблем. С использованием последних достижений в науке спектр решений значительно возрастает, поэтому я делаю упор именно на новых технических достижениях.

Область развития ВЛ задает направление, показывающее на необходимость использования новых материалов, систем диагностики и слежения за исправностью линий.

УДК 621.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ШИНОПРОВОДОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ФЕДОРОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

В данной работе рассмотрены вопросы по использованию шинопроводов в электрических сетях промышленных предприятий.

Рассмотрены разные виды шинопроводов: распределительный, магистральный, троллейный, осветительный шинопроводы. Применение шинопроводов в электрических сетях низшего напряжения позволяет создать безопасные в эксплуатации, универсальные электрические сети, форму которых легко изменить при изменении технологического процесса производства. Использование шинопроводов обеспечивает возможность беспрепятственного добавления нагрузок и ответвлений к токоприемникам практически в любом месте при сравнительно коротких соединительных связях. Применение шинопроводов позволяет существенно сократить расход кабельной продукции. В настоящее время шинопроводы успешно конкурируют с кабельными прокладками. Диапазон токов от 25 до 6300 А раскрывает широкие возможности для применения шинопроводов в электрических сетях. Применение шинопроводов уменьшает зависимость монтажных работ от готовности строительной части сооружения и позволяет осуществить их прокладку в короткие сроки. Шинопроводы устанавливаются в разных видах помещений: жарких, пыльных, сухих, влажных, сырых.

Одной из проблем может служить нагрев шинопровода. Охлаждение шинопровода производят приоткрыванием короба на несколько миллиметров, но это опасно попаданием туда посторонних предметов и снижением степени защиты.

Другой является потеря электроэнергии в шинопроводах, которые составляют значительную величину общих потерь электроэнергии в сетях 0,4 кВ промышленных предприятий (приблизительно 5 %).

Снижения этих потерь в шинопроводах можно добиться за счет применения шин оптимальной формы и сечения, их числа на фазу, более рационального их взаимного расположения в кожухе, лучших условий охлаждения и других факторов, определяющих конструкцию шинопровода в целом.

Для решения этой проблемы я предлагаю сделать автоматическую систему охлаждения, которая будет определять автоматически температуру на шинах и в нужный момент включать систему охлаждения. В случае пожара вентиляторы отключатся, и будет производиться тушение с помощью системы пожарной сигнализации.

Перспективы развития шинопроводов показывают, что разработка их должна быть продолжена путем исследования и поиска недостатков.

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

УДК 621.3.014.7.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ В ПРОГРАММЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ MULTISIM

АРКОВ А.В., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МОРОЗОВ В.А.

Однофазные замыкания на землю (ОЗЗ) являются одними из главных причин выхода линии из нормального режима работы. Определять места возникновения ОЗЗ предлагается по уровню амплитуд напряжений высших гармонических составляющих питающей сети в функции полного сопротивления линии. Для подтверждения предложенного метода используется программа схемотехнического моделирования Multisim. Анализ физических процессов происходящих в ЛЭП требует корректной схемы замещения.

Электрические сети напряжением 6–35 кВ работают, как правило, с изолированной нейтралью. Дуговое замыкание фазы линии на землю можно интерпретировать как появление поперечной однофазной несимметрии токов, обусловленной включением источников ЭДС высших гармонических составляющих, для описания которых недопустимо пренебрежение поперечными проводимостями ВЛ, т.к. начинают проявляться волновые свойства электропередачи. С увеличением длины линии, а соответственно и активного и индуктивного сопротивления, растут значения напряжений высших гармоник, достигая на определенном расстоянии максимальных значений. При известных значениях напряжений 3-й, 5-й, 7-й, 11-й, 13-й гармоник однозначно определяется место однофазного замыкания на землю. Этот принцип может быть использован для построения защиты.

УДК 621.315.06

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ LABVIEW ДЛЯ ОТЛАДКИ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

АХМЕТГАЛИЕВ Л.Ф., ГИБАДУЛЛИН А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

LabVIEW – программа в комплексе с аппаратными средствами, встраиваемыми в ПК (многоканальные измерительные аналого-цифровые платы, платы захвата и т.д.), а также измерительные приборы, подключаемые к компьютеру через стандартные интерфейсы RS-232, RS-485, USB, GPIB (КОП), PXI, VXI позволяет разрабатывать системы измерения, контроля и диагностики.

Основная идея встраиваемых систем заключается в том, что такая система будет осуществлять свою работу, будучи непосредственно встроенной в устройство, которым она управляет. При этом функцию управления берет на себя программное обеспечение. Для таких систем, точность и безошибочность работы всех составляющих ее компонентов является критически важной задачей. В связи с этим, процесс разработки встраиваемых систем, должен сопровождаться процедурой отладки, как аппаратных, так и программных средств.

На кафедре Промышленной электроники, КГЭУ разработан функционально измерительно-тестирующий комплекс, предназначенный для осуществления процедур отладки и диагностики встраиваемых МК устройств. Объектом исследования являются лабораторные стенды на основе МК фирмы *Motorola*. Комплекс может работать в режимах «Генератор слов», «Логический анализатор» и «Тестер». Максимальная частота работы 40МГц.

Исследования проводились в программной среде LabVIEW 8.5 с использованием программно-аппаратного комплекса. В состав программно-аппаратного комплекса входят ПК и набор плат расширения: SCXI-1000 (малозумный корпус, который может содержать до четырех SCXI модулей), SCXI-1102, SCXI-1162 (имеет 32 оптически изолированных дискретных входа), SCXI-1326(высоковольтный клеммник с 48 винтовыми клеммами для подключения к модулю SCXI-1162).

Процедуры отладки, тестирования и диагностики встраиваемых систем являются, несомненно, важными этапами на пути выхода конечного изделия, поэтому проектирование и разработка прибора,

который бы обеспечил требуемую функциональность, является актуальной задачей.

УДК 621.372(075.8)

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИГНАЛОВ ПРИ ВИБРОИСПЫТАНИЯХ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АХМЕТШИН М.Я., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЯСОВЕЕВ В.Х.

Цель стендовых испытаний на вибрацию до установки оборудования на воздушном судне – подтвердить соответствие технических характеристик оборудования характеристикам, изложенным в нормативно-технической документации (НТД) на это оборудование во время и/или после воздействия вибрации с заданными уровнями.

Контроль параметров вибрации при испытаниях на вибростенде является важнейшей задачей, т.к. отклонение какого-либо параметра от заданного говорит нам о некорректном режиме испытаний. Если, например, значение какого-либо параметра в ходе испытаний было больше заданного – «более жесткий» режим, то здесь уже можно говорить о снижении наработки на отказ изделия.

Различают два основных вида режимов виброиспытаний: режим синусоидальной вибрации и режим широкополосной случайной вибрации (ШСВ). В последнем амплитуда и частота колебаний могут изменяться во времени по заданному закону.

Поэтому важным элементом при проектировании таких систем контроля является проектирование блока математической обработки измеряемого сигнала.

В настоящее время существуют различные системы управления и контроля виброиспытаниями, например, «САНТЭК-ВИБРО» или систем на основе изделий National Instruments. Для обработки сигнала измерительной информации здесь используется преобразование Фурье (ПФ).

С практической точки зрения и с позиций точного представления произвольных сигналов ПФ имеет ряд ограничений и недостатков. Обладая хорошей локализацией по частоте, оно не обладает временным разрешением. Базисной функцией при разложении в ряд Фурье является гармоническое колебание, которое математически определено на всем

временном интервале. ПФ не учитывает, что частота колебания может изменяться во времени. Локальные особенности сигнала (разрывы, ступеньки, пики и т.п.) дают едва заметные составляющие спектра.

Предлагается использовать для анализа сигналов Вейвлет-преобразование (ВП). Оно позволяет более качественно получить частотно-временной спектр сигнала, что является немаловажным при контроле виброиспытаний на широкополосную случайную вибрацию. Более того, благодаря ВП можно получить характерные спектры сигналов для определенных режимов испытания оборудования, а также для отдельных видов критических неисправностей, которые в дальнейшем можно обрабатывать при помощи интеллектуальных систем, нечеткой логики и генетических алгоритмов.

УДК 621.3.024

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

АХМЕТШИН Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАПАЕВ В.И.

Определяющим компонентом системы оперативного постоянного тока (СОПТ) энергообъектов, но вместе с этим и самым слабым ее звеном, требующим особого внимания, оперативных и капитальных затрат являются аккумуляторные батареи (АБ). Необоснованно большое разнообразие типов АБ, применяемых в СОПТ энергосистем, создает проблемы эксплуатационного характера и материально-технического обеспечения. Так на 17 электрических подстанциях ОАО «Сетевая компания» г. Казани, оснащенных системами оперативного постоянного тока, используется 15 типов стационарных АБ. Вместе с тем, функциональная идентичность, единство величины напряжения, близость значений показателей количества, качества вырабатываемой электроэнергии, и конструктивных параметров аккумуляторных батарей разных типов обеспечивают множество вариантов их эквивалентной взаимозаменяемости, характеризующихся различным технико-экономическим эффектом. Это служит предпосылкой для сокращения и последующего обоснования рациональной номенклатуры (количества

типов) АБ СОПТ, которая удовлетворяет все потребности в них сетевой компании наилучшим образом. Предложена методика двухэтапного решения задачи оптимизации типажа АБ в СОПТ. При этом на первом этапе решается задача выделения однородных групп аккумуляторных батарей. На втором этапе для каждой однородной группы аккумуляторных батарей решается задача оптимизации типажа и количества аккумуляторных батарей. При решении этой задачи применяется критерий минимальных затрат на содержание и эксплуатацию полученного типажа батарей. Однако, данный критерий гарантирует среднюю статическую оптимальность, при этом в отдельных случаях затраты могут существенно превышать статически минимальные. Для устранения этого недостатка предлагается использовать минимаксный критерий рациональности.

УДК 621.45.044

ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

АХМЕТЬЯНОВ Р.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

В научно-технической литературе представлена информация об импульсно-плазменных системах зажигания газотурбинных двигателей. Существо таких систем зажигания состоит в том, что в свече зажигания образуются разряды двух типов: маломощный высоковольтный искровой, обеспечивающий пробой искровой свечи зажигания и длительный мощный разряд, создаваемый преобразователем напряжения. Низковольтный длительный разряд является однополярным, что обеспечивает определенные положительные эффекты. Такие системы зажигания в настоящее время не применяются, однако они являются перспективными, так как занимают промежуточное положение между импульсно-искровыми и плазменными системами зажигания.

В докладе представлены результаты исследования нового схемотехнического решения импульсно-плазменной системы зажигания.

Предлагаемое решение позволяет устранить два принципиальных недостатка известных схем импульсно-плазменных систем зажигания: отсутствие синхронизации образования высоковольтного и низковольтного маломощного и мощного искровых разрядов и

возможность работы со свечами зажигания только с искровым воздушным промежутком. Современные полупроводниковые свечи в составе таких систем зажигания работать не могут из-за значительного тока утечки через полупроводниковый материал.

Сущность предлагаемого решения заключается в следующем: накопительный конденсатор малой емкости во вспомогательной зарядно-разрядной цепи разряжается через коммутирующий элемент на первичную обмотку импульсного трансформатора, при этом высоковольтный импульс на вторичной обмотке, подключенной последовательно со свечой зажигания, обеспечивает ее принудительный пробой, одновременно с пробоем дополнительного коммутирующего элемента в разрядной цепи низковольтного накопительного конденсатора большой емкости.

УДК 621.45.044

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИСКРОВЫХ РАЗРЯДОВ В СТРЕЛЯЮЩИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СВЕЧАХ

БАРАБАНОВ А.Ю., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.;

канд. техн. наук, доц. САЛИХОВ Р.М.

Измерения энергии искровых разрядов в полупроводниковых свечах газотурбинных двигателей возможны несколькими способами. Наиболее широкое применение получил осциллографический метод измерения, основанный на перемножении разрядного тока и падения напряжения в свече по соответствующим осциллограммам с дальнейшим графическим интегрированием. Для точного измерения энергии искрового разряда необходимо подключение делителя напряжения непосредственно к электродам по рабочему торцу полупроводниковой свечи. Это возможно только для открытых и полузакрытых полупроводниковых свечей. В стреляющих полупроводниковых свечах центральный электрод заглублен относительно рабочего торца свечи, подключение измерительных проводов делителя при этом искажает динамику разрядных процессов в рабочей камере свечи.

В докладе представлены результаты разработки оригинального метода измерения энергии искровых разрядов в стреляющих полупроводниковых свечах при подключении делителя напряжения к высоковольтному вводу в свечу, что вполне осуществимо даже для свечей в составе серийных

агрегатов зажигания. При таком подключении делителя измеряется падение напряжения не только в искровом разряде, но и в центральном электроде от высоковольтного ввода до разрядной камеры.

Также в докладе представлены результаты разработки компьютерной программы, обеспечивающей высокую точность расчета энергии разряда при соответствующей компьютерной обработке осциллограмм разрядного тока и падения напряжения в свече. С осциллографа помимо изображений кривых разрядного тока и падения напряжения на свече снимаются данные о мгновенных значениях этих кривых с периодом, фиксируемым осциллографом. Далее эти данные загружаются в программу и перемножаются. Полученные мгновенные значения мощности искрового разряда интегрируются методом кусочно-линейной аппроксимации и рассчитывается значение энергии искровых разрядов в стреляющей полупроводниковой свече.

УДК 697.94

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОФИСА С СЕРВЕРНОЙ КОМНАТОЙ

БЕЗРОДНОВ П.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. НАУМОВ А.А.

Как показывают метеонаблюдения, среднемесячная температура в летние месяцы в городах России увеличивается. Так за 2004–2011 годы ее рост в июле составил 22,9 % по сравнению с 1996–2003 годами. Это рождает спрос на установку оборудования для кондиционирования для создания требуемого микроклимата в помещениях, где длительное время работают люди, а также в помещениях с оборудованием, чувствительным к изменению температуры.

На рынке существует большое разнообразие предложений по продаже и установке оборудования без инженерного обоснования использования конкретного типа изделия. Требуется произвести замеры, расчеты, спроектировать план размещения всех частей используемого оборудования.

Передо мной была поставлена следующая задача – разработать систему кондиционирования находящихся на южной стороне офисного помещения и прилегающей к нему серверной комнаты с площадью 70 м^2 и 20 м^2 соответственно и высотой потолков 3 м. Для этого были произведены следующие виды работ:

- расчет необходимой мощности кондиционирования с учетом источников тепла и требований СанПин для воздуха рабочей зоны;
- выбор необходимого типа оборудования непосредственно для системы кондиционирования и для повышения энергоэффективности этой системы;
- выбор системы подключения – выбор кабеля, устройств защиты;
- проектирование системы кондиционирования.

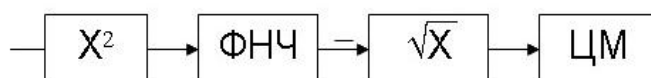
УДК 621.317.7

СХЕМОТЕХНИКА КВАДРАТИЧНОГО ВОЛЬТМЕТРА

ВЛАСОВ А.Н., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШТИН А.А.

В связи с распространением силовой полупроводниковой техники, искажающей форму тока и напряжения питающей сети, появилась необходимость в приборах, измеряющих действующие значения напряжений несинусоидальной формы.

В работе рассмотрена схема квадратичного вольтметра, предназначенного для учебного процесса, имеющего малую величину погрешности в сравнении с аналоговыми устройствами, низкую стоимость, малые габариты и простое исполнение, в сравнении с цифровыми аналогами.



Структурная схема квадратичного цифрового вольтметра
 X^2 – блок возведения в квадрат; ФНЧ – фильтр низких частот; \sqrt{X} – блок извлечения квадратного корня; ЦМ – цифровой мультиметр

Блок возведения в квадрат и блок извлечения квадратного корня выполнены на микросхеме КР525ПС2А. ФНЧ – исполняет роль интегратора, что допустимо при частотах 50 Гц и выше.

Был собран опытный макет предложенного устройства. В частности, разработана печатная плата (размер 60x90 мм). В качестве мультиметра использовался прибор DT9202A. Макет был проверен путём сравнения показаний с микропроцессорным измерительным прибором АТК-2012 фирмы «АТАКОМ» и с прибором С6-11. Относительная погрешность по результатам испытаний составила около 2 %. Предполагается использовать

разработанное устройство в лабораторном практикуме на кафедре «Электротехника».

УДК 620.9(045)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ВОРОНЦОВ А.С., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Научн. рук. канд. техн. наук, доц. СТАРОДУБЦЕВА В.А.

В настоящее время расширяется область практического применения космических аппаратов. При проектировании энергосистемы аппарата важнейшей задачей является выбор источника питания, так как срок эксплуатации аппарата напрямую зависит от срока службы выбранного источника энергии.

Наиболее перспективным методом выработки электроэнергии в условиях открытого космоса является использование современных разработок в области фотоэнергетики, передовых моделей аккумуляторов, обладающих большой удельной энергетической плотностью, и ионисторов. В результате анализа указанных источников электроэнергии выявлены существенные преимущества использования каскадных фотоэлектрических преобразователей, тонкопленочных солнечных элементов на основе аморфного кремния, литий-полимерных аккумуляторов совместно с ионисторами. Преимущества заключаются в значительном уменьшении массогабаритных характеристик космического аппарата, повышении общего КПД энергосистемы, снижении ее стоимости, а также облегчении режима работы аккумуляторов за счет использования ионисторов. В случае создания гибких рулонных солнечных батарей на основе аморфного кремния значительно упрощается система развертывания солнечных панелей при выходе аппарата на заданную орбиту.

Полученные результаты могут быть учтены в процессе разработки и оптимизации энергосистемы студенческого космического аппарата «Микроспутник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова». Данный аппарат предназначен для оптических наблюдений за поверхностью Земли и должен обладать массой около 10 кг, что накладывает ограничения на выбор источника питания. Для реализации этого проекта в Ижевском государственном техническом университете им. М.Т. Калашникова создано студенческое конструкторское бюро космического приборостроения, которое

носит имя бывшего директора Ижевского радиозавода Валерия Агафангеловича Шутова, ведется сотрудничество с предприятиями и вузами.

УДК 621.3

ДИАГНОСТИКА ДИСБАЛАНСА РОТОРА С ПЕРЕНОСНЫМ ВРАЩЕНИЕМ ОПОР

ГАБДРАХМАНОВ И.Т., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАШАЛИ Д.Ю.

Контроль дисбаланса ротора электрических машин (ЭМ), в процессе производства и эксплуатации (без разборки, а при необходимости и без съема с места установки, например, с борта самолета) является актуальной научно-технической задачей. Авторами разработан способ измерения дисбаланса ротора ЭМ, основанный на использовании датчика неуравновешенности, преобразующего механические колебания ротора в электрический сигнал. Датчик устанавливается на корпусе ЭМ там, где его установка невозможна или нежелательна, применяются методы, в которых используется в качестве датчика обмотка ЭМ. Авторами предложена методика контроля дисбаланса ротора ЭМ, установленного на подшипниках качения, внутренние и наружные кольца которых вращаются, с использованием вместо датчика обмотки диагностируемой ЭМ. При выполнении контроля колебания ротора добавляют в спектр магнитного потока в ЭМ гармонику, что приводит к возникновению электродвижущей силы, соответствующей частоты, а следовательно, появлению в спектре пульсаций тока ЭМ составляющей определенной частоты. Для повышения точности выполнения замера и определения дисбаланса в расчеты при обработке данных вводится частота переноса, отражающая частоту проворачивания или вращения наружного кольца подшипника относительно неподвижного корпуса или частоту вращения промежуточного корпуса, в который установлено это кольцо (например, в планетарных механизмах или в гироскопических устройствах).

УДК 621.45.044

ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЕМКОСТНОЙ СИСТЕМЕ ЗАЖИГАНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАЗРЯДА

ГАЛИЕВ Р.В., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

Известны емкостные системы зажигания аperiodического разряда для газотурбинных двигателей, которые в настоящее время не получили широкого распространения в отечественном двигателестроении, но привлекают внимание разработчиков систем зажигания в силу преимуществ, отличающих их от традиционных емкостных систем зажигания колебательного разряда.

В докладе представлены результаты экспериментальных осциллографических исследований разрядных процессов в системе зажигания пульсирующего разряда, которая является частным случаем системы зажигания аperiodического разряда и занимает промежуточное положение между системами зажигания колебательного и аperiodического разряда. Для получения пульсирующего разряда используется схема, состоящая из накопительного конденсатора, заряжаемого от регулируемого трансформаторного источника питания, коммутирующего разрядника, индуктивности и полупроводниковой свечи зажигания, причем параллельно цепи, состоящей из индуктивности и свечи, подключены последовательно соединенные диод и дополнительная катушка индуктивности. В ходе экспериментальных исследований с помощью соответствующих измерительных датчиков регистрировались: разрядный ток в цепи свечи, ток в цепи высоковольтного диода, ток в цепи емкости, падение напряжения в свече и падение напряжения в коммутирующем разряднике.

По полученным осциллограммам фиксировались параметры искровых разрядов, а также рассчитывалась энергия искровых разрядов методом графического интегрирования кривых мгновенной мощности искровых разрядов. В результате исследований доказано, что пульсирующий разряд в свече может быть получен при определенном сочетании индуктивностей в цепи свечи и цепи высоковольтного диода; доказано, что пульсирующий разряд по энергетической эффективности не уступает колебательному и аperiodическому разрядам. В результате исследований предложена новая схема емкостной системы зажигания пульсирующего разряда.

УДК 621.3.024

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШЕНИЯ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

ГАЛИУЛЛИН И.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАПАЕВ В.И.

Известно, что КПД бензинового двигателя внутреннего сгорания (ДВС) примерно 35 %, а дизельного 45 %, а 12 % топлива в топливовоздушной смеси в карбюраторном двигателе внутреннего сгорания не успевает сгорать. Поэтому радикальное энергосбережение именно в этой важнейшей отрасли наиболее значимо для устойчивого развития цивилизации на обозримое будущее. Наиболее узким местом в теории и практике организации рабочего процесса горения топливовоздушной смеси в цилиндрах ДВС остается вопрос формирования (смесеобразования) топливовоздушной горючей смеси. Важность предпламенного процесса смесеобразования топливовоздушной смеси в ДВС зачастую недооценивается, хотя именно этот начальный этап играет первостепенную роль на стабильность и устойчивость циклов горения в цилиндрах. В связи с этим для уменьшения неполноты сгорания и снижения концентраций токсичных компонентов в отработавших газах первостепенное внимание необходимо уделять факторам, оказывающим непосредственное влияние на предпламенные процессы, т.е. организации высокоэффективного процесса смесеобразования топливовоздушной горючей смеси.

В соответствии с этим, предлагается наиболее эффективный, технически и экономически целесообразный двухэтапный способ воздействия электрического и магнитного полей на процесс образования топливовоздушной горючей смеси двигателя внутреннего сгорания посредством введения в тракт образования топливовоздушной горючей смеси эффективных активаторов и смесителей с целью активизации последующего ее горения, заключающийся в предварительной ионизации поступающего в камеру сгорания кислорода воздуха многоимпульсным электрическим полем, синхронизированным с тактами поступления воздуха в камеру сгорания, с последующим воздействием на топливовоздушную горючую смесь полярнопеременным магнитным полем с целью активизации топлива и повышения качества смешения активизированных топливной и воздушной составляющих горючей смеси.

УДК 621.3.024

ИМПУЛЬСНЫЙ ДВУХЧАСТОТНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭНЕРГОСИСТЕМ

ГАТАУЛЛИН Р.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАПАЕВ В.И.

Особым элементом систем оперативного постоянного тока (СОПТ) энергообъектов являются аккумуляторные батареи (АБ). Одним из основных критериев технического состояния АБ является ее фактическая разрядная емкость. В процессе эксплуатации происходит необратимое снижение разрядной емкости АБ. Отсутствие эффективных средств диагностики СОПТ с АБ не позволяет своевременно выявить ухудшение параметров аккумуляторов и предупредить снижение их надежности. Поэтому одним из направлений повышения надежности СОПТ электростанций и подстанций является развитие систем мониторинга и диагностики свинцово-кислотных стационарных АБ с целью оперативного объективного контроля и прогнозирования емкости и остаточного ресурса работы в энергосистемах. Значение остаточной емкости АБ также необходимо для принятия оперативных решений в экстремальных, аварийных ситуациях. Для АБСОПТ невозможно использовать самый лучший из традиционных методов и альтернативные ему оперативные тесты контроля состояния аккумуляторов. Оперативность – очень важное требование: тест аккумулятора не должен занимать много времени. В СОПТ аккумулятор нельзя выводить из эксплуатации на время проведения теста. Во время теста аккумулятор не должен разряжаться, а в цепи батареи не должно возникать никаких помех и сам тест не должен реагировать на помехи со стороны СОПТ. Кроме того, тест не должен сокращать срок службы АБ и не требовать от обслуживающего персонала высокой квалификации. Этим требованиям не удовлетворяет ни один из известных тестов. Предложен метод тестирования проводимости стационарных свинцовых аккумуляторов, построенный на принципе формирования двух маломощных высокочастотных импульсов разрядного тока с длительностью ступеней единицы – десятки миллисекунд различной частоты и последующего анализа отклика напряжения аккумулятора на эти импульсы, позволяющий определить остаточную емкость аккумулятора, не выводя его из эксплуатации.

УДК 621.45.044

ЕМКОСТНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

ГИЛЬМАНОВ М.Ф., РОВНЕЙКО Р.В., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

Емкостные системы зажигания для современных и перспективных газотурбинных двигателей выполняются, как правило, с повышенной стабильностью выходных параметров. Повышенная стабильность обеспечивается двумя способами: во-первых, стабилизируется выходная мощность преобразователя при колебаниях напряжения бортовой сети самолёта; во-вторых, поддерживается на фиксированном уровне напряжение срабатывания коммутирующего элемента (разрядника или тиристора) разрядной цепи. Это позволяет при проектировании системы зажигания выбирать ёмкость накопительных конденсаторов без параметрической избыточности. Известно, что стабилизация напряжения срабатывания разрядника может достигаться различными способами, в том числе за счет применения дополнительных маломощных высокостабильных разрядников в высоковольтной цепи, либо за счет отслеживания напряжения заряда накопительных конденсаторов с помощью делителей напряжения в высоковольтной цепи или через низковольтные цепи преобразователя.

В докладе представлены результаты разработки и исследования новой схемы емкостной системы зажигания с повышенной стабильностью выходных параметров. В этой схеме оригинальная часть заключается в выборе и обосновании способа фиксации напряжения заряда накопительного конденсатора через низковольтные цепи преобразователя; используется информация о том, что напряжение на обмотке обратной связи трансформатора преобразователя пропорционально напряжению заряда конденсатора. Исследование энергетической эффективности разрядной цепи предлагаемой системы зажигания проводилось осциллографическим методом. Фиксировались осциллограммы напряжения на накопительном конденсаторе, падение напряжения в современной полупроводниковой свече и разрядный ток. В результате исследования доказана эффективность разрабатываемой схемы, выработаны рекомендации по определению основных параметров разрядной цепи применительно к заданной выходной мощности системы зажигания. Разработанная схема положена в основу создания серийной емкостной системы зажигания.

УДК 621.45.044

ПЛАЗМЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ГИЛЬМАНОВ М.Ф., РОВНЕЙКО Р.В., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

В условиях расширения диапазона высот и скоростей полета современных и перспективных самолетов, отказа от кислородной подпитки при воспламенении топливовоздушных смесей и ужесточения температурных режимов существующие емкостные системы зажигания не в полной мере удовлетворяют требованиям надежного воспламенения в особо напряженных режимах высотного запуска газотурбинных двигателей (ГТД).

В последнее десятилетие как в авиационных ГТД, так и в наземных газотурбинных установках (ГТУ) все более широкое применение находят системы плазменного зажигания, обладающие большей мощностью, и можно говорить о том, что в ближайшие годы они могут вытеснить на рынке систем зажигания для ГТУ другие типы.

Одним из преимуществ плазменных систем является наличие удлиненной плазменной струи, что позволяет устанавливать свечу в жаровой трубе на большем удалении от зоны высоких температур и приводит к предотвращению обгорания защитного кожуха (корпуса запального устройства) и непосредственно самой свечи, вследствие чего повышаются и ресурсные показатели свечей.

В докладе представлены результаты разработки и исследования новой схемы плазменной системы зажигания переменного тока. В этой схеме оригинальной частью является применение полумостового квазирезонансного инвертора напряжения с ограничением по току, с коммутацией силовых ключей при нулевом напряжении (*ZVS* – zero voltage switch) для преобразования напряжения питания в напряжение, необходимое для работы плазменной свечи. Исследование зависимости выходной мощности плазменной системы от перепада давления плазмообразующей среды на плазменной свече и выбор амплитуды выходного напряжения агрегата воспламенения проводились осциллографическим методом. Фиксировались осциллограммы тока через свечу и падение напряжения на плазменной струе. В результате исследования подобраны значения выходного напряжения и тока агрегата, обеспечивающие наибольшую эффективность системы плазменного зажигания. Разработанная схема положена в основу создания серийной системы плазменного зажигания ГТД.

УДК 621.314.25

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОФАЗНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

ГОРБУНОВ А.С., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Э.

В настоящее время в связи с развитием электротехнологии и увеличением мощности электротехнологических нагрузок актуальной задачей является обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) между сетью или источниками питания и применяемыми нагрузками. В качестве таких нагрузок можно отметить индукторы для индукционного нагрева, установки для получения алюминия. Обеспечение ЭМС необходимо для согласования номинальных напряжений сети или источников питания и нагрузок, снижения величин пульсаций выпрямленного напряжения, а также для приближения кривой потребляемого электротехнологическими установками тока к синусоиде.

Мощные установки для комплексных электротехнологических процессов снабжаются отдельными понижающими трансформаторами. При этом электротехнологические установки включают: индуктор, детали, промежуточную проводящую среду. Схема замещения промежуточной проводящей среды отличается рядом особенностей, поэтому необходимо исследование таких установок с помощью имитационных моделей в пакете *Matlab*.

Одними из устройств для обеспечения ЭМС являются многофазные фазопреобразующие трансформаторы, позволяющие преобразовать трехфазное напряжение в многофазное, например девятифазное.

Многофазные фазопреобразующие трансформаторы моделировались в пакете *Matlab* для анализа электромагнитных процессов, происходящих в этих трансформаторах при работе совместно с нагрузкой. При этом их вторичные обмотки соединялись в звезду, треугольник и зигзаг. Вторичные обмотки были нагружены на трехфазные выпрямители Ларионова, выходные концы которых были соединены последовательно и подключены к нагрузке.

Проведенный анализ имитационных моделей показал, что минимальная высшая гармоника потребляемого тока определяется по формуле $v_{\min} = f_1 \cdot (2 \cdot m - 1)$, где f_1 – частота сети, Гц; m – число фаз. То есть при числе фаз $m = 9$ минимальная высшая гармоника потребляемого тока $v_{\min} = 17$.

УДК 004.728.3.057.4

ПРИМЕНЕНИЕ СТЕКА WAKE ПРОТОКОЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ SMART GRID

ГОРЯЧЕВ М.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ЛИЗУНОВ И.Н.

Протокол Wake – это промышленный стандарт передачи информации и удаленного управления контроллерами, в которых есть дежурное питание. Протокол WAKE является логическим уровнем интерфейса управления оборудованием с помощью асинхронного последовательного канала (UART).

Протокол Wake, на транспорте UART, предусматривает работу низовых устройств, как в топологии «звезда», так и в одноранговой сети. На его основе можно создать самоорганизующуюся mesh-сеть с ретрансляцией. Используя маломощные и недорогие приемопередатчики, можно создать географически распределенную информационную сеть для передачи и приема данных, управления объектами Smart Grid. Базовый сервер такой сети может работать как на Windows, так и под управлением всех популярных сборок Linux (существуют свободно распространяемые библиотеки и драйверы Wake).

Технология Smart Grid позволяет проводить непрерывный мониторинг сетей, оптимизировать эксплуатационные и ремонтные работы, диагностировать оборудование, прогнозировать возможные аварийные ситуации, связанные с выходом из строя силового и вторичного оборудования.

Однако существуют проблемы внедрения технологий Smart Grid на уровне районных и городских сетей, сетей сельскохозяйственного назначения, сетей предприятий ЖКХ. Прежде всего, это связано с их крайне высокой стоимостью и определённой функциональной избыточностью элементов, при их применении в данном секторе. Нашедшие применение на предприятиях сектора utilities в «умных домах» и «умных офисах», протоколы ZigBee, Z-Wave, Smart Wireless дороги и закрыты. Выходом может быть использование открытых протоколов. Так при использовании протокола Wake, в связи с более низкой стоимостью сетей, появляется возможность проведения полноценной автоматизации необходимых объектов, в том числе и в энергетике. Также благодаря открытости протокола все улучшения становятся общедоступны.

УДК 621.318

РАЗРАБОТКА СЕРИИ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ГЕРМЕТИЗАТОРОВ ДЛЯ ВАКУУМА И ГАЗОВЫХ СРЕД

ДЕМИДЕНКО О.В., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САЙКИН М.С.

Работа посвящена разработке серии магнитожидкостных герметизаторов (МЖГ), предназначенных для уплотнения вращающихся валов при передаче вращательного движения в вакуум $10^{-6} \div 10^{-7}$ мм. рт. ст. и парогазовые среды. Диаметр валов МЖГ находится в диапазоне $7 \div 50$ мм. Серия МЖГ спроектирована для подшипников легкой серии.

В качестве источника магнитного поля в МЖГ предлагается использовать высококоэрцитивные магниты на основе сплава неодим-железо-бор в форме колец. Магниты имеют следующие характеристики: остаточная магнитная индукция $B_r = 0,9$ Тл, коэрцитивная сила $H_c = 680$ кА/м. В качестве материала магнитопровода, в зависимости от условий эксплуатации МЖГ предлагается использовать 2 варианта магнитопроводных сталей: Сталь 10 с индукцией магнитного насыщения 2,1 Тл и Сталь 20Х13 с индукцией магнитного насыщения 1,78 Тл в поле с величиной напряженности 50000 А/м.

Конструкции МЖГ могут представлять собой как отдельный модуль, где рабочий зазор $\delta = 0,1$ мм обеспечивается собственными подшипниками, так и пристыковочный узел, с величиной $\delta = 0,1 \div 0,15$ мм, который увеличивается с ростом диаметра вала. Шаг зубца для первого случая составляет $b = 2$ мм, а для второго $b = 2 \div 3$ мм, при этом выполняется полученное экспериментальным и теоретически путем соотношение $b/\delta = 20-40$. Все вакуумные МЖГ проектировались с учетом коэффициента запаса по перепаду давлений $K \geq 1,5$, при начальной намагниченности насыщения МЖ $M_{S0} = 20$ кА/м, а МЖГ парогазовых сред при $K \geq 2,0$ при начальной намагниченности насыщения МЖ $M_{S0} = 30$ кА/м. Температура эксплуатации МЖГ составляет $-50 \div +70$ °С.

Для каждого типоразмера МЖГ проводилось численное моделирование магнитного поля в интегрированной среде ELCUT, в ходе которого находились размеры кольцевых постоянных магнитов. Критерием оценки являлась максимальная индукция под зубцом герметизатора, которая для вакуумных МЖГ составляла 1,1 Тл, а для газовых 1,5 Тл.

УДК 621.365.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИНДУКЦИОННОМ НАГРЕВЕ

ДОЛГИХ И.Ю., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОРОЛЁВ А.Н.

В настоящее время индукционный нагрев является одним из наиболее перспективных технологических методов обработки металлов, что обусловлено наличием существенных технологических и экономических преимуществ по сравнению с альтернативными способами нагрева. Среди достоинств индукционного нагрева необходимо выделить большую скорость нагрева, обеспечивающую высокую производительность процессов, уменьшение окалины и угара металла, высокий уровень автоматизации, а также возможность регулирования пространственного расположения зоны нагрева. При этом индукционный нагрев дает возможность достигать требуемых температур в широком диапазоне при снижении энергоемкости и улучшении экологических характеристик производства.

Для наиболее полного использования обозначенных преимуществ необходимо иметь теоретическую базу, описывающую процесс индукционного нагрева, включающий в себя передачу энергии от индуктора, питаемого переменным током определенной частоты, к изделию и последующее изменение температуры заданной области изделия от начальной до требуемой. При этом для анализа электрических параметров индукционного нагрева предлагается использовать теорию трансформатора с разомкнутым магнитопроводом. При известных параметрах трансформатора в соответствии с указанной теорией определяется ток в изделии, осуществляющий его нагрев. Далее при заданной геометрии и физических свойствах изделия рассчитываются количество выделенной тепловой энергии в заданный промежуток времени и количество тепла, передаваемого в окружающую среду, в соответствии с которыми определяется температура нагреваемого изделия. При этом в изделии может быть выделено несколько слоев, каждый из которых нагревается своим током, а также за счет теплопередачи от соседних слоев.

В целом предложенный способ моделирования электромагнитных и тепловых воздействий позволяет исследовать динамику послойного нагрева изделия до заданных температур и последующего остывания при отключении источника питания.

УДК 621.87

РАЗРАБОТКА КОММУТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ И ВЫЗОВА ЛИФТА ОТ СИГНАЛА ДОМОФОНА

ЗАКИРОВ И.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОРЕХОВ В.В.

В жилищно-коммунальном хозяйстве общедомовые затраты электроэнергии в основном лежат на работе лифтов и освещении общедомовых территорий. Практика показывает, что такие расходы оказываются весьма значительны. На лестничных клетках чаще всего не предусмотрено автоматическое или дистанционное управление, обеспечивающее рациональное использование освещения. Светильники, освещающие лестничные клетки, зачастую включают и отключают жители домов. При этом электропотребление для освещения общедомовых территорий во многом зависит от сознательности жителей и может существенно отличаться даже в однотипных соседних домах. В настоящее время повсеместно двери подъездов жилых домов оборудуются домофонами. Это дает возможность автоматизировать некоторые процессы, в том числе управление освещением, с целью экономии электроэнергии на освещение подъезда и управление вызовом лифта для сокращения времени ожидания. Поэтому возникла идея разработки коммутирующего устройства для включения освещения и вызова лифта от сигнала домофона. Исследование автоматики домофона, лифта, состояния освещения позволило сделать вывод о реальности и целесообразности проектирования данного коммутирующего устройства, и следовательно, разработки технического задания, что само по себе является задачей научного поиска.

УДК 621.318

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕМБРАННОГО НАСОСА С МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

ЗАЯКИНА А.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САЙКИН М.С.

Электромагнитный мембранный насос с магнитной жидкостью (МЖ) предполагается использовать для перекачки технических жидкостей в химической и нефтехимической промышленности, а также для подачи топлива в летательных аппаратах.

Конструкция электромагнитного мембранного насоса состоит из замкнутой полости с эластичными стенками, которая заполнена МЖ, прямоугольной рабочей камеры, нагнетательного патрубка, всасывающего патрубка, нагнетательного клапана, находящегося на смежной стенке с замкнутой полостью, корпуса, всасывающего клапана, генератора магнитного поля в виде электромагнита, питающегося от источника постоянного тока с возможностью отдельного включения полюсов.

Целью работы является исследование влияния магнитного поля полюсов, имеющих разные геометрические размеры, на замкнутую эластичную полость с МЖ, выполненную в форме эллипса 100×50 .

Моделирование магнитного поля электромагнитного мембранного насоса проводилось в интегрированных средах ELCUT и COMSOL Multiphysics. По результатам расчетов строилась картина распределения магнитной индукции в объеме замкнутой эластичной полости с МЖ. Расчетным путем определялось оптимальное, с точки зрения величины магнитной индукции, расстояние между полюсами и замкнутой эластичной полостью. Расчет был проведен для трех расстояний между эластичной полостью и полюсами, которые составили 80, 90 и 110 мм.

Магнитное поле, индуцируемое источником постоянного тока, моделирует магнитное поле «закритических» постоянных магнитов, выполненных в форме пластин или колец разных размеров. При этом величина остаточной индукции постоянных магнитов составляет $B_r = 0,77$ Тл и коэрцитивная сила $H_c = 540$ кА/м

В результате расчета получены графики распределения магнитной индукции, которые позволяют получить оптимальное расстояние между

эластичной полостью с МЖ и полюсом электромагнита. Эта величина равна 80 мм. Магнитная индукция составила 0,29 Тл.

Расчет, проведенный в интегрированных средах ELCUT и COMSOL Multiphysics, показал высокое совпадение результатов. Относительная погрешность полученных значений магнитной индукции не превышает 1–2 %.

УДК 621.316

К ВЫБОРУ МАГНИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ В СТАБИЛИЗАТОРЕ ЧАСТОТЫ

ИКВУЧЕГБАНИ Г.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЕНОВ А.А.

Для электропитания различной аппаратуры (датчики, усилители, модуляторы, демодуляторы и другие) часто требуется напряжение повышенной частоты 400 гц, 500 гц и 1000 Гц. Получение такого напряжения возможно с помощью электромашинных преобразователей, представляющих собой совокупность двигателя постоянного тока (ДПТ) и синхронного генератора (СГ), вращающиеся части которых механически связаны между собой. Для нормального функционирования аппаратуры, которая запитывается напряжением повышенной частоты, требуется стабилизация самой частоты с высокой точностью. Для решения этой задачи применяют автоматическую систему, в составе которой кроме объекта стабилизации имеется стабилизатор и вместе они образуют замкнутую систему автоматического регулирования. В этой системе резонансные контуры РК1 и РК2 настроены в резонанс таким образом, что РК1 настроен на частоту f_1 несколько раз больше номинальной $f_{ном}$, а РК2 на частоту f_2 несколько меньше номинальной. При этом если $f = f_{ном}$, то токи резонансных контуров равны между собой $I_1 = I_2$ и результирующая намагничивающая сила, создаваемая встречно включенными обмотками управления (ОУ) магнитного усилителя (МУ) равна нулю. Отклонение частоты от номинального значения приводит к появлению разности $\Delta I = I_1 - I_2$. В докладе обосновывается способ управления двигателя, который предопределяет применение в этой системе именно магнитного, а не другого усилителя. На основе анализа различных схем построения МУ делается вывод о необходимости использования однотактной схемы МУ с самоподмагничиванием и проводится анализ его динамических свойств.

УДК 681.7

ПОСТРОЕНИЕ 3D-ОБРАЗА ПОВЕРХНОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОГО ТЕНЕВОГО СПОСОБА ЛАЗЕРНО-АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

ИСМАГИЛОВ И.Р., СЕМЕННИКОВ А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КАЛИМУЛЛИН Р.И.

В настоящее время ни один технологический процесс получения ответственной продукции не внедряется в промышленность без соответствующей системы неразрушающего контроля (НК). Помимо обнаружения и локализации на практике нередко требуется определить геометрические размеры и форму выявляемого дефекта, поскольку это позволяет судить о том, насколько он опасен с точки зрения разрушения конструкции. Например, дефекты правильной формы, без острых краев, наименее опасны, т.к. вокруг них не происходит концентрации напряжений. Дефекты с острыми краями являются концентраторами напряжений, они увеличиваются в процессе эксплуатации изделия по линиям концентрации механических напряжений, что в свою очередь, приводит к его разрушениям.

Предлагается метод построения трехмерного образа исследуемой поверхностной трещины на основе временного теневого способа лазерно-акустического контроля, основанного на изменении акустического хода волны Рэля при появлении препятствия на пути ее распространения. Генерация и детектирование волн Рэля в объекте контроля (ОК) осуществляется с помощью устройства, описанного в работе [1], в которой также представлен теневой способ лазерно-акустического контроля для определения геометрических размеров поверхностного дефекта.

Для создания образа поверхностную трещину сканируют поперек дискретными шагами на протяжении всей ее длины с некоторым запасом в начале и конце, каждый раз получая изменяющийся профиль трещины. Разрешающая способность определения длины трещины зависит от длины сфокусированной полоски лазерного пучка. Собирая воедино получившиеся профили трещины по всей ее длине, создается ее трехмерный образ.

Литература

1. Голенищев-Кутузов В.А. Определение размеров приповерхностных дефектов теньвым методом лазерно-акустической дефектоскопии / В.А. Голенищев-Кутузов, И.Р. Исмагилов, Р.И. Калимуллин, С.А. Мигачев, А.А. Хасанов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2012, № 5–6, с. 103–108.

УДК 621.382

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ КОНТАКТОВ

КАЗАНЦЕВ А.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. ст. преп. СКРИПАЧЕВ М.О.

Определение сопротивления контактного перехода в шинпроводах крупных технологических установок, особенно работающих в условиях агрессивных сред, является условием нормальной работы установки. Под воздействием атмосферного кислорода, влаги, агрессивных паров ухудшается сопротивление контактного перехода. В результате в относительно небольшом объеме происходит значительное тепловыделение. Это приводит к еще большему возрастанию контактного сопротивления. Кроме того, возрастание потерь приводит к излишнему расходу электроэнергии.

Структурно предлагаемый прибор состоит из двух каналов – токового и напряженческого, основного микроконтроллера, системы питания. Каждый канал содержит каскадно включенные инструментальный усилитель и устройство выборки-хранения (УВХ). С выходов УВХ сигналы поступают на аналоговые входы микроконтроллера (МК). МК задает режим усреднения для УВХ. Так как УВХ «защелкиваются» в один момент, то МК обрабатывает сигналы тока и напряжения для одного конкретного момента времени. Далее происходит программная обработка измеренных величин с отображением информации на ЖК-дисплее.

Перед началом измерений производится корректировка прибора при нулевых значениях входных сигналов. Текущее значение выходных каналов тока и напряжения оцифровываются и учитываются при расчетах как «смещение нуля», затем на оба входа подается одинаковое напряжение. В результате прибор покажет определенный коэффициент, в зависимости от соотношения усиления токового и напряженческих каналов, который используется как поправочный при определении соотношения сопротивления шунта 2 к измеряемому сопротивлению 1.

Устройство способно работать при переменном испытательном токе. Диапазон измеряемых токов и сопротивлений определяется внешним измерительным шунтом (стандартное напряжение на шунте при номинальном токе 75 мВ). Сопротивление отображается в долях от номинального сопротивления шунта.

УДК 62145.044

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАРЯДНО-РАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЕМКОСТНОЙ СИСТЕМЕ ЗАЖИГАНИЯ С ОДНИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ НА ДВЕ СВЕЧИ

КАМЕНСКИЙ А.В., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

В докладе представлены результаты компьютерного моделирования зарядно-разрядных процессов в емкостной системе зажигания с двумя последовательно включенными полупроводниковыми свечами. Подобные системы зажигания применяются для ряда малоразмерных авиационных газотурбинных двигателей, которые запускаются в основном в наземных условиях.

Компьютерное моделирование зарядно-разрядных процессов осуществляется для нового схмотехнического решения системы зажигания с одним преобразователем на две свечи, защищенного патентом на полезную модель.

В результате моделирования разработана схмотехническая модель зарядно-разрядных цепей системы зажигания, а также имитационная компьютерная модель, составленная по известной технологии с использованием системы уравнений для зарядного и разрядного контуров.

В ходе разработки компьютерных моделей принято допущение о линейности полупроводниковой свечи. Данное допущение, как показано в известных работах по исследованию эффективности емкостных систем зажигания, не вызывает значительных погрешностей при получении закона изменения разрядного тока, т.к. сопротивление искрового разряда полупроводниковой свечи существенно ниже эквивалентного активного сопротивления всей цепи.

В результате моделирования получены зависимости разрядного тока в полупроводниковой свече от параметров элементов системы зажигания: емкости накопительного конденсатора, индуктивности разрядной цепи, определяемой длиной кабеля, соединяющего свечу с агрегатом зажигания и от напряжения срабатывания коммутирующего элемента. Полученные результаты моделирования сравнены с известными экспериментальными данными. Сравнение показало, что в качественном плане полученные зависимости соответствуют реальным экспериментальным.

УДК 681.51; 621.316

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВОРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

КАРАМОВ А.Ф., АХМЕТОВ Ф.Н., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Основные характеристики автоматизированной системы контроля параметров топливорегулирующей аппаратуры (АСКП ТРА) во многом зависят от совершенства ее цифровой части, которая связывает отдельные аналоговые устройства системы, обеспечивает согласованные действия, подготавливает получаемую информацию к вводу и позволяет оператору контролировать работу всех устройств АСКП ТРА.

Особое место в проектировании функциональных подсистем АСКП занимает выбор и расчет схем коммутации как аналоговых, так и цифровых сигналов. В связи с этим представляет интерес построение быстродействующих цифровых схем адаптивной коммутации, распределения и преобразования сигналов в подсистемах АСКП. В связи с изменяющимися алгоритмами работы ТРА должны быть разработаны различные режимы работы всех взаимосвязанных информационно-измерительных подсистем АСКП.

Во время исследований параметров ТРА условия проведения измерений могут изменяться в широком диапазоне, поэтому измерительные устройства АСКП, пределы измерения параметров ТРА значительно шире, чем требуются для конкретного исследования взаимосвязанных параметров АСКП ТРА. Поэтому проектирование автоматизированной системы контроля параметров ТРА связано с решением многочисленных взаимосвязанных задач, решение которых в полном объеме не представляется возможным.

Рассматриваемый в настоящей работе подход к проектированию подсистем АСКП, естественно, отличается от классических методов теории синтеза таких систем, однако вопросы оценки и назначения допусков на параметры конкретных подсистем уже сами по себе представляют значительный практический интерес. Выделены виртуальные каналы измерения и каналы управления АСКП ТРА.

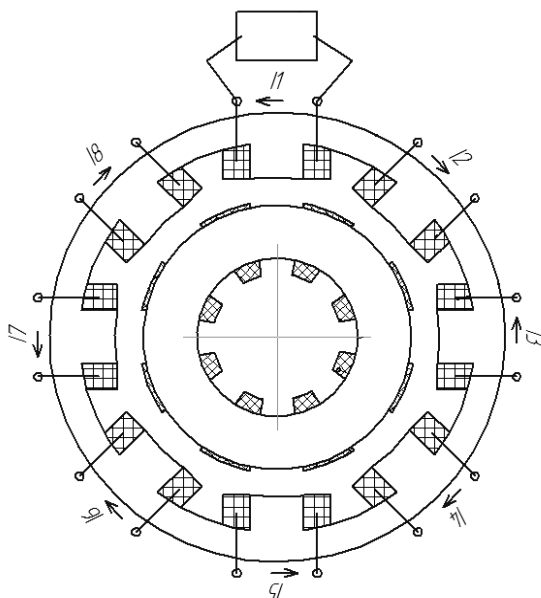
УДК 621.313

НАМАГНИЧИВАЮЩАЯ УСТАНОВКА

КАРИМОВ Р.Д., ГУСАКОВ Д. В., УГАТУ, г. Уфа
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

Развитие современного машиностроения ставит перед собой цель уменьшения удельной мощности производимого оборудования. Возможными методами снижения данного показателя является повышение энергетических характеристик применяемых постоянных магнитов.

Для решения данной проблемы была разработана конструкция намагничивающей установки (НУ). Оригинальное техническое решение отличается от известных введением дополнительных обмоток, задачей которых является усиление магнитного потока электромагнита. С целью подтверждения перспективности предлагаемой конструкции, авторами было произведено компьютерное моделирование двух намагничивающих установок: с дополнительными обмотками и традиционного исполнения. Анализ данных моделирования показал, что при применении дополнительных полюсов намагничиваемый элемент промагничивается полностью, в отличие от традиционных установок.



Предлагаемое техническое решение НУ

УДК 621.396.6

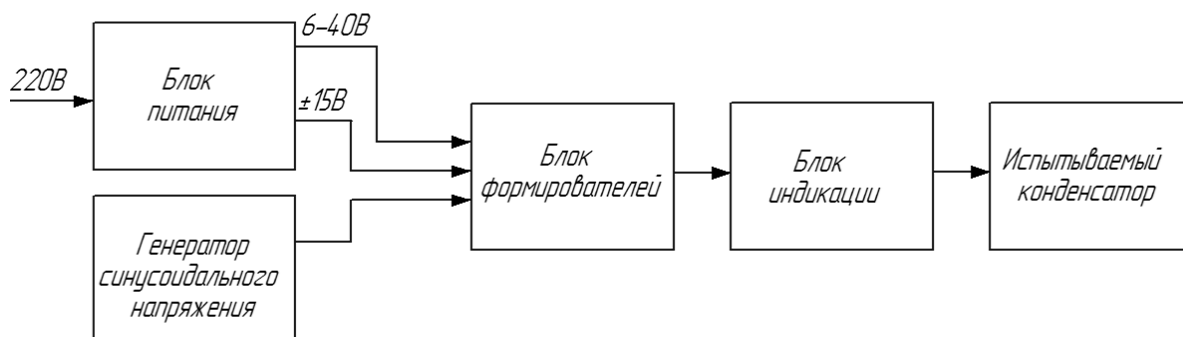
СХЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТАНТАЛОВЫХ ЧИП-КОНДЕНСАТОРОВ

КОРЕПАНОВ В.В., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МОРОЗОВ В.А.;
 канд. техн. наук, проф. БАКСУКОВ В.К.

Конденсаторы являются распространенными элементами в электронных схемах. При производстве конденсаторов стабильность технологического процесса подтверждается испытаниями выборочных партий конденсаторов на безотказность. Испытания проводятся в соответствии с техническими условиями.

Для реализации испытаний были разработаны схемотехнические модели источников питания для испытания танталовых чип-конденсаторов, которые защищены патентами на полезную модель.

В общем виде структурная схема источников питания представлена на рисунке.



Структурная схема устройства испытания конденсаторов

Каждая схемотехническая модель, а также отдельные блоки устройства испытания конденсаторов были промоделированы в программной среде Multisim. Полученные схемы нашли применение при изготовлении макетных образцов ИП-2К и ИП-2КТ.

УДК 621.313

ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

КРАСНОПЕРОВ Р.Н., МЕЛЬНИКОВ А.В., ИЖГТУ
им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МОРОЗОВ В.А.

Представляемая работа посвящается установленному на электровелосипед двигателю постоянного тока с постоянными магнитами, исследуемому в рамках научной деятельности Приборостроительного факультета кафедры «Электротехника» ИЖГТУ имени М.Т. Калашникова.

В настоящее время интерес к электровелосипедам в России возрастает, т.к. такое средство передвижения является недорогим, мобильным в условиях города, заполненного автомобилями, менее энергозатратным по сравнению со многими транспортными средствами. Кроме того, электровелосипеды органично выделяются среди других «новинок техники» в России, они интересны широкому кругу людей, начиная от молодого прогрессивного менеджера, заканчивая школьником.

Становится актуальным использование двигателей постоянного тока с постоянными магнитами для установки их на электровелосипед, т.к. система двигатель-колесо эффективна, имеет малые габариты и вес.

Рассмотрен принцип работы двигателя постоянного тока с постоянными магнитами.

УДК 681.586

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПОДВЕС В ИНДУКЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ВИБРАЦИИ

КРЫМОВ Б.С., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

Время эксплуатации и надежность большего количества механизмов, машин, зданий и сооружений определяется различными факторами, в числе которых присутствует вибронгрузка, испытываемая этими объектами. Особое значение приобретает измерение параметров вибрации при эксплуатации важных объектов и имеющих высокую цену, например,

газотурбинные электростанции, нефтеперекачивающие станции и станции подземного хранения газа и т.д.

Принцип работы индукционных преобразователей позволяет применять их для измерения любых высокочастотных вибраций с широким диапазоном амплитуд. Основной недостаток таких преобразователей связан с тем, что нижний предел измеряемого диапазона мал. Во всех индукционных преобразователях инертная масса подвешена упругим элементом (пружина, эластичный жгут), с постоянным коэффициентом упругости. Подобные конструкции зачастую ограничивают измеряемый диапазон.

Альтернативой является применение вместо упругого элемента электромагнитного подвеса. В электромагнитном подвесе используется явление левитации – свободное парение тела в нейтральном положении равновесия, т.е. сила веса подвешенного тела и действующие на него силы уравновешиваются пондемоторными силами магнитного поля. Электромагнитный подвес имеет практически неограниченную долговечность, в нем отсутствует механический износ деталей. Несомненным преимуществом является возможность регулирования жесткости подвеса, что позволит изменять чувствительность датчика. В 1970-х годах в УАИ (УГАТУ) проводились работы по разработке и исследованию преобразователей линейных ускорений на основе магнитного подвеса. Это позволяет продолжить разработку новых конструкций вибропреобразователей на основе динамического принципа. На данном этапе автором разработана математическая модель вибропреобразователя на основе магнитного подвеса.

Таким образом, электромагнитный подвес позволит увеличить диапазон измерения и регулировать диапазон в целом.

УДК621.314.5

МАГНИТНОПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

ЛАТЫПОВ А.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ИСМАГИЛОВ Р.Р.

Ферромагнитные умножители частоты, представляющие собой своеобразные трансформаторные устройства с конденсаторами, имеют широкое и разнообразное применение в области электротехнологии.

В современных умножителях частота умножается в целое число раз в пределах от 2 до 35.

Такие умножители частоты применяются и в индукционном нагреве. Подключаются они между преобразователем частоты и нагрузкой. Применение умножителя частоты позволяет снизить коммутационную нагрузку на полупроводники (преобразователь частоты), следовательно, повысить надежность установок индукционного нагрева. В некоторых случаях добиться требуемой частоты тока или напряжения (до 1 МГц включительно).

Для изучения принципа действия умножителя частоты выполнена его simulink – модель.

В качестве исходных данных были приняты:

1. Частота первичной цепи – 10 000 Гц
2. Номинальное значение выходного напряжения – 500 В
3. Номинальная выходная мощность – 5000 ВА
4. Номинальный ток нагрузки – 1,5 А

Данная модель выдает частоту в 40 кГц и позволяет проанализировать зависимость выходной мощности от параметров цепи.

В дальнейшем планируется создать Simulink-модель с выходной частотой до 1 МГц.

УДК 004.9

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ LABVIEW

МАКАРОВА Н.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ПОТАПОВ А.А.

Концепция виртуального лабораторного стенда основана на идее подмены реального объекта управления или его физической имитации на виртуальный объект управления, реализуемый исключительно программно. Виртуальный лабораторный стенд представляет собой законченное приложение, включающее визуальную и поведенческую имитацию технологического объекта, а также средства создания управляющего алгоритма с возможностью запуска его на исполнение.

В качестве базовой среды программирования для создания виртуальных лабораторных стендов мы используем пакет LabVIEW.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Лабораторный инструментарий на основе виртуальных приборов) – это

среда прикладного графического программирования, используемая в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа их данных, а также управления приборами и исследуемыми объектами.

Мы создали виртуальный стенд для изучения схем выпрямителей и системы импульсно-фазового управления тиристорами. В составе нашего лабораторного стенда было реализовано два прибора: осциллограф с двумя входами и вольтметр.

Виртуальный вольтметр обеспечивает измерение действующего значения напряжения, в диапазонах 0 В до +10 В с возможностью вывода измеряемых значений в милливольтках.

В двухканальном виртуальном осциллографе предусмотрена возможность графического отображения на мониторе выходного сигнала двух входных каналов осциллографа.

Виртуальный стенд может контролировать процесс выполнения лабораторной работы и указывать на ошибки. Это ускоряет процесс обучения и избавляет преподавателя контролировать работу каждого студента.

Мы расширяем применение виртуальных стендов при проведении различных аудиторных и, возможно, внеаудиторных занятий по всем разделам электроники.

УДК 623.76

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОКА УСИЛЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННАМИ ЗРК «ОСА» В ПП «MULTISIM»

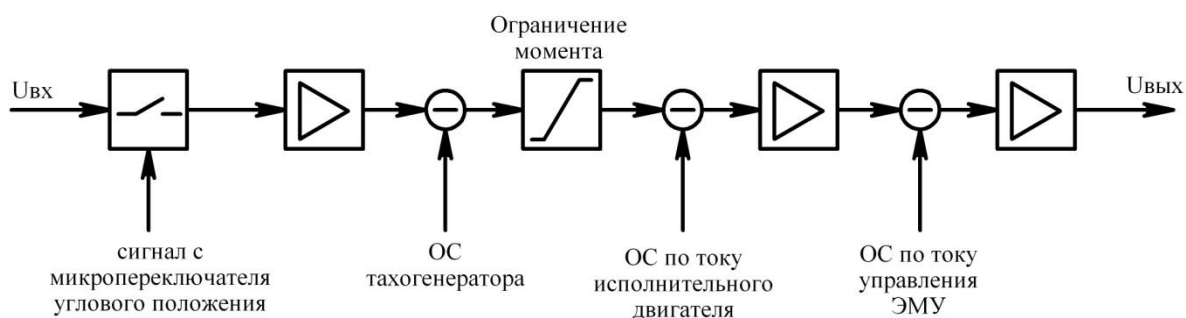
НЕТЯЕВ Н.О., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МОРОЗОВ В.А.

Большее распространение в войсковой противовоздушной обороне (ПВО) СССР, затем России получил зенитно-ракетный комплекс (ЗРК) ближнего действия «Оса». Данный комплекс зарекомендовал себя как надежное и эффективное средство ПВО. В настоящее время разрабатывается модернизированная версия боевой машины комплекса. В процессе капитального ремонта с модернизацией планируется заменить до 75 % блоков машины. Аналоговая элементная база будет заменена на цифровую.

Одной из модернизируемых систем является система управления антеннами (СУА). Блок усиления играет большую роль в СУА: усиливает поступающий с вычислительной системы сигнал, корректирует его в соответствии с сигналами обратных связей (ОС) СУА. Целью работы

является создание модели блока усиления в ПП «Multisim» и исследование модели в различных режимах работы.



Структурная схема блока усиления

УДК 621.318

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ВАЛА С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

НОВИКОВА С.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САЙКИН М.С.

Основными эксплуатационными параметрами магнитожидкостных герметизаторов (МЖГ) являются критический перепад давлений и собственный момент трения узла. Эти параметры зависят от интенсивности магнитного поля и степени его воздействия на магнитную жидкость (МЖ). На МЖ действует градиент магнитной индукции, увеличение которого повышает критический перепад давлений и, в тоже время, приводит к более интенсивному расслоению МЖ, которая теряет свои первоначальные свойства. В этом случае снижается ресурс работы МЖГ, увеличивается собственный момент трения при начале вращения вала узла, что особенно проявляется после длительного хранения в составе изделия.

МЖГ часто эксплуатируются при повторно-кратковременном режиме или хранятся в составе изделия перед его эксплуатацией. Поэтому была разработана конструкция МЖГ, которая позволяет регулировать величину градиента магнитной индукции, действующего на МЖ в рабочем зазоре герметизатора. Изменение градиента магнитной индукции было достигнуто изменением длины и площади магнита.

Разработанная конструкция МЖГ включает в себя магнитный узел, который может изменять своё положение, что позволяет регулировать значение перепада давлений МЖГ за счет изменения магнитной индукции. Численные исследования проведены в интегрированной среде ELCUT с использованием граничных условий Дирихле-Неймана. В МЖГ использовались магниты марки КС-37 второй группы при шаге зубца 2 мм, рабочем зазоре 0,15 мм, площадке при основании 0,3 мм. Зубцы выполнены в форме прямоугольной трапеции с углом при основании зубца 45°. В ходе исследований изменялась длина магнита в диапазоне 1÷7 мм, и площадь магнита в диапазоне 1÷2,75.

Уменьшение длины магнита с 7 до 3 мм привело к снижению величины максимальной магнитной индукции под зубцом МЖГ на 12 %, а с 3 до 1 мм – на 38 %. Уменьшение площади магнита вызвало снижение величины максимальной магнитной индукции на 100 % при длине магнита 1 мм и на 56 % – при длине магнита 7 мм.

Полученные результаты можно использовать на этапе проектирования МЖГ с регулируемым перепадом давлений.

УДК 621.315.5:004

РЕГИСТРАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОВОЛЬТНОГО МАСЛЯНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

НУРИЕВ А.Т., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СТАРОДУБЦЕВА В.А.

При текущих, капитальных и аварийных ремонтах высоковольтного выключателя (ВВ), для оценки их фактического состояния необходимо контролировать большое количество механических и электрических характеристик, включая характеристики времени, скорости и хода. Контроль параметров временных характеристик ВВ с представлением результатов контроля в графической форме, по средствам вибрографа и подвижной линейки, казалось бы, хорошо известен. Однако эти графики неудобны для непосредственного восприятия, имеют низкую точность и требуют предварительной обработки.

Разработанный метод регистрации динамических характеристик ВВ масляного выключателя в среде графического программирования Lab VIEW, позволяет снять и проанализировать характеристики с достаточно

высокой точностью. Также в разработанной программе предусмотрено сохранение регистрируемых характеристик в совместимый с ПК файл (Microsoft Excel), для дальнейшего анализа полученных результатов. Для того чтобы снять сигналы измеряемых величин и согласовать их с ПК, использовался АЦП USB-6009 продукт National Instruments.

Главными достоинствами метода является высокая точность, простота в использовании и возможность представления полученных результатов в графическом виде, удобны для непосредственного проведения анализов полученных данных. Разработано методическое пособие по выполнению лабораторной работы для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника».

УДК 621.315

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ИНЖЕНЕРА ТЕЛЕМЕХАНИКИ

НУРТДИНОВ И.Г., (ф) ОАО «СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ» БуЭС, г. Буинск
Науч. рук. инженер БИКБАЕВ М.А.

Качество энергоснабжения потребителей, включая его надежность, в большей степени зависит от существующей системы телемеханики, которая обеспечивает выполнение всех необходимых функций контроля и управления. Поэтому поддержание в рабочем состоянии систем телемеханики является одной из главных задач в работе СССДТУ.

Для поддержания в рабочем состоянии оборудования телемеханики необходимо иметь мобильное устройство, позволяющее проводить диагностику, тестирование и анализ обмена данными с устройствами ТМ.

Для решения этих задач мною под руководством куратора был создан мобильный комплекс, состоящий из ноутбука с установленным программным обеспечением и устройства, позволяющего организовывать различные соединения с оборудованием ТМ.

Внедрение мобильного комплекса телемеханики в работу позволит решать такие задачи, как:

- проведение анализа обмена данными с устройствами ТМ;
- местное подключение к устройствам контролируемого пункта и наблюдение за реальной картиной происходящих событий на подстанции;
- конфигурирование различных цифровых датчиков с контролируемого пункта;

- тестирование и проверка всех рабочих режимов оборудования ТМ, что позволит сократить время на поиск и устранение неисправностей в работе оборудования ТМ.

В настоящее время данный комплекс испытан и активно применяется.

УДК 681.3:378.1

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОЙ ПЛАТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТАЙМЕРНЫХ МОДУЛЕЙ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

САБИРОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

Задачи управления, реализуемые во встраиваемых системах, требуют исполнения их в реальном времени. Системы реального времени способны получать информацию о состоянии управляемого объекта, выполнять необходимые расчеты и выдавать управляющие воздействия в течение интервала времени, достаточного для желаемого изменения состояния объекта. В большинстве современных микроконтроллерах (МК) используется аппаратная поддержка работы в реальном времени с использованием модуля таймера/счетчиков или процессора событий.

Процессор событий служит для приема информации о времени наступления тех или иных событий от внешних датчиков событий, для формирования управляющих воздействий во времени, в том числе и сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Например, ШИМ-сигналы применяются для регулирования скорости вращения двигателей постоянного тока посредством изменения среднего значения напряжения, приложенного к обмоткам двигателя, также могут применяться для изменения направления движения управляемых объектов.

Предлагаемая учебная плата представляет собой аппаратные и программные средства поддержки для исследования режимов работы модулей базового универсального по своим возможностям микроконтроллера *MC68HC908GP32* фирмы *Motorola*. Плата предназначена для отображения результатов исследования и тестирования режимов входного захвата, выходного сравнения и режима формирования ШИМ-сигналов модуля процессора событий *TIM08*. Она состоит из блока светодиодной индикации и блока переключения режимов. Блок светодиодной индикации включает в себя линейку светоизлучающих диодов, многоцветный семисегментный индикатор и набор *RGB*-светодиодов.

Данная разработка является модернизацией комплекса оборудования для обучения проектированию и программированию систем управления на базе микроконтроллеров серии *HC08/908*.

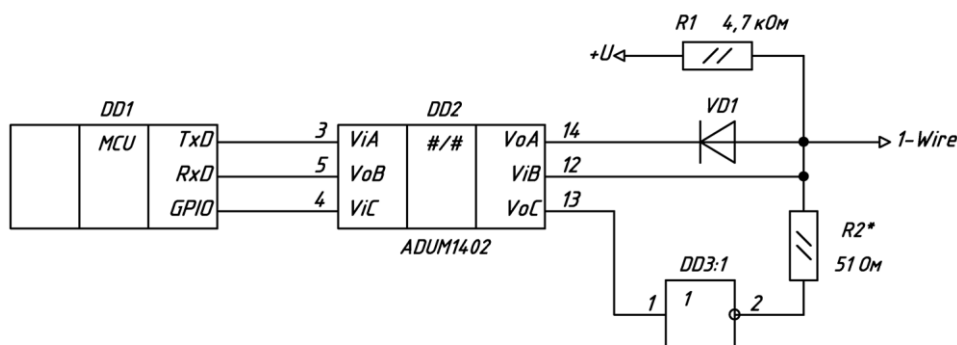
УДК 681.5.08

ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ 1-WIRE С ПАРАЗИТНЫМ ПИТАНИЕМ

САМАРИНСКИЙ С.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ТЕРЕХОВ А.И.

Во многих областях науки и техники является целесообразным применение датчиков с интерфейсом 1-Wire. Вопросы выбора элементов и организации сети 1-Wire хорошо освещены в литературе. Тем не менее, при применении таких датчиков в промышленных условиях нередко необходимо располагать их в опасной среде (например, укреплять датчики температуры на радиаторы под потенциалом фазы питающей сети), что приводит к острой постановке вопросов безопасности обслуживающего персонала и защиты дорогостоящих ведущих устройств 1-Wire, поскольку в классическом варианте такая сеть не предусматривает гальванической изоляции.

Дополнительно задача проектирования развязки между ведущим устройством и датчиками осложняется тем, что шина 1-Wire является двунаправленной, а при применении паразитного питания – коммутируется на источник питания в требуемые моменты времени. Поэтому предлагается разделить шину со стороны ведущего устройства на 3 линии: принимающую, передающую (USART) и питающую. Упрощенная схема такого способа изоляции датчиков показана на рисунке.



Упрощенная схема гальванической изоляции шины 1-Wire

Важно отметить, что схема отражает лишь общий подход и носит примерный характер. Необходимость применения буферных каскадов со стороны датчика, тип и номиналы элементов следует установить, исходя из конкретных условий эксплуатации схемы.

Таким образом, рассмотренный прием позволяет обеспечить безопасность эксплуатации датчиков 1-Wire в промышленных условиях с полным сохранением функциональности и особенностей шины.

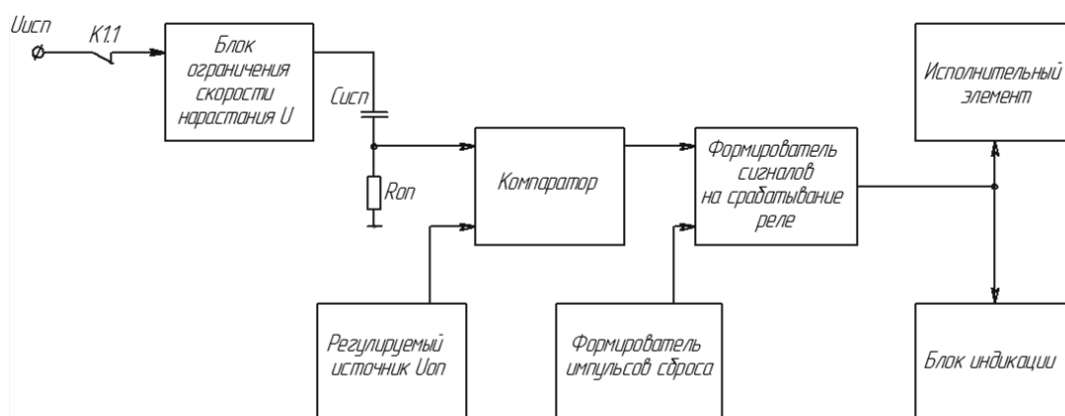
УДК 621.319.4

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТБРАКОВКИ ТАНТАЛОВЫХ КОНДЕНСАТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

СИБГАТУЛЛИН Б.И., ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШТИН А.А.;
канд. техн. наук, проф. БАКСУКОВ В.К.

При проведении производственных испытаний оксидных конденсаторов необходимо выявлять некондиционный конденсатор. При этом должны решаться две задачи: защита источника питания и отбраковка конденсаторов, не прошедших испытание. Время отключения конденсатора, в котором произошел пробой, должно быть достаточно малым для защиты источника питания и других испытываемых конденсаторов от короткого замыкания, режим работы которых не должен меняться.

Для реализации этих целей был изготовлен опытный образец устройства, который нашел применение в источниках питания для испытания танталовых чип-конденсаторов ИП-2К и ИП-2КТ. Структурная схема устройства представлена на рисунке.



Структурная схема устройства

При эксплуатации данного устройства выявлен недостаток – ложные срабатывания в момент подачи напряжения на испытываемый конденсатор вследствие протекания зарядного тока через испытываемый конденсатор.

Предложены схемотехнические решения для устранения этого недостатка. Проведено моделирование схемы устройства в программной среде Multisim.

УДК 621.3.048

СИСТЕМА АНАЛИЗА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ИЗОЛЯЦИИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ LABVIEW

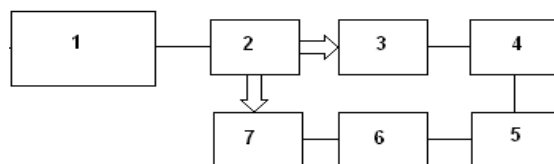
СИНЮГИН И.Е., МАРДАНОВ Г.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. ГОЛЕНИЩЕВ-КУТУЗОВ А.В.

Основным вопросом, на который должна ответить измерительная система, является возможность или невозможность дальнейшей безопасной эксплуатации высоковольтного оборудования. Одним из таких методов является метод контроля, основанный на компьютерном анализе ряда параметров частичных разрядов (ЧР), возникающих задолго до полного пробоя изоляции. Этот метод позволяет выявлять дефекты изоляции на самых ранних стадиях их возникновения, отслеживать их развитие, оценивать текущее состояние изоляции и возможность дальнейшей эксплуатации оборудования.

Данная система состоит из следующих элементов и устройств:

1. Установка контроля и диагностики диэлектриков УКД-70, позволяющая плавно изменять подаваемое напряжение в диапазоне от 0 до 50 кВ (действующее значение).
2. Изолятор с системой электродов.
3. Параболическая антенна, подключенная к прибору SDT270.
4. Усилитель.
5. Персональный компьютер с лицензионным пакетом LabVIEW 8.2.
6. Приемник.
7. Электромагнитный датчик.



Блок-схема системы для исследования образцов и реальных изоляторов

Работа данной системы основана на пассивном одновременном приеме электромагнитного и акустического сигналов излучения создаваемого ЧР, с последующим накоплением и компьютерной обработкой. Использование электромагнитного датчика позволяет оценить общий уровень изменения состояния изолятора, а акустический датчик позволяет локализовать место повреждения. При этом сигналы частичных разрядов, детектируемых электромагнитным и акустическим датчиками, согласуются с фазой высокого напряжения и подсчет числа импульсов и их среднего значения интенсивности проводится отдельно по каждому дискретному интервалу фазового напряжения.

УДК 621.313

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

СТАШКЕВИЧ А.С., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

Современный уровень развития технологий энергетических предприятий предъявляет высокие требования к надежности оборудования, а также эффективной и экономичной его работы. Надежность оборудования базируется на обязательном применении новейших средств, методов контроля и наладки энергетического электромеханического оборудования и требует комплексного подхода к решению инженерно-технических проблем.

Работоспособность турбин, генераторов, насосов, вентиляторов, редукторов – это способность оборудования удовлетворять заданным техническим характеристикам в течение определенного момента времени и восстановление его основных характеристик, которая обеспечивается на предприятиях установленной системой технического обслуживания и ремонта (ТО и Р).

За последние годы в России произошло несколько крупных техногенных катастроф в энергетической и других отраслях промышленности. Поэтому возникает необходимость в своевременном контроле и ремонте электрооборудования. Применение современных диагностических систем позволяет определять неисправности паровых турбин, генераторов, насосов и т.д., применяемых в системе электроснабжения, в начальной стадии их развития, осуществлять постоянный контроль за развитием неисправностей, проводить профилактику неисправностей, определять оптимальные сроки проведения профилактических работ и ремонтов, и устранять возможные аварийные ситуации на электростанциях.

В связи с этим нами разрабатывается диагностический комплекс по непрерывному контролю за состоянием оборудования, который должен обладать способностью выявления определенных видов дефектов оборудования на начальной стадии их развития.

Система диагностики, обработки и анализа данных будет производиться в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Вся собранная информация группируется в базе данных программного обеспечения диагностического комплекса.

Результатом обработки и анализа диагностической информации является информация о текущем техническом состоянии объекта и прогноз изменения технического состояния на период работы энергетического объекта.

УДК 621.3.083

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕЛЕМЕТРИИ СОСТОЯНИЯ ШТАНГОВЫХ СКВАЖИННЫХ НАСОСОВ

ТИМОФЕЕВ А.О., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЯСОВЕЕВ В.Х.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в области автоматизации нефтедобычи является разработка методов повышения эффективности скважины. Это направление призвано решить множество комплексных задач нефтедобывающей отрасли, таких как оценка и повышение энергоэффективности нефтедобычи, оценка состояния нефтесодержащего пласта, увеличение межремонтного интервала и др.

Для решения таких задач необходимо создание комплекса технологического оборудования, позволяющего получать и предоставлять информацию о состоянии штанговых скважинных насосных установок.

Разработанная система включает в себя стандартный промышленный набор датчиков динаметрирования и ваттметрирования, датчиков устьевого давления и температуры, микроконтроллер STM32F407, оптоизолированные приемопередатчики RS-485, UART/USB адаптер. Полученная информация позволяет оценить большое количество параметров скважины (дебит, сбалансированность, КПД, нагрузки, энергоэффективность). Главной особенностью данной системы является комплексный характер получаемой информации, а также возможность одновременной передачи данных по нескольким каналам (CAN, SPI, USB), что позволяет проводить анализ данных на современном ПК.

Следует отметить, что применяемые способы получения информации обладают некоторой информационной избыточностью, что позволяет рассчитать одни и те же параметры различными способами – тем самым установить взаимосвязи между этими способами. Например, как на основе ваттметрограммы, так и динамограммы можно оценить дебит скважины, а также диагностировать обрыв ремней и штанг.

Таким образом, разработана автоматизированная система телеметрии, позволяющая получать измеренную информацию с промышленных датчиков, передавать ее одновременно по нескольким оптоизолированным каналам связи в удобном для дальнейшего анализа виде. Данная система может быть интегрирована с существующими контроллерами автоматизации установок штанговых глубинных насосов.

УДК 681.3:378.1

РАЗРАБОТКА ПЛИС В ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ТЕСТИРУЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ

ХАБИБУЛЛИН Р.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. пед наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

Одним из эффективных способов сократить до минимума сроки проектирования микропроцессорных систем (МПС), является применение отладочных и тестирующих средств. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) применяются для создания быстродействующих цифровых схем. По принципу формирования

требуемой структуры целевого цифрового устройства все основные современные ПЛИС подразделяются на две группы: многократно программируемые ПЛИС и многократно реконфигурируемые ПЛИС.

На кафедре Промышленной электроники Казанского государственного энергетического университета разработан измерительно-тестирующий комплекс для отладки и диагностики микроконтроллерных устройств. Комплекс может работать в режимах «Генератор слов», «Логический анализатор» и «Тестер», имеет 16 каналов логического анализатора, и 16 каналов генератора слов для подключения исследуемых устройств с максимально возможной частотой работы 20 МГц.

Одним из основных узлов, выполняющих запись всех измеряемых ответных реакций системы, выбрана быстродействующая программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) микросхема *EPM570*, которая работает в совокупности с быстродействующей памятью ОЗУ *CY7C1021D – 10ZSXI*, производства *Cypress Semiconductor*, имеющей время доступа к ячейке порядка 10 нс. Данная ПЛИС относится к семейству микросхем *MAX II*, которые выполняются на основе архитектуры *CPLD*, имеет низкое энергопотребление в режиме ожидания (порядка 25 мкА), функция *MultiVolt core*, поддержка работы портов ввода-вывода при различных уровнях логических сигналов; поддержка технологии программирования в системе (*In-system programming (ISP)*) и периферийного сканирования (*boundary scan*).

Процедура отладки в процессе создания МПС является важным этапом на пути выхода изделия, поэтому разработка прибора, обеспечивающим данную функциональность, является важнейшей задачей.

УДК 621.38

РАЗРАБОТКА ПОВЫШАЮЩЕГО ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

ХАМИДУЛЛИН А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ПОТАПОВ А.А.

Импульсные преобразователи постоянного напряжения широко используются в оборудовании для вычислительной, электронной, автоматизированных систем управления, средств связи и др. В последнее время широкое распространение получили интегральные преобразователи постоянного напряжения. Часто такие преобразователи, производимые

разными компаниями взаимозаменяемые. В общем виде блоки питания с импульсными преобразователями постоянного напряжения делятся на устройства с гальванической развязкой между входом и выходом или без нее. Первая часть импульсных преобразователей постоянного напряжения связана с наличием импульсных трансформаторов, вторая – с использованием элементов индуктивности. Существуют импульсные преобразователи постоянного напряжения без элементов индуктивности (дресселей), но задействуют их в блоках питания редко.

Задача нашей работы – было получить высокое напряжение из низкого. Например, для высоковольтного программатора, питающегося от 5-ти вольт USB, а работающий при 12 вольт. Для этого существуют схемы повышающего импульсного преобразователя постоянного напряжения. А также специализированные микросхемы, позволяющие решить эту задачу имея малое количество элементов. Способов можно придумать много – например, заряжать конденсаторы параллельно, а потом переключать последовательно. Но мы решили использовать свойства индуктивности, сохраняющие силу тока. Также мы используем гальваническую развязку для защиты оборудования и людей. Мы разработали схему повышающего импульсного преобразователя постоянного напряжения, повышающую 5V до 12V. Это было достигнуто с использованием конденсатора, транзистора, диода и индуктивности в виде дросселя.

УДК 621.313

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНВЕРТОРА НА IGBT ТРАНЗИСТОРАХ ДЛЯ МАЛОМОЩНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

ЧЕЧНЕВ В.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, преп. ИВАНОВ Д.А.

Инвертор (преобразователь частоты) – это устройство, при помощи которого постоянный или переменный ток преобразуется в переменный заданной частоты. Под мощными инверторами понимаются преобразовательные устройства, способные продолжительное время обеспечивать высокий уровень выходного напряжения, который может достигать десятков киловольт, а также большую мощность – до десятков мегаватт. В конструкции большинства современных мощных инверторов предусмотрена возможность плавного или ступенчатого изменения

частоты выходного напряжения, что делает их практически незаменимыми в качестве источников питания различных электроустановок, предусматривающих регулирование режимов работы путем изменения частотных характеристик питания. Сфера применения мощных преобразователей частоты довольно обширна. Их можно повсеместно встретить на электротранспорте, где они применяются для питания асинхронных электродвигателей, в металлургии, станкостроении и многих других отраслях промышленности.

Инверторы с IGBT-транзисторами – это новое поколение инверторов, более прогрессивное, т.к. часто силовые транзисторы собираются в компактные силовые модули, что защищает силовые элементы от внешнего неблагоприятного воздействия пыли и влаги, делает схему аппарата более простой, габариты более компактными, а аппараты более удобными с точки зрения ремонта.

Мы предлагаем создание инвертора асинхронного двигателя на основе IGBT транзисторов. Для изготовления инвертора лучше взять IGBT-транзисторы, так как с их помощью можно управлять очень большими значениями тока при малых габаритах. Также мы заменили три коммутатора на один в схеме инвертора асинхронного двигателя, чтобы уменьшить размер и увеличить работоспособность данной схемы.

Инверторы на IGBT-транзисторах имеют высокий коэффициент полезного действия, а также обеспечивают плавную регулировку частоты выходного напряжения, поэтому прекрасно подходят для разработки схемы управления асинхронных двигателей.

УДК 621.3.024

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТА ПОНИЖЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭНЕРГОСИСТЕМ

ШАЙХУТДИНОВ З.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАПАЕВ В.И.

Практика эксплуатации свидетельствует, что серьезным недостатком сетей постоянного оперативного тока (СОПТ) энергосистем является высокая вероятность возникновения в них пониженного сопротивления изоляции. Устройства постоянного контроля состояния изоляции, которыми оборудованы СОПТ, сигнализируют лишь о том факте, что в

сети имеется снижение уровня сопротивления изоляции и не способны селективно обнаружить поврежденный элемент. Поиск места с пониженным сопротивлением изоляции представляет собой ответственную и сложную задачу. Решать эту задачу приходится в напряженной ситуации, в условиях острого дефицита времени и пошагового поступления исходной информации для выработки управляющих воздействий. Проблема поиска места пониженного сопротивления изоляции в СОПТ связана еще и с тем, что в ее составе имеются потребители электроэнергии, не допускающие даже кратковременного их отключения. В настоящее время известен ряд методов и устройств, позволяющих выявлять среди элементов сети элемент с ослабленной изоляцией без их поочередного отключения. Однако данные устройства не получили широкого распространения, в силу некоторых присущих им недостатков. Все это вынуждает обслуживающий персонал СОПТ вести поиск, полагаясь в основном на свой опыт, память и интуицию. Очевидно, что в этом случае основные количественные показатели (недоотпуск энергии, время поиска и т.д.), характеризующие эффективность управления, не будут минимальными. Применение оптимальных стратегий в работе обслуживающего персонала позволяет вести поиск повреждения изоляции не бессистемно, не интуитивно, а на основе конкретных расчетов, минимизирующих заданные критерии. Обоснована и разработана методика построения программы поиска места заниженного сопротивления в СОПТ, позволяющая минимизировать временные затраты на диагностирование в любом случае отказа.

УДК 621.45.044

КОМБИНИРОВАННАЯ ИМПУЛЬСНО-ПЛАЗМЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

ШАМСУТДИНОВ Р.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГИЗАТУЛЛИН Ф.А.

В известной научно технической литературе показано, что емкостные системы зажигания апериодического разряда обладают преимуществами перед системами зажигания колебательного разряда.

Апериодический разрядный процесс в свече может быть получен разными способами. В последние годы разработано несколько схмотехнических решений емкостных систем зажигания, в которых апериодический разряд получается за счет использования накопительного

конденсатора большой емкости, заряжаемого от преобразователя напряжения до напряжения, заведомо меньшего пробивного напряжения свечи зажигания. В этом случае пробой свечи осуществляется за счет дополнительного источника малой мощности, обеспечивающего создание высоковольтных импульсов, прикладываемых к свече. Недостатком таких схем является возможность работать только с искровыми свечами и отсутствие синхронизации работы основной и дополнительной разрядных цепей. Возможны случаи, когда пробой свечи происходит при неполной зарядке основного накопительного конденсатора.

В докладе приводятся результаты разработки с участием автора усовершенствованной схемы комбинированной импульсно-плазменной системы зажигания, лишенной отмеченных выше недостатков. В этой схеме возможно применение полупроводниковых свечей зажигания и обеспечивается синхронизация работы разрядных цепей. Для этой цепи в основной разрядной цепи предусмотрен дополнительный управляемый трехэлектродный разрядник, пробой которого осуществляется при фиксированном уровне напряжения заряда накопителя за счет использования импульсного трансформатора, на первичную обмотку которого разряжается накопительный конденсатор вспомогательной разрядной цепи, а вторичная обмотка подключена между общей точкой соединения свечи с первичной обмоткой импульсного трансформатора и управляющим электродом трехэлектродного разрядника.

Разработанное схемотехническое решение комбинированной системы зажигания защищено патентом РФ на полезную модель № 129159.

УДК 621.314

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТИПОВЫХ И НЕТИПОВЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

ШКЛЯЕВ М.О., ШИЛОХВОСТОВ Е.В., ИЖГТУ

им. М.Т. Калашникова, г. Ижевск

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СТАРОДУБЦЕВА В.А.

Представляемая работа является частью комплексного исследования полупроводниковых выпрямителей, проводимого в рамках научной деятельности Приборостроительного факультета кафедры «Электротехника» ИЖГТУ.

В настоящее время стало актуальным производить моделирование различных процессов в электрических цепях непосредственно перед их сборкой. Таким образом, можно добиться исследования различных, в том числе и аварийных, режимов работы без выхода из строя оборудования; анализировать влияние различных видов нагрузки, углов управления, режимов работы. Кроме того необходимо моделирование электрических процессов, протекающих в полупроводниковых выпрямителях и в цепи нагрузки. Целью данной работы является исследование ряда процессов, влияющих на временные диаграммы токов и напряжений.

Основным инструментом для моделирования используется программа Multisim. В этой программе исследованы схемы выпрямителей тока: трехфазная со средней точкой, трехфазная мостовая, однофазная двухполупериодная со средней точкой и однофазная мостовая, на базе диодов и тиристоров с различными углами управления при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку.

Проведенные исследования позволяют подобрать оптимальные режимы работы, типы оборудования различных цепей выпрямителя. В дальнейшем предлагаются исследования аварийных режимов работы, коммутационных процессов и их влияния на питающую сеть.

УДК 621.3

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАДИАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

АЙГУЗИНА В.В., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАШАЛИ Д.Ю.

Для диагностики электрических машин (ЭМ) на основе анализа внешнего магнитного поля (ВМП) авторами предложено математическое описание ВМП ЭМ с учетом конструктивных и технологических факторов. Принято во внимание, что независимо от угла падения в стали магнитный поток, выходящий из индуктора, нормален его поверхности, а влияние линейной нагрузки мало при малых углах падения (до 45°) и становится больше при больших углах. ВМП машин переменного тока:

$$H_{\text{ВМП} \nu} = \frac{H_{\text{Инд}} \sqrt{\psi_{\text{H}} \psi_{\text{B}}} \exp(2n_m \pi (\zeta_{\text{H}} - \zeta_{\text{B}}))}{r_{\text{ВН}} (\psi_{\text{H}} + \psi_{\text{B}}) \text{ch}(\xi_{\text{H}} - \xi_{\text{B}}) + (1 + \psi_{\text{H}} \psi_{\text{B}}) \text{sh}(\xi_{\text{H}} - \xi_{\text{B}})} \cdot H_{\text{ВМП}} = \sum_1^n H_{\text{ВМП} \nu},$$

$$\left(\frac{2R_{\text{нар}} + r_{\text{ВН}}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\omega \gamma_c \mu_r}} \right),$$

где $r_{\text{ВН}} \leq R_{\text{нар}}$; $r_{\text{ВН}}$ и $R_{\text{нар}}$ – внутренний и наружный радиусы магнитопровода статора соответственно; $\psi_{\text{H}} = \frac{\xi_{\text{H}}}{\zeta_{\text{H}} \mu_r}$; $\psi_{\text{B}} = \frac{\xi_{\text{B}}}{\zeta_{\text{B}} \mu_r}$;

$$\xi_{\text{H}} = j \sqrt{j \omega p_{\text{vi}} \mu \gamma_c R_{\text{нар}}^2 + \zeta_{\text{H}}^2}; \quad \zeta_{\text{H}} = \sqrt{(\lambda_r R_{\text{нар}})^2 + p_{\text{vi}}^2};$$

$$\xi_{\text{B}} = j \sqrt{j \omega p_{\text{vi}} \mu \gamma_c R_{\text{нар}}^2 + \zeta_{\text{B}}^2}; \quad \zeta_{\text{B}} = \sqrt{(\lambda_r R_{\text{B}})^2 - p_{\text{vi}}^2};$$

$$\lambda_r = \frac{\pi(2n-1)}{l_1}; \quad n = 1, 2, 3, \dots; \quad n_m = 4; \quad p_{\text{vi}} - \text{число пар полюсов произвольной}$$

гармоники м.д.с. статора; γ_c – удельная электрическая проводимость материала статора.

УДК 621.316

ТОКООГРАНИЧИТЕЛЬ С ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ КОНТАКТАМИ

ИВАНОВ Н.А., КАЗАНЦЕВ А.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВОРОНИН А.А.

Развитие электроэнергетических систем связано с ростом электрических нагрузок и увеличением генерирующих мощностей, следствием чего является увеличение токов короткого замыкания. Во избежание замены электрооборудования на новое, актуальным стало направление по ограничению токов КЗ. Существуют разные способы ограничения токов КЗ. В данной работе рассматривается жидкометаллический токоограничитель.

Токоограничитель состоит из двух медных пластин, являющихся токоподводящими вводами, которые совместно с полыми перегородками и диафрагмой с капиллярным каналом образуют герметичную камеру. Жидкий металл полностью заполняет капиллярный канал и частично камеры большего сечения, оставляя свободный от жидкого металла объем. Все элементы токоограничителя стянуты шпильками. В качестве жидкометаллического рабочего тела использовался эвтектический сплав галлий-индий-олово.

Токоограничитель работает следующим образом: при увеличении тока до величины тока среза токоограничителя жидкий металл в капиллярном канале испаряется, пары металла проходят через объем жидкого металла в полостях большого сечения, охлаждаются и конденсируются. Возникающая в капиллярном канале дуга гасится за счет превышения суммы приэлектродных падений напряжений дуг над напряжением источника. За счет разброса времени испарения жидкого металла в каналах диафрагм ток плавно спадает, что приводит к малым перенапряжениям.

Рассматриваемый токоограничитель представляет собой компактное, надежное устройство, и также является быстрым средством ограничения пиковых значений тока.

На настоящий момент проведены испытания отключающей способности токоограничителя при протекании сверхтоков. Результаты позволяют рассматривать данную модель как работоспособную и допустимую к использованию в промышленных сетях низкого напряжения.

УДК 625.042.4

ВЫЯВЛЕНИЕ МОМЕНТА НАЧАЛА ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРОВОДАХ ЛЭП

МАРТЫНЕНКО С.А., ТИТОВ Д.Е., КТИ (ф) ВолгГТУ, г. Камышин
Науч. рук. проф. УГАРОВ Г.Г.

В настоящее время существует немало способов автоматического обнаружения отложений на проводах. Их общими недостатками являются невозможность выявления начала образования гололедной муфты, а также невозможность осуществления прогноза изменения интенсивности образования отложений.

Для решения данных проблем авторами предлагается новый термодинамический способ мониторинга гололедных отложений. Способ позволяет выявить момент начала образования отложений, увеличивая эффективность принятия решения о необходимости плавки или подогрева провода. Способ предполагает отслеживание термодинамических параметров системы провод-воздух, приводящих в конденсации и десублимации пара на поверхность провода.

О наличии или отсутствии десублимации и конденсации необходимо и достаточно знать температуру провода, а также относительную влажность и температуру воздуха. Поэтому система обнаружения отложений, основанная

на термодинамическом способе, имеет соответствующие датчики: накладной датчик температуры поверхности провода и микропроцессорный датчик относительной влажности и температуры воздуха с возможностью измерения влажности при отрицательных температурах.

В ходе проведенных НИОКР была выдвинута гипотеза о близкой к линейной зависимости между интенсивностью нарастания отложение по нагрузке на обесточенном проводе при отсутствии ветра и разницей между точкой росы и температурой провода при конденсации, и разницей между точкой десублимации и температурой провода при десублимации. Гипотеза была подтверждена в ходе проведения серии экспериментов в лабораторных условиях в климатической камере. Были выведены коэффициенты, учитывающие влияние ветра и напряженности электрического поля провода. Это позволило оценивать интенсивность нарастания отложений и максимально возможную массу отложений на любом проводе, при любом угле и силе ветра, при любой напряженности электрического поля у провода, а также при любом виде отложений.

УДК 621.311:621.316

НЕКОТОРЫЕ СБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОАППАРАТОСТРОЕНИИ

ШАРОНОВ И.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЕНОВ А.А.

Главными направлениями энергосбережения в области электротехники применительно к сетям переменного тока являются: 1. строгое следование нормам по показателям качества электроэнергии; 2. внедрение средств компенсации реактивной мощности; 3. улучшение гармонического состава токов и напряжений за счет применения специальных технических средств; 4. замена морально устаревших, низкоэффективных, но имеющих массовое распространение электроприборов, аппаратов и электроустановок; 5. замена бытовой светотехники, применение светильников с повышенной светоотдачей, сроком службы, энергоемкости; 6. применение диагностирования под нагрузкой; 7. применение противоаварийной автоматики. Остановимся на некоторых направлениях сбережения дорогостоящих материалов и энергосбережения при построении и управлении электрическими аппаратами, которые, управляя потоками энергии и информации, сами потребляют электрическую энергию для

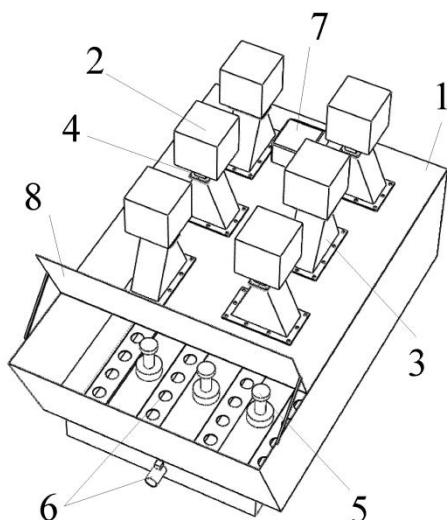
обеспечения своего функционирования. При этом большую группу составляют коммутационные аппараты, ресурс которых определяется электрическим износом из-за эрозии контактов. В докладе обоснованы предложения по экономии электрической энергии и дорогостоящих материалов в электрических аппаратах низкого напряжения. Эти предложения обоснованы проведенными расчетами потерь материалов и энергии, с которыми необходимо считаться. Суть предложения сводится к применению электромеханического одностабильного реле с минимальными потерями энергии при управлении (50 мкдж). Для энергосбережения при управлении контакторами предлагается экономичный коммутирующий аппарат, называемый дистанционным переключателем, у которого электромагниты работают только в режиме кратковременных включений. При этом удержание контакторов в замкнутом или разомкнутом положении осуществляется с помощью пружины. Для уменьшения потерь электрической энергии, расходуемой на горение дуги, предлагается схема синхронизации, позволяющая производить отключение контакторов в момент прохождения синусоидального тока через нуль или за некоторое время до этого.

УДК 537.868

МОБИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНИЯ СНЕЖНО-ЛЕДЯНОЙ МАССЫ НА БАЗЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ-НАГРЕВА

ЛАПОЧКИН М.С., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МОРОЗОВ О.Г.

Плавление снежно-ледяной массы, собранной с дорожных поверхностей, является одной из наиболее актуальных проблем городского хозяйства. Применяемые для плавления снежно-ледяной массы установки на традиционных способах нагрева не в полной мере удовлетворяют требованиям энергетической эффективности и современным экологическим стандартам. СВЧ-нагрев, отличающийся объемным характером нагревательного воздействия на снежно-ледяную массу, является экологически чистым бесконтактным и энергоэффективным способом плавления снежно-ледяной массы.



Мобильная снегоплавильная установка:
 (1) – Камера плавления; (2) – СВЧ генератор; (3) – рупорная антенна; (4) – волновод; (5) – ультразвуковой генератор; (6) – система отведения; (7) – блок управления; (8) – крышка бункера

Технические характеристики:

1. Полный объем снегоплавильной камеры, м³: 1,5.
2. Рабочий объем снегоплавильной камеры, м³: 1,3.
3. Производительность снеготаяния, м³/ч: 0,4 (при плотности СЛМ – 650 кг/м³).
4. Энергопотребление, Вт·ч: 26000 (при производительности – 0,4 м³/ч).
5. Номинальная потребляемая мощность, Вт: 20000.
6. Выходная мощность, Вт: 14000.
7. Рабочая частота, ГГц: 2,45.
8. Питание установки, В/Гц: 220/50.
9. Относительная влажность воздуха, %: 80.
10. Режим работы: периодический
11. Управление установкой: автоматизированное.

Достигнута энергетическая эффективность до 20 % при использовании предлагаемой установки по сравнению с существующими установками.

В работе разработана и спроектирована мобильная установка для плавления снежно-ледяной массы, показанная на рисунке.

УДК 537.868

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ СНЕГ-ЛЕД-ВОДА ИЗМЕРЕНИЕМ КСВ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ПРИ СВЧ-НАГРЕВЕ

ЛАПОЧКИН М.С., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МОРОЗОВ О.Г.

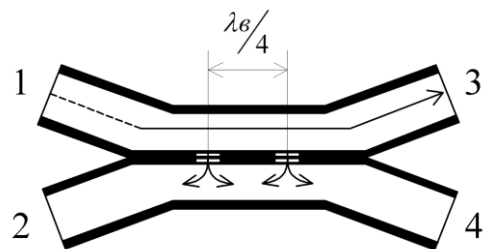
Сверхвысокочастотная (СВЧ) интенсификация процесса плавления снега и льда в воду актуальна для решения широкого круга практических задач. Наличие фазовых переходов в нагреваемой с помощью СВЧ среде приводит к изменению ее диэлектрических характеристик, что снижает интенсивность процесса плавления. Поэтому для повышения эффективности плавления требуется регулирование уровня и объема талой воды в СВЧ-камере, а для этого необходимо определение его компонентного состава в обрабатываемой среде. Предлагается реализация измерения выходной мощности

генератора, коэффициента стоячей волны (КСВ) в рабочем режиме СВЧ-установки при высоком уровне мощности и работе на рабочую нагрузку, что осуществляется в соответствии со схемой контроля КСВ, которая приведена на рисунке. В разрыв между вторым выходом циркулятора и входом в рабочую камеру (рабочую нагрузку) включаются два направленных ответвителя. Изменяя ответвленную мощность, можно определить значение падающей и отраженной мощности, а также коэффициент

отражения: $|\Gamma| = \sqrt{\frac{P_{\text{отр}}}{P_{\text{пад}}}}$, где



Схема контроля КСВ



Волноводный направленный ответвитель
с отверстиями связи

$P_{\text{отр}}$, $P_{\text{пад}}$ – значения отраженной и падающей волны соответственно. Устройство волноводного направленного ответвителя представлен на рисунке. Два отверстия связи выполняются на расстоянии $\lambda_B/4$.

УДК 621.3.06

РАСЧЕТ ВЫСОКОИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПОЛОСОВОГО РЕЗОНАНСНОГО КОНТУРА

ГРИГОРЬЕВ Д.П., БЛАГИХ Р.А., ВСГУТУ, г. Улан-Удэ
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОРОВ К.А.

Фазовые характеристики полиномиальных фильтров типа Чебышева близки к линейным лишь в нижней части полосы пропускания. С дальнейшим ростом частоты увеличивается крутизна фазовых характеристик фильтров (групповое время прохождения), значение которой достигает наибольшей величины вблизи граничной частоты полосы пропускания, а затем резко убывает, что является недостатком.

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования полосового фильтра, позволяющего получать на выходе фильтра масштабную копию входного сигнала. Входной и выходной сигналы связаны по следующему закону:

$$u_{\text{ВЫХ}}(t) = \frac{1}{T_0} \cdot \int_{t-T_0}^t u_{\text{ВХ}}(t) \cdot dt, \quad (1)$$

т.е. входной сигнал $u_{\text{ВХ}}(t)$ поступает на вход фильтра, который производит последовательное интегрирование на отрезках времени $\Delta = T_0$ (от момента $t - T_0$ до t). Частотный коэффициент передачи полосового фильтра:

$$K(i\omega) = \kappa \cdot \frac{1 - e^{i\omega T_0}}{-i\omega} = \frac{\kappa}{i\omega} \cdot (1 - e^{-i\omega T_0}). \quad (2)$$

Для получения схемного решения, позволяющего проводить интегрирование в заданном интервале времени $\Delta = T_0$, необходимо частотный коэффициент (2) представить дробно-рациональной функцией и тогда соответствующий фильтр может быть реализован цепью с сосредоточенными параметрами.

При нормированной амплитуде $u_{\text{ВХ}} = 1$ и приняв $T_0 = \pi$, после соответствующих преобразований, получим функцию передачи для цепи четвертого порядка

$$G(s) = \frac{2,25 \cdot (s^2 + 4)}{(s^2 + 1) \cdot (s^2 + 9) + 1,125 \cdot \pi \cdot s \cdot (s^2 + 4)}, \quad (3)$$

которая легко реализуется реактивными элементами.

УДК УДК 621.311

УМНАЯ КРЫША

БАХТЕЕВ Ш.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. преп. РАКОВА Э.Э.

Актуальной проблемой в сфере строительства, ЖКХ и эксплуатации промышленных сооружений являются обледенение и снежные заносы кровли, приводящие к серьезным последствиям: от необходимости проведения дорогостоящих ремонтных работ к обрушению крыши. Сегодня единственный способ защитить кровлю от зимних испытаний, а пешеходов и автомобили от опасных сосулек – установить систему, предотвращающую образование льда.

В предлагаемом докладе проанализированы недостатки действующей отечественной системы антиобледенения «Теплоскат» и предложено усовершенствованное устройство, названное мною «Умная крыша», которое сочетает в себе некоторые наиболее удачные, на мой взгляд, проектные решения действующей системы и устраняет имеющиеся у нее недостатки. В докладе содержатся необходимые расчеты, подтверждающие целесообразность и обоснованность постановки данной задачи и путей ее решения.

Предлагаемое мною устройство «Умная крыша» позволяет решать не только проблему обледенения, но и предотвращает образование снежных заносов. При этом оно позволит примерно в 3,4 раза сократить потребление энергии, сэкономить с одного объекта, использующего данную конструкцию, порядка 240 тыс. руб. в год.

СЕКЦИЯ 4. СВЕТОТЕХНИКА, МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 614.8

ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА

АКМАЛОВА Г.И., МАРДАНОВА А.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

В данном докладе рассматриваются особенности воздействия электромагнитных полей на человека. Человек при помощи радиотехнических и радиоэлектронных приборов создал невидимую электромагнитную паутину, в которой мы все находимся. Магнитное поле – это особый вид материи, невидимый и неосязаемый для человека. Но, несмотря на то, что мы его не видим и не осязаем, оно оказывает на нас вредное влияние.

В особенности рассматривается воздействие на нервную, половую, гуморальную и иммунную систему человека. Также рассматривалось воздействие на вязкость крови. Нервная система считается самой чувствительной к воздействию электромагнитных полей. Результаты исследований показывают, что при воздействии электромагнитные явления оказывают вредное воздействие на иммунную, гуморальную и половую системы человека. Электромагнитные поля оказывают большое влияние на зародыш.

Далее описываются стандарты и требования для предотвращения влияния электромагнитных полей на человека.

В последней части доклада рассматриваются способы защиты от электромагнитных полей.

УДК 628.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ СТАБИЛИЗАЦИИ СВЕТОВОГО ПОТОКА СВЕТОДИОДА И ВЕЛИЧИНЫ ЕГО СПАДА

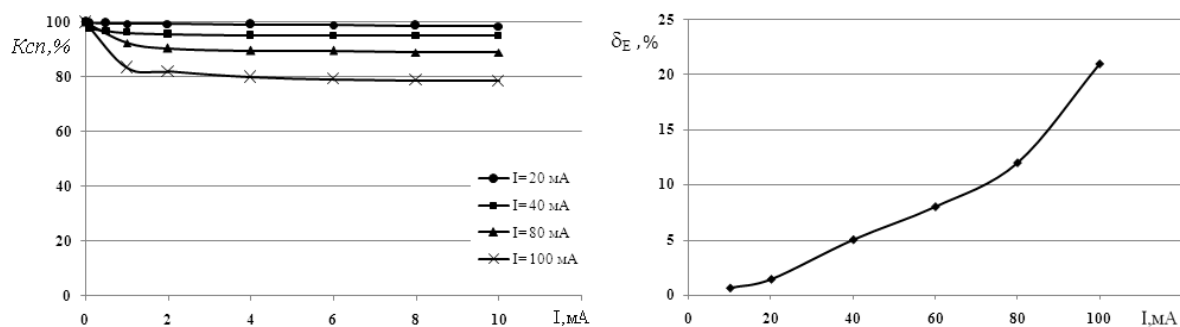
АЛХАМСС Я.Ш., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

Электропитание светодиодов в одних светильниках и лампах осуществляется по последовательной схеме, обычно от источника тока, а в других, по параллельной схеме – от источника напряжения. В силу этого, исследования характера изменения потока светодиодов (СД) в одних случаях должны проводиться при использовании источника тока, а в других – источника напряжения.

Для устранения влияния периода температурной стабилизации светодиодов на результаты исследований, прежде всего, были изучены зависимости времени стабилизации показаний при подаче тока разной силы. Получено, что время полной стабилизации светового потока СД (с погрешностью +1 %) увеличивается по мере повышения силы тока, и составляет порядка 5 мин при силе тока 100 мА. При этом величина спада светового потока достигает 21 %.

Полученные результаты позволили предложить использовать две методики контроля светодиодов и светильников по времени стабилизации и величине спада их светового потока.



Зависимость времени стабилизации светового потока
светодиода и величины его спада

УДК 621.311.04

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СТЕНД

БОЛЬШАКОВА Ю.Н., ГАЙНУТДИНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. САДЫКОВ М.Ф.

«Кто владеет информацией, тот владеет миром» – слова А.М. Ротшильда.

Современные цифровые технологии окружают нас повсюду, и уже невозможно представить свою жизнь без них: мобильная связь, Интернет, компьютеры, GPS и т.д. Однако студентам не всегда удобно получать доступ к учебной информации, т.е. оперативно узнать задолженность по сессии, либо текущее объявление, новость и многое другое.

Для оперативного доступа к индивидуальной для каждого студента информации, мы разрабатываем интерактивный стенд, который позволит в определенных пределах управлять представлением информации. Т.е. для студента доступна не только общая информация, но и все что касается его личного дела. А именно, он сможет: просматривать статьи и профили преподавателей, изучать результаты прошедших сессий и научных конференций, просматривать фото-архивы и новости недели, так же устанавливать параметры в информационных разделах, удовлетворяющие индивидуальным образовательным потребностям и личным интересам. Под индивидуальной информацией подразумевается: доступ к учебным графикам данного семестра, доступ к методическим материалам и баллам успеваемости в текущем году, а также профиль достижений, как в культурной деятельности, так и в научной. Также в разработке специальной интерактивной доски ведется исследование того, чтобы включить в ее функциональность видео-распознавание по лицу человека, выводя его 3 D изображение лица на компьютер, далее на интерактивный стенд. Это позволяет сделать вывод о гибкости мультимедиа технологий в информационно-образовательной среде.

Под 3D изображением лица подразумевается лицевой слепок – рельеф лица. Для осуществления видеораспознавания две камеры – правая и левая, снимают соответственно переднюю правую и переднюю левую сторону лица студента. Далее для областей изображения с правой камеры необходимо определить соответствующие области с левой камеры, то есть решить задачу стереосоответствия. После определения рельефа поверхности лица выделяются такие области как: нос, подбородок, надглазные дуги, глазницы.

Их расположение относительно друг друга индивидуально для каждого человека. Таким образом, сопоставив полученные с камер данные с данными в базе, можно точно определить личность студента.

Специальное программное обеспечение для распознавания лиц можно разработать в среде LabVIEW с использованием библиотеки IMAQ Vision. Библиотека IMAQ Vision позволяет получать, хранить, обрабатывать и анализировать цифровые изображения, а также автоматически выделять и распознавать на изображениях различного рода объекты. Для разработки могут понадобиться инструменты IMAQ USB, IMAQ Particle Analysis, IMAQ EdgeDetection и т.д. Помимо библиотеки IMAQ Vision, LabVIEW имеет достаточно много стандартных решений для языка высокого уровня и соответственно, возможность дальнейшего расширения ПО.

Благодаря технологиям интерактивности и видеораспознавания в среде LabView при создании трехмерной модели образа через web камеру, мы можем расширить возможности студентов и преподавателей в области информатизации и модернизации обучающих систем, также развиваться в личностном плане, используя новые технологии, а также методы получения и обработки информации.

УДК 614.8

ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ

БОПАГЕ РАНГИКА С.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

Звук представляет собой, механические колебания в виде упругих волн, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде. Человеческие уши чувствительны к звуку от 20 до 20000 Гц. Окружающий шум, который раздражает, отвлекает или физически вреден, называется шумовым загрязнением. Чаще всего источником становятся оборудование, транспортные системы, автомобили, воздушные суда и поезда. В настоящее время шумовое загрязнение является большой угрозой для здоровья человека.

Шумовое загрязнение приводит ко многим медицинским последствиям: потере слуха, гипертонии, ишемической болезни сердца, раздражению и нарушению сна. Это приводит к ухудшению сна, концентрации и коммуникабельности. Помимо этих эффектов, повышенный уровень шума может привести к стрессу, к нервозу, а также к агрессии и другим антисоциальным состояниям. Некоторые из них могут быть

временными или могут стать постоянными из-за длительного воздействия. Люди подвергаются высокому уровню шума в основном на своих рабочих местах, возле транспортных развязок, строительных площадок, авиа- и железнодорожных вокзалах, на концертах рок-музыкантов и т.д. Люди, проживающие в городских районах у дорог, вблизи аэропортов, ежедневные пассажиры метро подвергаются воздействию шума высокого уровня значительное количество времени. Окружающий шум не должен превышать 140 дБ для взрослых и 120 дБ для детей. Звук, больше чем 165 дБ, даже в течение нескольких миллисекунд, может вызвать острое кохлеарное повреждение (поражение слухового нерва).

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) занимается защитой людей от шумового загрязнения в мире. Многие страны уже начали принимать меры по защите от шума. Использование индивидуальных средств защиты на рабочих местах, построение шумопоглощающих экранов или звуковых трубок для сокращения шума, исходящего от дороги, использование тихих реактивных двигателей, чтобы уменьшить шум от самолетов и т.д. Необходимо знать, к каким последствиям может привести шумовое загрязнение, именно поэтому нужно следовать инструкциям по технике безопасности в жизни и в работе.

УДК 61:329.78

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ АЛКОГОЛИЗМА В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ

ВАДЖИПОВА А.Ш., ДОВЛЕТОВА Б.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **БИЛЯЛОВА З.М.**

Актуальной проблемой современности является сохранение жизни и здоровья человека. Особого внимания заслуживает проблема массового употребления алкоголя. В нашей стране на сегодняшний день эта проблема превратилась в одну из самых серьезных угроз, которые когда-либо вставали перед Россией. По данным Всемирной организации здравоохранения, при потреблении более 8 литров чистого алкоголя на душу населения в год, начинается угасание этноса. В год от различных последствий воздействия алкоголя – болезней, травматизма, преступности, самоубийств – преждевременно погибает около 750 тыс. наших соотечественников!

Алкоголь чужд организму, поэтому биохимические механизмы человека не приспособлены его усваивать, а отрицательная реакция на

алкоголь отчетливо проявляется при первых приемах – возникает тошнота, головокружение. Со временем при попадании алкоголя в организм человека в печени образуется специфический фермент алкогольдегидрогеназа, который обезвреживает алкоголь, расщепляет его до углекислого газа и воды. Подобные функции не свойственны печени детей и подростков, вот почему в этом возрасте алкоголь особенно токсичен и вызывает необратимое изменение во внутренних органах.

Алкоголизм излечим. Лечение очень длительное и трудное. Каждый человек может ускорить или увеличить свою жизненную программу, регулируя образ жизни. Управление образом жизни заключается в том, чтобы научить человека из множества повседневных жизненных ситуаций выбрать лишь те, которые в наибольшей степени способствуют сохранению и укреплению здоровья.

УДК 628.9

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ РАЗМЕРОВ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ВИЗУАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

ВАФИНА С.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НУРУЛЛИН Р.Г.

Как известно, стандартной характеристикой размера экранов телевизоров, компьютерных мониторов, сотовых телефонов, смартфонов и других средств визуального отображения информации (СВОИ) является диагональ экрана. В ЭЛТ-мониторах данный показатель определяет диагональ кинескопа, в жидкокристаллических и плазменных экранах – диагональ видимой площади изображения. Во всем мире размеры экрана указываются в дюймах (1 дюйм = 2,54 см).

Однако диагональ экрана не характеризует все размерные характеристики экрана. Кроме того, наши предварительные исследования показали, что размер диагонали экрана не увязан с эстетическими требованиями, в частности при их дизайне не учитываются пропорции золотого сечения. Актуальным является выработка рекомендаций по назначению ширины и высоты экрана по принятым диагоналям СВОИ.

Целью настоящей работы является выработка рекомендаций по назначению стандартных размеров ширины и высоты экранов электронных СВОИ в соответствии с размером их диагонали.

Для достижения данной цели продолжены исследования с реальными замерами размеров экранов СВОИ на соответствие их размеров пропорции золотого сечения. Новизной и личным вкладом автора является то, что составлен перечень наиболее распространенных ныне форматов диагоналей и рассчитаны геометрические размеры (ширина и высота) экранов с учетом пропорции золотого сечения, которые могут быть приняты в качестве стандартных величин и рекомендованы для соблюдения при производстве СВОИ.

В ходе измерений и обработки результатов замера размеров экранов СВОИ выявлено, что самые распространенные форматы экранов на сегодня – это экраны с диагоналями от 26" до 42". Для всех распространенных форматов приведены таблица рекомендуемых размеров экрана по ширине и высоте.

УДК 621.311.153.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

ВОРОНИН В.А., КузГТУ, г. Кемерово
Науч. рук. доц. ДОЛГОПОЛ Т.Л.

Часто при проектировании осветительных установок (ОУ) пренебрегают требованиями к качеству освещения и уделяют внимание только обеспечению нормы освещенности. Однако, даже полное обеспечение требуемого уровня освещенности на рабочих местах, не может обеспечить комфортных условий работы. Присутствие в поле зрения человека ярких предметов, блескость источников света оказывают значительное влияние на зрительную работу, вызывают чувство дискомфорта.

Основной целью данной работы является акцентирование внимания на проблемах обеспечения требуемых качественных показателей освещения. Произведена оценка влияния таких факторов, как коэффициенты отражения поверхностей помещения, цветность излучения ламп, светораспределения светильников на качественные показатели освещения.

После проведения светотехнического энергоаудита помещений различного назначения были рассчитаны показатели дискомфорта и коэффициент пульсаций освещенности с помощью программы DiaLux 4.11.

Согласно полученным результатам, изменение отражающих свойств стен и пола оказывают незначительное влияние на пульсации

освещенности. При этом, увеличение отраженной доли светового потока ОУ приводит к уменьшению показателя дискомфорта. Гораздо большее влияние на качество освещения оказывают цветность излучения ламп и светораспределение светильников.

Таким образом, еще на стадии проектирования необходимо обеспечивать не только норму освещенности, но и качественные показатели освещения с целью обеспечения требуемого комфорта выполнения зрительной работы, как в производственных, так и в общественных помещениях.

Новизна представленной работы заключается в том, что до сих пор нигде количественно не оценивалось влияние характеристик источников света и светильников, а также отражающих свойств поверхностей помещений на качественные показатели освещения.

УДК 614.8

РАДИАЦИЯ, ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НЕЕ

ДАНИЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

Явление радиоактивности было открыто около века назад Пьером Кюри и Марией Склодовской-Кюри. За последние десятилетия произошла переоценка эффектов влияния атомной радиации на человека и окружающую среду. Радиационную опасность для человека и окружающей среды представляет ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение - это излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию электрических зарядов различных знаков.

Ионизирующие излучения подразделяются на 2 вида:

1. Корпускулярные (α и β излучения);
2. Электромагнитное (γ -излучения).

Биологическое действие ионизирующих излучений сводится к изменению структуры или разрушению различных молекул, из которых состоит человек.

Защита от ионизирующего излучения.

От α -излучения можно защититься несколькими путями:

- Увеличить расстояние до источника α -излучения.
- Использовать спецодежду, спецобувь, маски, противогазы и очки.

Для защиты от β -излучения используют:

- Экраны из алюминия или стекла толщиной в несколько миллиметров.

Для защиты от γ -излучения проводят следующие мероприятия:

- Экранируют источники излучения высокоплотными материалами.
- Уменьшают время пребывания в радиоактивной зоне.
- Увеличивают расстояние до источника γ -излучения.
- Используют противорадиационные укрытия (подвалы).
- Используют индивидуальные средства защиты с металлическими пластинами.

С открытием радиоактивности было открыто и его вредное воздействие на живые организмы. Тем самым возникла необходимость защититься от нее. Вопрос об использовании энергии атома до сих пор остается не решенным, одни считают, что за энергией атома будущее, а другие – смерть и разрушение. Как бы этот вопрос не решился, каждый человек должен знать об опасности радиации и как от нее защититься.

УДК 614

ПОНЯТИЯ И ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ КАТАСТРОФ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

ИПАЕВ М.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЛЕУХИНА О.В.

Чрезвычайная ситуация – итог образовавшихся на данный момент негативных факторов, создающих благоприятные условия для существенного отклонения от нормального процесса. Под нормальным понимается такое протекание процесса или явления, к которому население и производство приспособилось путем длительной эволюции, опыта, развития, отклонение от которого воспринимается как негативное.

Катастрофа – это крупное происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

Данные ООН показывают, что на первом месте по числу погибших гидрометеорологические катастрофы (цунами, наводнения), на втором геологические (землетрясения, извержения вулканов), третьи – это техногенные катастрофы. Техногенной катастрофой принято называть катаклизм, вызванный аномалиями технологических систем. Технический прогресс неотвратимо приводит к созданию новых технологических рисков, перед которыми общество рано или поздно может оказаться беззащитным.

Есть факторы, которые позволяют отсрочить подобные происшествия и минимизировать их последствия. Прежде всего, это высокий образовательный уровень населения и его активная гражданская позиция. Также огромную роль играет подготовленность частных компаний и государственных структур к действиям в экстремальных условиях.

УДК628.9

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

МИЛЯХОВ В.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ИВАНОВА В.Р.

В зависимости от источника света освещение бывает естественным, искусственным и совмещенным. Источник естественного (дневного) света – поток лучистой энергии солнца, доходящий до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Естественное освещение является наиболее гигиеничным. Если по условиям зрительной работы оно оказывается недостаточным, то используют совмещенное освещение.

Вечером или ночью, когда на улице темно, используют искусственное освещение для того, чтобы жителям города было комфортно возвращаться домой после работы или просто прогуливаться по городу. Постоянное освещение в вечернее и ночное время ведет к нерациональному расходованию электроэнергии. Поэтому является актуальным использование систем управления уличным освещением.

В работе предлагается автоматическая система управления уличным освещением, принцип которой основан на включении лампы при появлении человека или другого массивного объекта с температурой большей, чем температура фона. Связь между элементами системы обеспечит беспроводной интерфейс, установленный в каждый блок управления светильником, что обеспечит «угадывание» вектора движения человека. К тому же, благодаря беспроводному протоколу связи будет возможность управления освещением: настройкой яркости, временем горения лампы – дистанционно с помощью мобильных устройств, например смартфона.

Предполагается, что использование такой системы уменьшит расходы на электроэнергию примерно на 35 %.

УДК 614

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЖД

ФАЙЗЕТДИНОВА Я.Т., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. НАСЫРОВА Е.В.

Эргономика – изучение функциональных возможностей человека в трудовых процессах в целях создания для него оптимальных условий труда, т.е. таких условий, которые, делая труд высокопроизводительным, в то же время обеспечивают человеку комфорт и безопасность труда.

Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Часто причиной травматизма выступают не опасные условия труда, а опасные действия специалиста: низкий уровень профессиональной подготовки, допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизма; пребывание людей в состоянии утомления или других психологических состояниях, снижающих безопасность деятельности специалиста.

В структуре психической деятельности человека различают три основные группы компонентов: психические процессы, свойства и состояния. Психические процессы – познавательные, эмоциональные и волевые психологические процессы (ощущения, восприятия, память). Психологические свойства (качества личности) – направленность, характер, темперамент.

Психическое напряжение оказывает положительное влияние на результаты труда до определенного предела. Превышение критического уровня активации ведет к снижению результатов труда вплоть до полной утраты работоспособности. Длительные психические напряжения ведут к выраженным состояниям утомления. Среди особых психических состояний необходимо выделить: пароксизмальные расстройства сознания (органические заболевания головного мозга, эпилепсия, обмороки), психогенные изменения настроения (аффектные состояния); состояния, связанные с приемом психически активных средств (стимуляторов, транквилизаторов, алкогольных напитков).

Эргономическая биомеханика на основе антропометрических признаков (размеры тела, угла вращения в суставах, досягаемости руки) дает рекомендации по организации рабочего места.

УДК 520.8.056

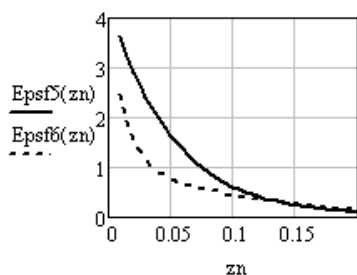
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СФОКУСИРОВАННЫХ АНТЕНН ДЛЯ РАДИОТЕРМОГРАФИИ

ХАЛИКОВА К.Н., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОТАПОВА О.В.

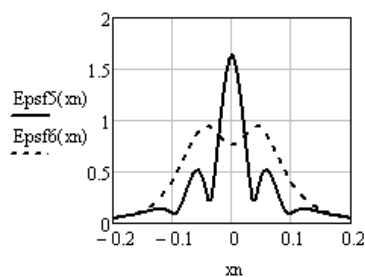
В настоящее время электромагнитные поля используются для медицинской диагностики и лечения пациентов. Одним из новых, динамично развивающихся направлений в микроволновой диагностике является радиотермография, используемая, как правило, для обнаружения онкологических заболеваний. Многоканальные радиотермографы реализуются с помощью метода сфокусированной апертуры при формировании распределений интенсивности радиотеплового излучения биообъекта.

Существует ряд исследований, анализирующих свойства сфокусированных электромагнитных полей в ближней зоне излучения. Но условия проведенных исследований отличны от используемых в радиотермографии. Поэтому актуальной является задача оценки достигаемых эффектов при использовании сфокусированных антенн с учетом конкретных параметров тканей.

При реализуемых в радиотермографии размерах апертуры $2L = 0,2$ м и глубине расположения точки фокусировки $z_f = 0,05$ м эффекта фокусировки в реальных биологических тканях в продольном направлении не наблюдается. В поперечном направлении эффект фокусировки присутствует.



Фокусировка в продольном направлении



Фокусировка в поперечном направлении

При оценке эффективности использования сфокусированных апертур в задачах радиотермографии, рассматривалось влияние фокусировки на размер области фокусировки, уровень боковых лепестков и коэффициент направленного действия. Исследования показали, что использование сфокусированных апертур всегда дает выигрыш, так как при синфазном

возбуждении в распределении поля единичного максимума нет, на высоких частотах происходит провал в главном лепестке. При сфокусированном возбуждении размер области фокусировки уменьшается в 2–3 раза.

УДК 614

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЖД

ХУЗИЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЛЕУХИНА О.В.

В данном докладе будет вестись речь о токсикологии, о ее аспектах, о видах токсикации и о способах ее ликвидации.

Токсикология – область медицины, изучающая физические, химические свойства ядов (вредных и отравляющих веществ), механизмы их действия на организм человека и разрабатывающие методы диагностики, лечения и профилактики отравлений.

Существует множество токсичных веществ (токсиканты), которые используются как в быту, так и в промышленности. Формирование и развитие реакций биосистемы на действие токсиканта, приводящих к ее повреждению (т.е. нарушению ее функций, жизнеспособности) или гибели называется токсическим процессом.

Внешние, регистрируемые признаки токсического процесса называются его проявлениями. В ряде приведенных выше определений токсикологии просматривается представление, согласно которому единственной формой проявления токсического процесса является интоксикация (отравление).

Проявления токсического процесса определяются уровнем организации биологического объекта, на котором токсичность вещества изучается: клеточном; органном; организменном; популяционном. Цель токсикологии, как области человеческой деятельности – непрерывное совершенствование системы мероприятий, средств и методов, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья и профессиональной работоспособности отдельного человека, коллективов и населения в целом в условиях повседневного контакта с химическими веществами и при чрезвычайных ситуациях.

УДК 614:613

КУРЕНИЕ – УГРОЗА СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

ШАМИГУЛОВА А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БИЛЯЛОВА З.М.;
ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

Курение табака – наиболее распространенная вредная зависимость, отрицательно влияющая на здоровье курильщика и окружающих его людей. Всего в мире курят около 1 млрд мужчин и около 250 млн женщин. Эти данные требуют серьезного внимания и принятия конкретных и решительных мер.

Употребление в больших количествах табака представляет по своим негативным последствиям серьезную опасность для человечества. Проведенные в последнее годы исследования расширили список заболеваний, к которым может привести чрезмерное потребление табака.

Пассивное курение (вдыхание дыма чужой сигареты) считается не менее опасным, чем прямое.

31 мая – Всемирный день без табака. В этот день десятки, сотни тысяч человек сминают пачку сигарет и выбрасывают в урну.

В Казани были проведены измерения содержания взвешенных частиц в помещениях нескольких университетов города. Проведенные измерения позволили оценить соблюдение политики чистого воздуха в вузах города.

Активное участие в процессе борьбы против курения в настоящее время принимает государство. Борьба эта проводится в несколько этапов: в 2001 году был принят ФЗ № 87 «Об ограничении курения табака»; с 1 июня 2013 года в России вступил в силу закон «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» (взамен ФЗ «Об ограничении курения табака») – закон, вводящий полный запрет курения во всех закрытых общественных местах; 15 ноября на территории РФ начинают действовать новые штрафы за курение табака в местах, запрещенных «антитабачным» законом.

Что касается запрета на курение в кафе, ресторанах, на рынках, то эта норма «антитабачного» закона вступит в силу через год, с 1 июня 2014 года.

Наиболее распространенным методом борьбы против курения является информационный подход, заключающийся в предоставлении информации о негативных сторонах табакокурения. Чтобы изменить отношение общества к данной проблеме, необходимо разрушить существующие стереотипы.

УДК 621.313

ПРОТОТИП ЯДЕРНОГО КВАДРУПОЛЬНОГО РЕЗОНАНС-ДЕТЕКТОРА ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

ХУСНУТДИНОВ Р.А., ТИРКИЯ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. САДЫКОВ М.Ф.

С помощью методики ядерного квадрупольного резонанса можно определить содержание и тип взрывчатого вещества, находящегося на некотором расстоянии от детектирующей катушки. Детектирование ЯКР-спектров ^{14}N веществ, содержащих связи N-C, в последние годы стало весьма важным из-за прямой связи этого класса веществ с наркотиками и взрывчатыми веществами.

Взрывчатые и наркотические вещества в подавляющем большинстве содержат в себе атомы азота или хлора, что дает заманчивую возможность их обнаружения с помощью метода ЯКР. Устройство для регистрации скрытых закладок взрывчатых веществ на основе ЯКР на ядрах азота ^{14}N является единственным устройством, обеспечивающим однозначную идентификацию взрывчатого вещества. Хотя частоты ЯКР ^{14}N , ^{35}Cl и ^{37}Cl лежат в низкочастотном диапазоне, что приводит к низкой чувствительности метода, ЯКР уже становится серьезным конкурентом другим методам.

Нами разработан и испытан ЯКР-детектор. Предварительные эксперименты, на сегодняшний день проводившиеся в экранированной комнате на спиральной катушке диаметром 30 см, показали, что ЯКР-сигнал от NaNO_2 регистрирует на расстоянии 15 см даже при мощности передатчика 150 Вт. Задающий генератор, управляемый программой, написанной нами в среде LabView, позволяет генерировать радиоимпульсы заданной частоты и длительности. Для снижения наведенных шумов планируется использовать обработку сигналов сигнальным процессором, который усреднит шумовые сигналы с дополнительных антенн и вычтет шумы из сигнала основной катушки. Это позволит использовать «ЯКР-детектор опасных веществ» в обычных условиях – без экранирования.

УДК 628.93

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

ЯКОВЛЕВ А.В., КГЭУ, г. Казань

Научн. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ЧЕРНЫХ В.Т.

В докладе приведены результаты разработки схем оптических систем для создания демонстрационной лабораторной установки по наблюдению некоторых оптических явлений, таких как дифракция, интерференция и поляризация на основе использования когерентного лазерного излучения. Посредством макета установки также имеется возможность проводить некоторые количественные измерения светотехнических характеристик. В частности, для приобретения навыков исследователя студенты старших курсов, бакалавры и магистры смогут измерять углы дифракции дифракционных элементов, расходимость лазерного пучка и др., и сравнивать эти результаты с расчетными значениями.

В режиме поляризационных демонстраций на установке можно выполнять измерение изменения освещенности в плоскости наблюдения в зависимости от угла поворота анализатора, а также измерять степень поляризации собственно используемого лазерного источника света.

Мобильность оптической установки состоит в возможности реализации схем оптических систем двухлучевых интерферометров типа Цендера- Маха и Майкельсона. Посредством последнего интерферометра можно измерять степень пространственной и временной когерентности лазеров непрерывного и импульсного действия. На установке реализована схема оптической системы голографического интерферометра, работающего в режиме реального времени.

Таким образом, разработанная установка позволяет путем комбинаций различных схем оптических систем реализовывать наблюдение различных оптических явлений: дифракции, интерференции и поляризации светового потока за счет применения когерентного лазерного излучения и выполнять некоторые количественные оптические измерения.

УДК 628.9

ВЫБОР ДАТЧИКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ

ЯМБАЕВА Т.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ИВАНОВА В.Р.

В работе рассмотрены виды различных датчиков, используемых для системы управления освещением. Наиболее востребованными являются датчики движения или присутствия на основе регистрации изменения инфракрасного (ИК) излучения, вызванного перемещением или деятельностью человека.

Датчик движения срабатывает только на активные действия. Датчик присутствия реагирует на все незначительные движения человека, покачивание головы, движения рук. Если человек будет сидеть абсолютно неподвижно, то через заданное время датчик отключит свет.

Несмотря на все преимущества указанных датчиков, имеется и ряд недостатков, таких как размеры, малая чувствительность, круговая или овальная диаграмма обнаружения, наличие «мертвых зон», ложные срабатывания и др.

Поэтому в работе предлагается для автоматизированных систем управления освещением использовать новый тип цифровых датчиков – матричный MEMS-датчик инфракрасного излучения.

MEMS-датчик имеет вид небольшой печатной платы размером 18x14 мм, на которой установлен герметичный корпус с самим датчиком, интерфейсный контроллер и разъем для подключения датчика. Кремниевая линза датчика фокусирует тепловое излучение на массив чувствительных термодатчиковых ячеек, специализированной схемы, осуществляющей обработку сигналов чувствительных ячеек, внешнего интерфейсного контроллера, осуществляющего общее управление датчиком и связь с внешними устройствами. Чувствительные ячейки организованы в виде матрицы 4×4 или 1×8. Матрица ячеек позволяет получать информацию о распределении температуры по площади, охватываемой полем зрения датчика. Это позволяет, к примеру, определить положение человека (или нескольких) в контролируемом помещении, тепловые аномалии оборудования, места локальных перегревов. Высокая скорость реакции датчика позволяет также отслеживать перемещение объектов или изменение их температуры.

Главным преимуществом такого датчика служит то, что он имеет цифровой выход и не требует дополнительных устройств (электрохимического реле и реле времени, транзистор, демпферная цепочка, усилители) для интеграции в схему управления освещением как обычный датчик присутствия или движения.

УДК 614.8

НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И НА ЧЕЛОВЕКА

ЕГУДАНОВА Е.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

Тенденция использования альтернативных и возобновляемых источников энергии как нельзя актуальна. Одно из наиболее перспективных направлений – использование солнечной энергии.

Однако, солнечная энергия является еще недостаточно изученным объектом, поэтому отнесение ее к экологически чистым и безопасным видам энергии нельзя назвать полностью обоснованным. Существует ряд вредных факторов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду при выработке электричества из солнечного света:

- в составе солнечных панелей присутствуют соединения тетраоксида кремния – это высокотоксичное бесцветное вещество, пары которого могут раздражать верхние дыхательные пути, слизистые оболочки и вызывать различные заболевания. Вещество ядовито для животных и растений. Земля в местах выброса тетраоксида кремния будет бесплодной, зараженная вода не пригодна для питья. Также опасны соединения кадмия, это вещество является канцерогеном. Накапливаясь в организме, приводит к опухолевым заболеваниям, поражению нервной системы и разрушению костей;

- солнечная энергия сильно зависит от свинцово-кислотных батарей. Отравление свинцом вызывает повреждение центральной нервной системы, почек, сердечно-сосудистой и репродуктивной систем;

- фотоэлементы представляют опасность во время возгорания. Массовое использование фотовольтаических установок вызывает необратимые процессы в региональных экосистемах, это угрожает сокращением многообразия видов;

- использование фотоэлементов дома опасно тем, что зимой необходимо регулярно очищать элементы от снега, а это чревато падением с крыши;

- солнечные станции являются достаточно землеемкими, а также вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности, теплового баланса, влажности, направления ветров.

УДК 535.6

ЦВЕТОВОЙ КАЛЬКУЛЯТОР

БАРЫШЕВ А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НУРУЛЛИН Р.Г.

В настоящее время имеются различные методы оценки цветовых тонов, получающихся в результате смешения трех основных цветов системы RGB, где R – красный, G – зеленый и B – синий цвета. Однако нет устройств, демонстрирующих суммирование цвета непосредственно в источнике света, например, на светодиодных линейках.

Целью работы является разработка электрической схемы и изготовление сумматора цветов источников света.

Автором данной работы предложена электрическая схема цветового калькулятора, который включает в себя блок питания, блок управления и блок источников света. Блок управления состоит из передатчика и приемника инфракрасного сигнала и D-триггеров. В электрической схеме имеются три потенциометра для изменения яркости свечения каждого из элементарных цветов системы RGB.

До включения устройства положения потенциометров устанавливаются на максимальное значение светового потока источника элементарного цвета. Далее путем воздействия на инфракрасный датчик осуществляется переключение от цвета к цвету в порядке $R \rightarrow G \rightarrow B \rightarrow \Sigma$, где Σ означает суммарный оттенок цветового тона. В момент срабатывания инфракрасного датчика загорается индикатор в виде отдельного светодиода. Для демонстрации смешения цветов с различной интенсивностью в процессе переключения цветов можно вручную изменять интенсивность свечения каждого элементарного источника цвета.

Данное устройство было изготовлено автором в реальном исполнении. Оно имеет габаритные размеры $200 \times 110 \times 50$ мм и массу 0,3 кг. Питание схемы осуществляется импульсным блоком питания на 12 В с гальванической развязкой от сети переменного тока 220 В.

Устройство позволяет продемонстрировать в визуальной форме принцип смешения цветов. При необходимости снимаются спектральные характеристики элементарных и суммарного цветов.

УДК628.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВЕТОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА

ГАРИПОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

Для температурных испытаний использована ранее сконструированная нами термокамера объемом $0,3 \text{ м}^3$, нагреваемая за счет тепловыделения испытуемого светодиодного светильника, осуществляющая повышение температуры. Для повышения температуры термокамеры до $60 \text{ }^\circ\text{C}$ дополнительного обогрева рабочей зоны термокамеры в ней предусмотрено включение лампы накаливания мощностью 100 Вт.

При испытании светодиодного светильника (СДС) измерялись значения освещенности и коэффициента ее пульсации. Для этих целей использовался люксметр «ТКА-ПКМ» (08). Его фотоприемная головка (ФПГ) располагалась непосредственно в нижней необогреваемом отсеке термокамеры в месте максимальной освещенности. Световой поток поступал через диафрагму с защитным стеклом, теплоизолирующий обогреваемую зону термокамеры от измерительной.

По мере повышения температуры окружающей среды температура светодиодов и вторичной оптики начинает заметно превышать $80\text{--}90 \text{ }^\circ\text{C}$ и становится соизмеримой с теми значениями, которые вызывают изменение вторичной оптики, изготовленной из акрила, и спад светового потока.

В докладе приводятся результаты температурного испытания светодиодного светильника ДКУ-01-165-50, любезно предоставленного фирмой «Ферекс».

УДК628.9

К ИЗЫСКАНИЮ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ СВЕТОДИОДНОЙ ЛАМПЫ ПРИ ЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИИ

АЙХАЙТИ ИСЫХАКЭФУ, ГАРИПОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

В настоящее время светотехническая промышленность мира выпускает в основном ретрофитные лампы небольшой мощности (3–6 Вт), которые могут быть использованы лишь для акцентной подсветки и местного освещения.

Это связано с тем, что при превышении мощности светодиодных ламп (СДЛ) 5–6 Вт в них возрастает проблема теплоотвода, а это удорожает себестоимость продукции, что соответственно сдерживает реализацию продукции на отечественном рынке.

В связи с этим в работе на физических моделях СДЛ проведено изучение способов увеличения потребляемой ими мощности для обеспечения большого светового потока при одновременном сохранении теплового режима их работы.

На дюралевою пластину площадью от 25 до 750 см² и толщиной 2–6 мм крепились пятиваттные светодиодные кластеры в количестве от одного до четырех, размером 3х3 см, содержащие 16 светодиодов. Ограничительным критерием дальнейшего повышения мощности модели являлось достижение температуры в центре пластины 60 °С.

В итоге проведения исследований установлено, что с увеличением количества закрепленных модулей на пластине предельно допустимая мощность и удельная площадь возрастают соответственно до 20–22 Вт и 16 см²/Вт. При превышении площади пластин 200–300 см² эффективность дальнейшего теплоотведения значительно падает.

Некоторое повышение значения предельно допустимой мощности (на 10–20 %) имеет место при увеличении толщины пластины с 1,5 до 6 мм и количества светодиодных кластеров до 3.

Таким образом, наиболее эффективным способом дальнейшего повышения мощности светового потока безрадиаторной СДЛ является увеличение торцевой площади теплоотводящей пластины соответственно решаемой задачи.

УДК 628.95

ОЦЕНКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

ФАРХУТДИНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МАРЧЕНКО Г.Н.

На освещение расходуется около 25 % всей генерируемой электрической энергии. Общий парк установленных в нашей стране светильников превышает 1 млрд штук.

Большинство светильников используют для освещения люминесцентные лампы со стартерно-дрессельными пускорегулирующими аппаратами (ЭмПРА). Новый светильник 4X18 Вт с ЭмПРА, выдающий световой поток, соответствующий требованиям ГОСТ, потребляет 85–95 Вт (эффективность – 65–70 Лм/Вт).

Бурное развитие электронной промышленности за рубежом позволило создать электронный ПРА, питающий люминесцентные лампы током повышенной частоты, в результате чего удалось избавиться от некоторых недостатков, присущих ЭмПРА. При частотах 10 кГц и более КПД люминесцентной лампы мощностью 20 Вт составляет более 120 %, т.е. для получения равного светового потока необходимо затратить энергии на 20 % меньше. Так, светильник 4x18 Вт с высококачественной ЭПРА (известного европейского производителя), выдающий световой поток, соответствующий требованиям ГОСТ, потребляет 68–72 Вт (эффективность – 80–85 Лм/Вт).

Впервые казанскими специалистами было предложено зажигать люминесцентные лампы при помощи автоэлектронной эмиссии на повышенной частоте.

Зажигание лампы возникает под воздействием высоковольтного импульса, а дальнейшее ее питание – переменным высокочастотным током. Кроме того, при применении светового устройства на основе светового энергосберегающего блока «Эконом» раскрываются новые перспективы использования люминесцентных ламп, например, при пониженной температуре (до– 40 °С) или во взрывоопасных помещениях – конструкция исключает нагрев светильника выше +45 °С и любое искрообразование. Преимущества СЭБ «Эконом»:

- мгновенное включение;
- отсутствие шума и стробоскопического эффекта;

- экономия электроэнергии от 40 %;
- увеличение срока службы до 50 тыс. час.;
- гарантия до 5 лет на лампы в составе блока;
- повышенная светоотдача;
- сокращение эксплуатационных расходов;
- работоспособность при напряжении от 130 до 280 В (в лаборатории достигнуты значения от 60 до 300 В);
- работоспособность при t от -40 °С до $+50$ °С;
- монтируется в любой корпус люминесцентного светильника.

Проведенные исследования подтверждают возможность практически вдвое снизить расход электроэнергии без ухудшения условий освещенности и предоставить потребителю более комфортный свет, максимально приближенный к солнечному спектру.

УДК 614.8

ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО ВОЗДУШНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

НИГМАТУЛЛИН А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. СУРОВА Л.В.

Среди различных физических факторов окружающей среды, которые могут оказывать отрицательное воздействия на человека, большую опасность представляет электромагнитное поле (ЭМП) промышленной частоты 50 Гц.

Электрическое поле, создаваемое линиями высоковольтных ЛЭП, оказывает неблагоприятное влияние на здоровье людей. Наиболее чувствителен к электрическим полям человек в обуви, изолирующей его от земли. В этом случае на изолированном от земли проводящем объемном теле наводится потенциал, зависящий от соотношения емкости тела на землю и на провода ЛЭП. Чем меньше емкость на землю, тем больше наведенный потенциал, который может достигать 10 кВ.

При приближении тела к заземленному предмету происходит искровой разряд, сопровождаемый звуковым эффектом (потрескивание) с протеканием импульса тока через тело.

Разряд вызывает неприятное ощущение укола. Такие импульсы тока безопасны для здоровья человека, но могут привести ко вторичным травмам вследствие испуга и непроизвольного движения.

При длительном пребывании человека в полях более высокой напряженности ($E > 10-15$ кВ/м) могут возникнуть неблагоприятные физиологические изменения, связанные с воздействием на нервную и сердечнососудистые системы, мышечную ткань и органы.

Исходя из мощности ЛЭП, для защиты населения от действия электромагнитного поля установлены санитарно-защитные зоны для линий электропередачи. СН № 2971-84 «Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты».

СЕКЦИЯ 5. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕДНОГО РУДНОГО КОНЦЕНТРАТА МЕТОДОМ ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ В ЛОКАЛЬНОМ ПОЛЕ

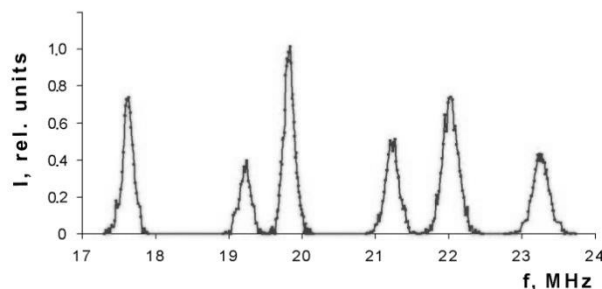
ГАВРИЛЕНКО А.Н., ХАБИБУЛЛИН И.Х., ШМИДТ Е.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МАТУХИН В.Л.

Разработка и применение различных методов обогащения руд цветных и редких металлов неразрывно связаны с минеральным составом руды. Для выбора наиболее эффективного метода и технологической схемы обогащения важно знать физико-химические свойства рудных концентратов. Начиная с семидесятых годов прошлого века методы ядерного резонанса – ЯМР (ядерный магнитный резонанс) и ЯКР (ядерный квадрупольный резонанс) стали эффективно применяться для исследования электронной структуры и динамических свойств минералов.

Целью настоящей работы является применение метода ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ в локальном поле для исследования рудных медных концентратов системы медь-железо-сера.

• В результате проведенных исследований был измерен спектр ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ в локальном поле в образце медного концентрата руды, добытой на Октябрьском месторождении в г. Норильске.

• Измерены релаксационные параметры (времена T_1 и T_2).



Спектр ЯКР $^{63,65}\text{Cu}$ в образце медного концентрата при 77К

- Спектр ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ в локальном поле в образце медного концентрата идентифицирован как спектр халькопирита. Однако он имеет отличия от спектра поликристаллического природного халькопирита в величинах ширины линий на половине амплитуды и их интенсивностей. В исследованном образце не было обнаружено каких-либо сигналов, соответствующих другому минералу – кубаниту.

- Полученные спектральные и релаксационные параметры ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ обсуждаются на основе имеющихся к настоящему времени результатов по изучению кристаллических и электронных свойств CuFeS_2 .

УДК 615.84

НЕВЕРБАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЭГ КОМПЛЕКСА

СЕВАСТЬЯНОВ И.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МАТУХИН В.Л.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) широко используется как в исследованиях центральной нервной системы и ее патологий, так и для оценки психофизиологического состояния пациента. Существуют различные алгоритмы интерпретации ЭЭГ, математическая обработка и статистический анализ.

Оценка остаточных знаний достаточно важная задача для педагогики. Итогом деятельности любого педагога являются знания, которые зафиксировались в мозгу у слушателя. На физиологическом уровне это выражается в образовании новых нервных связей между различными нейронами в центральной нервной системе. Разумеется,

сигналы, которые, в таком случае продуцирует головной мозг, будут отличаться у слушателя, способного воспроизвести новые полученные знания и у слушателя, который этого сделать не в состоянии.

Основной нашей задачей является создание компьютерного ЭЭГ комплекса, который будет фиксировать у слушателей те или иные мозговые сигналы и при этом анализировать их на предмет соответствия с эталонными сигналами. Таким образом, можно утверждать, что у преподавателя появится возможность объективно оценить степень изучения своего предмета у того или иного слушателя.

Мы предлагаем снабдить стандартный электроэнцефалограф многоканальным аналоговым датчиком, управляемым с помощью компьютера. Многоканальный аналоговый датчик обеспечивает мультиплексирование электродов ЭЭГ каждого испытуемого. При этом отчеты ЭЭГ можно сохранять в память компьютера.

В связи с тем, что когерентный анализ, который обычно используется в диагностике активности мозга, часто не устанавливает источник возникновения патологического феномена, а констатирует или визуализирует факт синхронного возбуждения всех корковых отделов головного мозга, возникла потребность в создании алгоритмов обработки сигналов ЭЭГ для выявления генерализованной активности, а также, как следствие, для оценки динамики распространения возбуждения от одного отведения к другому.

УДК 621.38

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС ПРИМЕСНЫХ АССОЦИАТОВ ($\text{Fe}^+ - \text{Fe}^{3+}$) В КРИСТАЛЛАХ BaF_2

ЗАЙНУЛЛИН Р.Р., СИНИЦЫН А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УЛАНОВ В.А.

Целью данного исследования являлось создание в объеме кристаллов структурного типа флюорита стабильных ассоциатов ионов железа с достаточно высокой концентрацией и изучение их структуры методом ЭПР. Выполнению поставленной цели способствовала своеобразная кристаллическая структура флюоритов и их способность превращаться при высоких температурах в ионные проводники. Своеобразие структуры этих материалов заключается в том, что в ней при восьмикратной кубической координации катионов решетки присутствуют «октаэдрические» пустоты. Поскольку примесные парамагнитные ионы обычно замещают катионы

решетки, то высокая симметрия катионного координационного многогранника приведет к тому, что большинство из примесей переходных металлов окажутся в вырожденных орбитальных состояниях (объектами ян-теллеровского типа). Другая особенность – наличие пустот – обеспечит при высоких температурах интенсивную диффузию примесных ионов. Таким образом возникает возможность сближения ян-теллеровских примесей в твердой фазе кристалла-матрицы и возможность образования стабильных примесных ассоциатов.

Образцы кристаллов с примесными ассоциатами были получены путем внедрения в твердые кусочки беспримесных кристаллов BaF_2 ионов железа. Внедрение осуществлялось в процессе высокотемпературной диффузии железа, нанесенного вакуумным напылением на поверхности кусочков кристалла BaF_2 . Диффузия проводилась при температурах, близких к температуре плавления кристалла. Для стимулирования диффузии к кристаллу прикладывалось внешнее переменное электрическое поле.

В полученных образцах при температуре жидкого гелия наблюдались спектры ЭПР от парамагнитных центров, обладающих спиновым моментом $S = 4$. Установлено, что симметрия синтезированных парамагнитных центров является тетрагональной. Большой спиновый момент указывал на обменное взаимодействие между ионами железа, образовавшими стабильную примесную пару. Анализ угловых зависимостей зарегистрированных спектров показал, что валентные состояния ионов железа – Fe^+ и Fe^{3+} . Структура примесного ассоциата обсуждается.

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СО СТРУКТУРОЙ ДЕЛАФОССИТА МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО КВАДРУПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА

ШУЛЬГИН Д.А., БАДРЕТДИНОВ М.Н., ШМИДТ С.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МАТУХИН В.Л.

Изучение полупроводниковых соединений со структурой делафоссита (CuFeO_2) представляет интерес в связи с перспективой их практического применения в солнечной энергетике и полупроводниковой электронике. Однако серьезным сдерживающим фактором для разработки высокоэффективных устройств на основе этих соединений являются происходящие в них процессы дефектообразования, приводящие к

невоспроизводимости свойств и деградации характеристик. Известно, что практически большинство полупроводниковых материалов характеризуются той или иной степенью отклонений от стехиометрии, т.е. нарушений в структуре кристаллов химических соединений, возникающих из-за недостатка или избытка одной из компонент по сравнению со стехиометрической формулой. Поэтому является актуальным исследование дефектной структуры многокомпонентных полупроводниковых соединений.

Примесные атомы или молекулы, вакансии, дислокации, напряжения решетки создают в месте расположения ядер квадрупольных атомов градиенты электрических полей, меняющие свою величину и направление в различных точках решетки в зависимости от распределения нерегулярностей. В состав многих полупроводниковых соединений со структурой делафоссита входят атомы меди, два естественных изотопа которой (^{63}Cu и ^{65}Cu) имеют ядерный спин $I = 3/2$, т. е. имеют ядерный электрический квадрупольный момент и эти соединения могут быть исследованы прямым и наиболее точным методом исследования ядерных квадрупольных взаимодействий – методом ядерного квадрупольного резонанса на ядрах меди (ЯКР $^{63,65}\text{Cu}$). В данном сообщении приведены результаты исследования спектральных и релаксационных параметров ЯКР $^{63,65}\text{Cu}$ в полупроводниковых соединениях $\text{CuAlO}_2\text{-x}$, имеющих кристаллическую структуру делафоссита.

УДК 004.896

ГИБРИДНЫЕ МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

ЧЕРНОВА А.Д., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. д-р пед. наук, доц. СЕМЕНОВА Н.Г.

В настоящее время большое внимание уделяется гибридным методам многокритериального анализа сложных систем, реализующих совместное применение различных методов искусственного интеллекта (нейронные сети, генетические алгоритмы, экспертные системы, теория нечетких множеств и др.) в вопросах решения технических задач. Интерес представляет использование этих методов в задачах систем энергообеспечения.

Широкое использование гибридных нейронечетких систем в электроэнергетике обусловлено возможностью интерпретировать накопленные знания при помощи нечетких систем, используя при этом обучающие алгоритмы нейронных сетей для настройки функции

принадлежности. Это дает возможность приобретать системе новые знания, оставаясь логически понятной. Практическое значение нейронечеткой модели заключается в возможности формирования баз знаний экспертных диагностических систем и в дополнении эвристического процесса построения базы процессом автоматизированного извлечения закономерностей из статистических выборок данных.

Гибридные многоцелевые генетические алгоритмы, построенные на интеграции генетических алгоритмов и вероятностных методов, теории нечетких множеств позволяют решать задачи многокритериального анализа с учетом субъективной и объективной неопределенности. Для решения многоцелевых оптимизационных задач применяются гибридные генетические алгоритмы с использованием нейронной сети, позволяющие учитывать неопределенность входных данных.

Сочетание экспертных систем и теории нечетких множеств позволяет найти решение задач с многочисленными критериями, которое основывается на субъективных знаниях о закономерностях проблемной области. Экспертные системы позволяют определить, по каким критериям в первую очередь должны быть получены лучшие оценки, а нечеткие множества позволяют уменьшить неопределенность исходных данных.

УДК 681.5.033.23

ОСОБЫЕ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ РЕЗЕРВУАРАМИ

ЗОТОВ А.В., ВЯТГУ, г. Киров

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХОРОШАВИН В.С.

Рассмотрены вопросы нахождения особых, в смысле принципа максимума Понтрягина, управлений и траекторий нелинейных объектов с использованием аппарата условий общности положения (УОП).

Для параллельно соединенных цилиндрических резервуаров со свободным истечением жидкости, которые питаются от общего трубопровода, и описываемых системой нелинейных дифференциальных уравнений вида

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = b_1 U - k_1 x_1; \\ \dot{x}_2 = b_2 U - k_2 x_2; \end{cases}$$

где $b_1 > 0$, $b_2 > 0$, $k_1 > 0$, $k_2 > 0$ – параметры системы, $x_1 \in [0,1]$, $x_2 \in [0,1]$ – координаты системы, $U \in [0,1]$ – управляющее воздействие, найдены особые управления для различных критериев оптимизации: критерия быстродействия $J = \int_0^T 1 dt$, критерия точности $J = \int_0^T (x_i - x_{iT}) dt$, $i = \overline{1, n}$,

критерия минимума расхода ресурсов $J = \int_0^T (x_i, U) dt$, $i = \overline{1, n}$; параметр T заранее не задан. Показаны трудности выбора начальных условий для полученных особых управлений в виде нелинейных дифференциальных уравнений, а также рассмотрены возможные варианты их нахождения.

УДК 544.169

О ВЗАИМОСВЯЗИ СТРОЕНИЯ И ИХ ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ В СОЕДИНЕНИЯХ ВИДА ЭХ₃

ХАЛИТОВ К.Ф., КГЭУ, г. Казань

На основе проведенных корреляции получены уравнения зависимости между величинами разности первых потенциалов ионизации атомов и молекул (ΔE) и валентными углами α для для трех координированных соединений вида ЭХ₃ ($\text{Э} = \text{N, P, As, Sb; X} = \text{F, Cl, Br, I, CH}_3, \text{C}_6\text{H}_5, \text{SiH}_3$) в основном и возбужденном состояниях.

По характеру зависимости ΔE от α все обсуждаемые соединения ЭХ₃ можно разделить на две различающиеся группы: к первой относятся тригалогениды, к другой $\text{X} = \text{CH}_3, \text{C}_6\text{H}_5, \text{SiH}_3$. Установленные функциональные зависимости согласуются с изменениями характера гибридизации орбиталей и параметров R , характеризующих относительные энергии отталкивания электронных пар на валентной оболочке при центральном атоме Э.

Найдено, что для рядов ЭХ₃ между экспериментальными дипольными моментами μ и потенциалами ионизации ΔE наблюдаются экспоненциальные зависимости.

Полученные данные позволили рассчитать изменения дипольных моментов ($\Delta\mu$) в колебательно-возбужденных состояниях. Используя полученные значения $\Delta\mu$, определены величины интенсивностей симметричных валентных и деформационных колебаний ИК-полос всех соединений рядов ЭF₃ и ЭCl₃. Проведены сравнение их с литературными экспериментальными значениями интенсивностей для NF₃ и AsF₃.

Предлагаемый подход позволил также оценить величины амплитуд колебаний в ИК спектрах $\Delta\alpha$ и $\Delta\ell$.

В работе также обсуждаются результаты корреляций между величинами энергии межмолекулярных взаимодействий ΔH и потенциалами ионизации ΔE .

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 621.316:629.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

МЕССО Ф.К., НИКИТИН Р.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Высокоскоростные поезда нового поколения должны отличаться повышенной технико-эксплуатационной безопасностью, в условиях конкуренции со стороны других видов транспорта. При этом необходимо учитывать вопросы экономии расходов на эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

Колесные пары входят в состав тележечной экипажной части подвижного состава. Они являются связующим звеном между движущимся подвижным составом и рельсами. От результатов безопасного функционирования колесных пар во многом зависит надежность работы всех систем подвижного состава. Это требует их качественного технического обслуживания и ремонта квалифицированными специалистами.

Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта на ремонтных предприятиях зависит, прежде всего, от технического перевооружения, совершенствования организации и технологии ремонта вагонов, изготовления запасных частей и замены морально устаревшего станочного парка, компьютеризации производственных процессов.

Для ремонта колесные пары выкатывают из-под тепловоза, так как для колесных пар в зависимости от объема выполняемых работ установлены два вида ремонта: со сменой элементов и без смены. При ремонте колесных пар со сменой элементов требуется наличие работников более высокой квалификации и сложного оборудования, чем ремонт без смены элементов, так как кроме колесно-токарных станков, требуются прессы для выполнения прессовых работ: осеотрезные, осеобдирочные, осетокарные и карусельные станки. Колесные пары со сменой элементов ремонтируют и в вагонных колесных мастерских, колесных цехах заводов и депо, которые имеют вышеуказанное оборудование.

В докладе рассматриваются вопросы повышения эксплуатационной надежности колесных пар подвижного состава за счет совершенствования процесса технического обслуживания и ремонта колесных пар в специализированных предприятиях.

УДК 621.316:629.1

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР

НИКИТИН Р.Ф., МЕССО Ф.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Повышение эффективности работы транспорта требует улучшения использования транспортных средств, увеличения мощности предприятий по ремонту подвижного состава. Одной из главных деталей подвижного состава являются колесные пары. Надежность работы колесных пар подвижного состава в значительной мере зависит от своевременного устранения обнаруженных неисправностей и качественного проведения технического обслуживания и ремонта.

Основные неисправности колесных пар: ползуны (выбоины), навары, неравномерный прокат, нетрудно обнаружить при осмотре поезда. Наличие на поверхности катания ползунов и наваров вызывает при каждом обороте колесной пары характерный удар колеса о рельсы.

В соответствии с ПТЭ (ЦРБ – 756 от 26.05.2002г), расстояние между внутренними гранями колес у ненагруженной колесной пары должно быть 1440 мм, при скоростях движения до 120 км/ч допускается отклонение в сторону увеличения и уменьшения не более 3 мм, при скоростях от 120 км/ч до 140 км/ч отклонение в сторону увеличения не более 3 мм, уменьшение не более 1 мм.

Прокат колеса является естественным следствием механического взаимодействия колеса с рельсами и тормозными колодками, в результате чего изнашивается профиль колеса. Восстановить профиль катания можно обточкой, но при этом уменьшается толщина обода колеса. В процессе эксплуатации колесной пары из-за пластической деформации поверхностных слоев металла обода образуются наплывы на скосе наружной грани колеса. При неравномерном прокате происходит биение колесной пары и вследствие этого возникают увеличенные и более частые колебания рессорных комплектов, слышны удары деталей рычажной передачи о детали тележки и рамы вагона, что влечет за собой вибрацию рамы тележки. При осмотре

колесных пар после остановки поезда следует обратить внимание на состояние фаски с наружной части обода и состояние напльва металла на ней.

Широкое распространение получила автоматическая система комплексного контроля состояния ходовых частей подвижного состава КТСМ, которая позволяет выявлять недопустимый нагрев буксового узла.

УДК 621.316:629.1

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

ХАЕРТДИНОВА А.А., ФАНДЕЕВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Проблема обеспечения надежного функционирования сложных систем, к которым относится контрольно-проверочная аппаратура (КПА) существующих и перспективных комплексов высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ), приобретает в настоящее время большое значение. Это объясняется усложнением КПА, т.к. расширяются задачи, которые выполняются перспективными комплексами ВСНТ.

Условия длительной эксплуатации комплексов ВСНТ в отрыве от ремонтных органов, при ограничении времени восстановления отказавшей КПА, предполагают поиск и устранение отказов по новым принципам. Это приводит к необходимости создания новых диагностических моделей для определения и прогнозирования технического состояния КПА комплексов ВСНТ, поиска отказов и их устранения, а также к разработке принципов и методов построения новых систем диагностирования, которые учитывают вышеуказанные характеристики.

Разработка новых принципов и методов определения и прогнозирования технического состояния КПА, поиска и локализации отказов предполагает наличие аналитической формулировки модели объекта диагностирования.

В докладе рассматривается вопрос по созданию диагностической модели КПА, на основе комбинаторно-функционального подхода к рассмотрению ее структуры. Это объясняется тем, что КПА реализует множество задач и функций, а ее аппаратное деление не всегда совпадает с функциональным. Выбор диагностических моделей и параметров осуществляется формализованными методами с формированием уравнений, описывающих взаимосвязь значений входных, структурных и функциональных параметров, которые не учитывают

структурные особенности диагностируемой системы. Предложена методика формирования диагностической модели КПА и подход для составления базы исходных данных для ее функционирования.

УДК 621.316:629.1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ТОКОСЪЕМА ДЛЯ ВСНТ

ФАНДЕЕВ Д.В., ХАЕРТДИНОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Сложность качественной передачи на борт электроподвижного состава, необходимой для его движения тяговой мощности с помощью скользящего контакта, определяется рядом факторов, имеющих разнообразную природу своего возникновения. Это могут быть как внутренние влияния в системе «токоприемник-контактная подвеска», так и внешние воздействия со стороны окружающей среды. Увеличение скорости движения электроподвижного состава приводит к еще большему усложнению условий взаимодействия токоприемника и контактной подвески, и усилению внутренних и внешних факторов. Изменение (утяжеление) условий работы системы скользящего контакта в свою очередь вынуждает искать новые пути обеспечения качественного токосъема ВСНТ.

На сегодняшний день специалистами в области скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта рассматриваются несколько перспективных направлений решения проблемы качественного токосъема при высоких скоростях движения ЭПС. К основным из них относятся:

- разработка и создание самокомпенсированных подвесок как устройств полной или частичной компенсации температурных удлинений проводов контактной подвески в каждом пролете за счет изменения величины зигзага контактного провода;

- совершенствование системы автоматического регулирования нажатия в системе «токоприемник-контактный провод»;

- применение новых композиционных материалов для контактных вставок токоприемников;

- совершенствование конструкции и методов расчета сопряжений анкерных участков скоростных контактных подвесок;

- разработка и внедрение подопорного узла фиксатора со сниженным воздействием на процесс токосяема;
- разработка модернизированных конструкций секционного изолятора;
- совершенствование способов и создание устройств удаления гололеда на контактном проводе.

УДК 629.3

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

РАМАЗАНОВ Р.Р., СУНЦОВА Е.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Тормозное оборудование является составной частью многоуровневой системы безопасности движения подвижного состава. Тормозное оборудование подвижного состава – это комплекс устройств, создающих искусственное сопротивление движению поезда с целью регулирования скорости его движения или остановки.

Тормоза подвижного состава следует классифицировать как универсальное средство обеспечения безопасности движения – большая эффективность тормозных средств допускает большую скорость движения и сокращает продолжительность перевозок. При угрозе безопасности движения приведение в действие эффективных тормозных средств позволяет предотвратить серьезные последствия в виде аварии или крушения. Поэтому необходимо уделять особое пристальное внимание правильному выбору пути развития тормозной техники для скоростных грузовых поездов.

В настоящее время на подвижных составах применяется пять основных типов тормозов: 1. Стояночные (ручные) – ими оборудованы локомотивы, пассажирские вагоны и около 15 % грузовых вагонов; 2. Пневматические – ими оснащен весь подвижной состав с использованием сжатого воздуха; 3. Электропневматические – ими оборудованы пассажирские локомотивы и вагоны, электропоезда и дизельные поезда; 4. Электрические (динамические или реверсивные) – ими оборудованы отдельные серии локомотивов и электропоездов; 5. Магнитно-рельсовые – ими оборудованы высокоскоростные поезда. Основным тормозом на подвижном составе является пневматический.

Пневматические тормоза имеют однопроводную магистраль (воздухопровод), проложенную вдоль каждого локомотива и вагона для

дистанционного управления воздухораспределителями с целью зарядки запасных резервуаров, наполнения тормозных цилиндров сжатым воздухом при торможении и сообщения их с атмосферой при отпуске.

Таким образом, актуальность темы определяется необходимостью развития и совершенствования тормозного оборудования подвижного состава, как элемента многоуровневой системы безопасности движения.

УДК 621.316:629.1

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

НИКОЛАЕВ С.П., ГАЛЯУВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. САМИГУЛЛИНА Р.Х.

Надежность машин является важнейшим технико-экономическим показателем качества электрической машины, определяющим ее способность работать безотказно с постоянными техническими характеристиками в течение заданного времени, определенных техническими условиями. Обеспечение надежности и безопасности эксплуатации электрических машин диктует необходимость оценки влияния эксплуатационных факторов на надежность электрических машин и анализа скорости изменения показателей надежности в процессе эксплуатации. По ГОСТ 27.002-83 надежность определяется как свойство объекта сохранять во времени и установленных пределах значения всех параметров, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Известно, что отказы электрических машин наносят значительный материальный ущерб. Поэтому повышение надежности электрических машин является важнейшей научно-технической проблемой, способствующей увеличению жизненного цикла машины.

Решение данной актуальной задачи затруднено тем, что в настоящее время недостаточно исследованы отдельные неисправности на предмет определения информативных параметров диагностического контроля, характеризующих специфические изменения в динамике проявления электромагнитных процессов функционирования машины при возникновении соответствующих неисправностей.

Для решения поставленной задачи количественной оценки, прежде всего, необходимо: 1) исследовать протекание процесса эксплуатации, заложить требуемые характеристики изделия при его проектировании и

изготовлении; 2) принимать своевременные и правильные решения в процессе эксплуатации (прекращение эксплуатации, профилактический ремонт, контроль состояния, изменение условий эксплуатации и т.д.).

В данном докладе рассматриваются вопросы надежности и экономические показатели качества электрической машины, определяющие ее способность работать безотказно с постоянными техническими характеристиками в течение заданного времени, определенных техническими условиями.

УДК.621.33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПРОБОЕВ ПОЛИМЕРНОГО ИЗОЛЯТОРА

ДАВЛЕТШИН А.А., ХАЙРУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Сегодня в структуре отказов контактной сети (КС) отказы по вине изоляторов делят «почетное» первое место с повреждениями контактного провода (по 17 % от общего числа отказов). Поэтому повышение надежности КС связано с повышением надежности применяемых изоляторов. Главной причиной отказов изоляторов контактной сети является разрушение фарфоровых изоляторов в результате их повсеместного устаревания, поэтому замена фарфоровой изоляции со сверхнормативным сроком эксплуатации является приоритетным направлением в мероприятиях ОАО «РЖД» по повышению надежности КС. Вместо отслуживших свой срок фарфоровых изоляторов, чаще всего, применяются современные полимерные изоляторы, надежность которых существенно выше надежности фарфоровых или стеклянных изоляторов.

Одновременно с увеличением разрядного промежутка в 1,5–2 раза увеличились и разрядные характеристики изоляторов, также примерно в 1,5–2 раза, что существенно снижает вероятность перекрытия изоляторов за счет других внешних воздействующих факторов: при сильном загрязнении, грозе и т.д. Таким образом, применение защитных устройств изоляторов позволит снизить отказы КС не только по причине перекрытия изоляторов птицами, но и по причинам всех других перекрытий. Необходимо отметить, что, поскольку надежность современных полимерных изоляторов существенно выше, чем фарфоровых или стеклянных (они не подвержены разрушениям и вандализму), то отказы, связанные именно с перекрытиями

полимерных изоляторов, занимают более 80 % в статистике отказов полимерных изоляторов КС. Поэтому замена фарфоровых и стеклянных изоляторов на полимерные изоляторы и применение защитных устройств позволит значительно увеличить надежность изоляторов, а также уменьшить гибель птиц от поражения электрическим током.

УДК.621.33

ПРИМЕНЕНИЕ НАНО КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

ДАВЛЕТШИН А.А., ШУШАКОВА Л.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Одной из причин возникновения отказов в изоляторах в контактной сети железных дорог является разрушение фарфоровых изоляторов в результате их повсеместного устаревания, поэтому применение новых материалов для изготовления полимерных изоляторов является важным направлением в решении вопросов повышения их надежности.

Извлечение максимальной пользы от введения наполнителей в полимеры зависит от достижения равномерного распределения хорошо высушенных отдельных частиц и/или волокон. При небольшом объеме или в случае очень вязких продуктов, как, например, наполненных эластомеров, можно использовать двулопастные сигмовидные смесители, смесители Бэнбери или двухвалковые вальцы. Периодические смесители позволяют управлять последовательностью введения ингредиентов с целью получения желаемого продукта без применения нескольких загрузочных устройств. Недостатком периодических смесителей является трудность их опорожнения; кроме того, требуется дополнительная обработка для формования конечного изделия.

Введение в полимер инертных наполнителей – еще один из способов снижения горючести полимерного материала. Под инертными наполнителями понимают такие, которые не оказывают существенного влияния на состав и количество продуктов пиролиза полимеров в газовой фазе и величину коксового остатка в условиях горения. Их можно разделить на две группы: минеральные наполнители, устойчивые до температуры 10000 °С– оксиды металлов, фториды кальция и лития, силикаты, технический углерод, неорганическое стекло, порошкообразные

металлы и т.п.; вещества, разлагающиеся при температурах ниже 400-5000 °С с поглощением тепла и обычно с выделением углекислого газа и/или паров воды, аммиака – гидроксиды, карбонаты, гидрокарбонаты металлов, аммонийфосфаты и т.д. Дополнительное тепло при введении наполнителей первой группы тратится только на нагрев наполнителя от начальной температуры до температуры поверхности полимера.

УДК 621.316:629.1

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ЛЮСОВ С.С., ТУХВАТУЛЛИНА Г.Т., МАКСИМОВА Г.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Основным направлением научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте является электрификация железных дорог, позволяющая комплексно решать вопросы повышения эффективности работы транспорта и электроснабжения прилегающих районов. На долю электрифицированных линий, протяженность которых составляет около 50 % от общей протяженности отечественных железных дорог, приходится около 84 % перевозок, выполняемых железнодорожным транспортом.

Наряду с устройствами электроснабжения электрифицированных железных дорог значительное место в комплексе железнодорожного электроснабжения занимают системы и устройства электроснабжения не тяговых потребителей на неэлектрифицированных участках, масштабы сооружения которых возросли в связи с освоением северных районов страны. При этом необходимость электропитания железнодорожных не тяговых потребителей, а также поселков на станциях и разъездах приводит к усложнению схемы питания и росту протяженности гальванически соединенных линий передачи, что вызывает трудности в обеспечении надежного электроснабжения, влияющего на бесперебойную работу транспортного конвейера. При этом также сильно усложняется решение вопроса обеспечения электробезопасности обслуживания устройств электроснабжения.

В настоящее время в эксплуатации находится около 49000 трансформаторных подстанций и 124000 км высоковольтных линий не тягового электроснабжения. В последнее десятилетие проводятся масштабные работы по реконструкции тяговых подстанций, так как

значительная часть из находящихся в эксплуатации подстанций, переменного тока либо выработала свой срок, либо эксплуатируется с морально устаревшим электрооборудованием.

В докладе рассматриваются основные направления работ по созданию и реконструкции тяговых подстанций на железных дорогах, позволяющих комплексно решать вопросы повышения эффективности работы железнодорожного транспорта и электроснабжения прилегающих районов.

УДК 614.8(470)

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

АГЗАМОВ А.А., КАБИРОВ Д.Р., ХАЙБУЛЛИНА Э.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

Развитие человечества, прогресс, расширение и углубление знаний постепенно улучшали качество жизни людей и их возможности. Большое значение в обеспечении высокого (и даже среднего) уровня жизни имеют сложные технические системы, в том числе и транспортные.

Развитие цивилизации привело к возникновению особых условий существования, совокупность которых можно назвать искусственной сферой обитания – техносферой. Появление техносферы потребовало отвлечения части ресурсов человечества на создание технической системы безопасности, предназначенной для обеспечения защиты человека от техногенных факторов. В последние годы доля ресурсов, обеспечивающих безопасность сложных систем, увеличилась настолько, что встал вопрос о целесообразности и достижимости концепции абсолютной безопасности в эксплуатации сложных систем (СС). Поэтому альтернативой не оправдавшей себя концепции абсолютной безопасности (безаварийной эксплуатации) становится концепция приемлемого технического риска, ставшей основой реализации рискованного подхода в управлении сложными системами.

Задача эффективного управления техническим состоянием сложных технических объектов (СТО) всегда стояла достаточно остро. В настоящее время она становится все более актуальной из-за наличия в различных отраслях экономики большого количества СТО с длительными сроками эксплуатации. Так как ресурс таких объектов практически исчерпан, их эксплуатация осуществляется в условиях повышенного риска.

В настоящее время вопросы работоспособности и эффективности сложных систем исследуются, в основном, с применением теории надежности и безопасности. Однако в данных теориях вопросы оценки техногенного риска исследованы недостаточно. Даже в таких критических сравнительно хорошо изученных отраслях техники как железнодорожный транспорт, газо- и нефтепроводный транспорт и транспорт энергии ощущается настоятельная потребность исследования методов оценки риска.

Анализ развития технических систем, созданных за последние полвека, позволяет сделать вывод, что несмотря на бурное формирование таких теоретических направлений как теория систем и кибернетика, и в том числе теории автоматического управления, теории надежности, теории безопасности, для описания поведения сложных систем существующих математических моделей и методов явно недостаточно.

Таким образом, проблема поиска методов оценки риска как количественной характеристики безопасности сложных систем, к которым можно отнести и транспортные системы, продолжает оставаться актуальной.

УДК 621.316

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

НАУМОВ Д.В., МАКАРОВ И.В., ЛУКОЯНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

Повышение эффективности функционирования предприятий городского электрического транспорта (ГЭТ) требует совершенствования организации управления на различных уровнях. Эта задача весьма сложна и не может быть решена без все более полной автоматизации управленческих работ с применением математических методов и средств вычислительной техники.

В процессе выработки управленческого решения неизбежно встают задачи анализа и научного прогнозирования: необходимо знать, как в перспективе определенного срока изменится сам объект управления, каковы тенденции его развития, потенциальные ресурсы системы управления, ожидаемые условия достижения цели, предполагаемый эффект и возможные последствия.

Ограниченность возможностей экспериментального исследования больших систем делает актуальной разработку методики их моделирования,

которая позволила бы в соответствующей форме представить процессы функционирования систем, описать протекание этих процессов с помощью математических моделей, получить результаты экспериментов с моделями по оценкам характеристик исследуемых объектов.

Несмотря на значительный объем исследований, посвященных проблемам автоматизированного управления, их научную разработанность в целом нельзя назвать исчерпывающей. Современные условия хозяйствования, научно-технический прогресс, повсеместная автоматизация производственных процессов постоянно добавляют к существующим вопросам новые их аспекты, требующие научного исследования.

Важное прикладное значение имеют вопросы, связанные с повышением степени адекватности применяемых математических методов и моделей реальным зависимостям и ограничениям, характерным для транспортных систем. Далеко не полностью решены проблемы обеспечения точности результатов математического моделирования, сопряженные с исследованием широкого круга теоретических и практических вопросов, связанных с методами построения моделей и их информационным обеспечением, а также непосредственно с практикой управления большими системами.

Особую важность приобретает создание динамических имитационных моделей как инструмента поддержки стратегических решений, средства формирования поведения системы при различных сочетаниях управляющих воздействий, изменяющихся условиях внешней и внутренней среды.

УДК 621.316

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА СОВРЕМЕННОГО МЕГАПОЛИСА

СОЛОВЬЕВА А.П., МАКАРОВА Е.В., НАУМОВА Т.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

Городской электрический транспорт (ГЭТ) является объектом весьма интенсивных специальных теоретических исследований, в которых наряду с инженерно-техническими знаниями используются знания естественнонаучные и гуманитарные. В обширной отечественной и зарубежной научной и учебно-методической литературе, основанной на результатах этих исследований, ГЭТ представлен как чрезвычайно

сложная технологическая система. В настоящее время в рассмотрении ГЭТ как системы с позиций современных новых научных концепций делаются лишь единичные попытки. Из анализа этих материалов становится очевидной необходимость более глубокого и широкого, вместе с тем – дифференцированного профессионального подхода к определению значимости новых методологических концепций науки для совершенствования специальных транспортных теорий.

В рассмотрении ГЭТ как системы особое внимание привлекает концепция об открытых сложноорганизованных системах, их свойствах самоорганизации и саморазвития. Она создана относительно недавно и признается как новая научная парадигма – система взглядов, принятая мировым научным сообществом. Непосредственную связь с ней имеет эволюционно-генетическая концепция. Она является современной интерпретацией представлений биологии, которые благодаря действию принципов герменевтики (философского обновления понятий-смыслов в меняющихся условиях) наука применяет теперь при рассмотрении процессов развития сложных гуманитарных систем. Такие понятия как естественный отбор, наследственность и изменчивость, применены к процессам развития, например, социально-экономических систем. При этом они использованы не просто как метафора в дидактических целях, а как отражение общих, принципиально единых, закономерностей и механизмов в развитии любых сложноорганизованных систем любой природы. Существует ряд положений, понятий, которые являются производными, глубоко раскрывающими, детализирующими сущность этих концепций.

Построение сложноорганизованной, открытой и саморазвивающейся теоретической системы на базе современных достижений естественнонаучных и гуманитарных знаний, теоретических и технологических достижений в транспортных технологиях представляется делом, требующим коллективных дискурсивных усилий многих специалистов с обсуждением проблемы с разных точек зрения. На начальном этапе этого процесса требуется определить узловые элементы такой системы. Ими могут быть три теоретические концепции транспорта, органически связанные между собой: 1) о внутренней организации транспортной системы, 2) о транспорте как системе, являющейся элементом, частью организации более высокого порядка в иерархии систем, и 3) об эволюции – самоорганизации и саморазвитии систем.

Глубина и сложность рассматриваемой научно-технической проблемы с возможными негативными последствиями для общественного развития ставит проблему осмысления подхода к организации системы

городского электрического транспорта современного мегаполиса с позиций современных достижений науки и техники, а также формирования в обществе объективного и позитивного отношения к общественному электротранспорту, на уровень высокой актуальности.

УДК 621.311

ДИАГНОСТИКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

ХУСНУТДИНОВ А.Н., ЗАХАРОВ П.П., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ГАТИЯТОВ И.З.

Доля электрического транспорта в инфраструктуре городской дорожной среды ежегодно увеличивается. Мировые автопроизводители и предприятия транспортной отрасли с каждым годом представляют все более экологичные и энергоэффективные транспортные средства. Основным источником энергии для современного типа электрического транспорта является электрический ток, либо вырабатываемый на борту электротранспорта, либо аккумулируемый на специальных зарядных станциях в аккумуляторных батареях.

Стоимость аккумуляторной батареи для электромобиля составляет порядка 40 % от стоимости самого транспортного средства. И поэтому важнейшим аспектом в эксплуатации электрического транспорта с автономным ходом является контроль параметров аккумуляторной батареи, а также диагностирование и прогнозирование ее состояния.

Энергоемкость аккумуляторной батареи оказывает значительное влияние на дальность хода транспортного средства, минимальное время заряда батареи на специальной зарядной станции, использование устройств транспортного средства, обеспечивающих комфортные условия для пассажиров.

Поэтому согласно эксплуатационным требованиям аккумуляторных батарей возникает объективная необходимость контроля их состояния. В свою очередь, обслуживание и оперативный контроль состояния аккумуляторных батарей затруднены ввиду особенностей компоновки на борту транспортного средства.

Таким образом, снижение трудоемкости и влияния человеческого фактора при эксплуатации аккумуляторных батарей представляется важной задачей, которая может быть решена созданием автоматизированной системы контроля и диагностики.

УДК 543.423

БЕЗДЕМОНТАЖНАЯ ДИАГНОСТИКА СЛОЖНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ФИЛИНА О.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЯРОСЛАВЦЕВ Ю.А.

В нашей стране принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта двигателей, регламентированная «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава электрического транспорта», которая представляет собой совокупность средств, нормативно-технической документации и исполнителей, необходимых для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава. Данной системой предусматривается обеспечение работоспособного состояния подвижного состава электрического транспорта путем проведения планово-предупредительных работ по его техническому обслуживанию и ремонту. Планово-предупредительный характер системы технического обслуживания и ремонта определяется плановым и принудительным (через установленные пробеги или промежутки времени работы подвижного состава) выполнением контрольно-диагностических операций с последующим выполнением по потребности необходимых работ.

Ожидаемые результаты инновационного продвижения моего комплекса заключается в использовании средств трибодиагностики для оценки работоспособности деталей, изготовленных из черных (ферромагнитных) и цветных металлов и сплавов (парамагнитных) по анализу смазочного масла, что позволяет:

1. Максимально использовать ресурс работы, проводя ремонты не по регламенту, а по фактическому состоянию оборудования.
2. Предупреждать аварийные ситуации.
3. В любой момент времени иметь информацию о техническом состоянии узлов трения без остановки механизма и разборки узлов трения.
4. Оценивать смазочную способность масел и своевременно назначать сроки замены масла в системе смазки.
5. Повысить качество и культуру обслуживания.

УДК 621.314; 621.316

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КСЕНОНОВЫХ ЛАМП С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ДЛЯ ЛОБОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

АХМЕТОВ Ф.Н., КАРАМОВ А.Ф., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Важнейшим фактором обеспечения безопасности движения в темное время суток является хорошая освещенность проезжей части перед автомобилем. На сегодняшний день применяющиеся в автомобилях системы лобового освещения не достаточно совершенны, и имеют массу недостатков. Разработанная мною система лобового освещения легкового автомобиля основана на применении ксеноновых ламп с новым волоконно-оптическим преобразователем. Преимущества ксеноновых ламп:

- обладает максимально приближенным к солнечному свету спектром излучения, обеспечивая наиболее естественное освещение;
- срок службы не менее 5000 часов, когда у галогенной всего 1000 часов (отсутствие нити накала);
- выше яркость и дальность свечения.

Однако применение таких ламп вызывает дополнительные технические трудности. Так, если для поддержания электрической дуги достаточно напряжения около 100 В, то для ее образования (розжига) требуется значительно более высокое напряжение – порядка 6–12 кВ. То есть ксеноновые лампы требуют пуско-регулирующую аппаратуру.

Вместо стандартной лампы использована тороидальная лампа, что позволяет получить большую светоотдачу (на 10–15 %).

Вместо сложных параболических отражателей использован волоконно-оптический трансформатор, входные торцы которого согласуются с лампой, а выходные уложены таким образом, чтобы обеспечить требуемое освещение дорожного полотна. Также он позволяет разместить лампу не в самой фаре, а в двигательном отсеке, благодаря чему при аварии лампа остается целой.

В целях устранения возможного ослепления водителя встречного автомобиля при резком изменении рельефа дороги (при спусках и подъемах более) используется автокорректор фар, который автоматически регулирует угловое положение выходных торцов волоконно-оптического трансформатора.

Вместо 2 ламп (ближний и дальний свет) используется одна лампа, которая работает в 3 режимах (min, 0,5max, max), благодаря широтно-импульсному преобразователю.

УДК 621.314; 621.316

УПРАВЛЕНИЕ МОМЕНТОМ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ТРОЛЛЕЙБУСА

АХМЕТЗЯНОВА И.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Силовые преобразователи асинхронного двигателя с квазисинусоидальным входным напряжением, т.е. осуществляющие одноступенчатую аппроксимацию синусоидального напряжения, применяются, когда требуется стабилизация действующего значения выходного переменного напряжения при нежестких требованиях к его коэффициенту гармоник. Такой способ формирования тока в обмотках двигателя по сравнению с методами широтно-импульсной модуляции (ШИМ) позволяет существенно снизить стоимость электропривода троллейбуса, упростить систему управления, повысить КПД за счет отсутствия динамических потерь в ключах силового преобразователя, работающих на высокой частоте.

Асинхронные двигатели (АД) требуют достаточно высоких коэффициентов кратности по пусковому k_s и максимальному k_m моментам. В типовых применениях, в зависимости от конкретного исполнения, $k_s = (1 \dots, 5)$ и $k_m = (2 \dots 3, 5)$. АД не обладают столь высокой перегрузочной способностью и пусковыми свойствами. Это достигается увеличением мощности АД и настройкой параметров преобразователя частоты. К таким параметрам относятся: функция компенсации момента, частотная характеристика, время разгона и торможения. Функция компенсации момента позволяет увеличить выходной момент при старте и работе АД на низких скоростях. Т.е. осуществляется корректировка напряжения силового преобразователя в соответствии с устанавливаемым коэффициентом компенсации.

Силовой преобразователь является источником широкого спектра гармоник, чрезмерная величина которых приводит к искажению формы огибающей напряжения асинхронного двигателя, что в свою очередь вызывает дополнительное выделение тепла и может привести к сбоям в работе силового преобразователя.

УДК621.314.54

АСИНХРОННЫЙ ВЕНТИЛЬНЫЙ КАСКАД С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

ГАЛИМОВ А.Р., ЛИТВИНЧУК А.П., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЫСКИН А.В.

Для аккумуляторных автономных систем электроснабжения актуальна проблема снижения массы и количества аккумуляторов. Во многих известных системах требуется большое число аккумуляторов, т.к. напряжение одного аккумулятора относительно низкое. Проблема энергоресурсосбережения подобных систем даже более актуальна, чем для систем энергоснабжения общепромышленного назначения.

Для снижения напряжения первичного источника питания автономных объектов предлагается применить асинхронно-вентильный каскад (АВК), разработанный при участии авторов с улучшенной рекуперацией энергии на постоянном токе. В этом АВК применен асинхронный двигатель с фазным ротором, питание на который подается со стороны обмоток ротора. В последовательную цепь АВК входит инвертор напряжения, с которого подается питание на обмотки ротора; напряжение с обмоток статора подается через выпрямитель на реверсор, соединенный с аккумуляторной батареей и с входным инвертором напряжения. В двигательном режиме напряжение АБ складывается с выпрямленным напряжением статора АДФР и поступает на питание инвертора, а в режиме торможения напряжение рекуперации с возвратных диодов инвертора складывается с выпрямленным напряжением статора АДФР и поступает на заряд АБ. Изменение полярности выпрямленного напряжения статора АДФР обеспечивается реверсором. В отличие от известных технических решений схема АВК в нашем случае является обратимой, т.е. обмотки ротора подключаются к инвертору, а обмотки статора также через выпрямитель к инвертору и аккумуляторной батарее. Это приведет к некоторому увеличению напряжения аккумуляторной батареи за счет не только коэффициента трансформации двигателя, но и за счет того, что токи рекуперативных диодов инвертора также будут подзаряжать аккумуляторную батарею. Система управления инвертора предусматривает частотное управление. Предлагаемая схема АВК, в отличие от традиционных систем, имеет меньшее потребление

реактивного тока, что весьма перспективно для систем электроприводов. При этом включение компенсатора реактивной мощности активного или, в крайнем случае, пассивного типа улучшает характеристики АВК.

Подобное устройство может быть использовано в электроприводах автономных систем электроснабжения и позволит уменьшить количество аккумуляторных батарей, т.е. массогабаритные показатели всего устройства.

УДК 629.1

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМЫ БЛОКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РЕВЕРСИВНОГО ДАТЧИКА СКОРОСТИ

ИШМУХАМЕТОВА Р.А., САЛИХОВ А.Р., КАЗАКОВА Р.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Существующая схема связи индуктивных датчиков скорости с усилительно-преобразовательным устройством, применяемая на подвижном составе метрополитена, имеет ряд недостатков, а именно жесткая привязка к одному типу индуктивного датчика, большой разброс параметров датчиков одного типа и устаревшая элементная база.

Предлагается модернизация схемы преобразователя реверсивного датчика скорости за счет применения нового схемотехнического решения, с применением современной элементной базы, что позволяет автоматически подстраиваться к разбросу параметров датчиков, а также не привязываться к одному типу индуктивного датчика.

В модернизированной схеме использован интегральный микроконтроллер PIC18F4550, содержащий программно-управляемые операционные усилители и логический блок. С помощью встроенных операционных усилителей происходит подключение к входной аналоговой части схемы различных датчиков скорости (чувствительных элементов): индуктивных и работающих на эффекте Холла. Для питания аналоговой части и микроконтроллера применяется изолированный DC-DC преобразователь, сигнал с выхода которого дополнительно фильтруется фильтром нижних частот второго порядка.

С помощью микроконтроллера PIC18F4550 также возможно управление внешним графическим индикатором через последовательный интерфейс.

УДК 697.34

КОМПЕНСАТОР РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРА-СТАБИЛИЗАТОРА

ДАВЛЕТОВ И.М., КУРБАНГАЛЕЕВ Р.А., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЫСКИН А.В.

Надежная работа современного электрооборудования, применяемого в различных сферах человеческой деятельности, и выполнение возложенных на него функций зависят от качества электроэнергии.

Проблема улучшения качества электроэнергии приобретает все большее значение вместе с широким внедрением силовых электронных преобразователей, цифровых и микропроцессорных систем управления. Причиной этого является импульсный характер процессов преобразования электроэнергии посредством ключевых элементов. В связи с этим разработка фильтра-стабилизатора переменного напряжения является актуальной задачей.

В настоящее время разработаны статические компенсаторы реактивной мощности (КРМ), построенные на основе полупроводниковых преобразователей и накопительных элементов емкостного или индуктивного типа. Статическим компенсаторам с емкостным накопителем для безопасной работы требуется регулятор тока или ограничитель тока коммутации, что совершенно не нужно КРМ с индуктивным накопителем, которому в свою очередь требуются меры по ограничению коммутационных перенапряжений.

Предлагаемый регулируемый компенсатор реактивной мощности построен на основе мостового конвертора на IGBT-транзисторах с источником реактивной мощности в виде реактора. При работе предлагаемого компенсатора при переключении соответствующих силовых транзисторов конвертора начинается управляемый энергообмен между сетью и реактором. Режим работы и основные характеристики данного преобразователя определяются алгоритмом переключения вентиляей.

В целях выявления особенностей работы данного компенсатора было проведено имитационное моделирование при участии авторов. Моделирование показало, что значение индуктивности дросселя в меньшей степени влияет на величину генерируемой реактивной мощности по сравнению с активным сопротивлением цепи в определенном диапазоне несущей частоты, амплитуда пульсации тока обратно пропорциональна индуктивности (при больших значениях форма тока в фазах приближается к

прямоугольной, а ток дросселя является практически синусоидальным, т.е. не имеет пульсаций). Таким образом результаты моделирования позволяют сделать вывод о том, что предлагаемый фильтр-стабилизатор может успешно применяться в устройствах высоковольтных источников электропитания.

УДК 621.314

ИССЛЕДОВАНИЕ МАЛОМОЩНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

АНТИПАНОВА И.С, ЗИНИНА Е.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

Рассматривается работа по исследованию маломощных трансформаторов; связь между индуктивностями первичной и вторичной обмоток, влияние на изменение коэффициента трансформации.

Трансформаторы получили самое широкое применение во всех странах мира. Они считаются самыми надежными и имеющими наибольший КПД в сравнении с другими электрическими машинами. Вместе с тем, известно немало аварийных случаев в их работе, которые не нашли достаточно убедительных объяснений, что и послужило основанием для проведения таких работ.

В процессе экспериментальных исследований преследовались цели:

- каким образом при постоянном значении угловой частоты индуктивности обмоток связаны с токами, протекающими по ним.

- что означает индуктивность (L) обмотки, измеренная в статическом режиме с помощью LC-метра;

- какая связь между индуктивностями первичной и вторичной обмоток при включении последней на активную нагрузку?

- существуют ли какие-то ограничения назначения индуктивности обмоток?

- что оказывает влияние на изменение коэффициента трансформации?

В процессе эксперимента параллельно вторичной обмотки при напряжениях 100, 160 и 220 В подключались активные нагрузки R .

УДК 621.316:629.1

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ОТ ПОСТОЯННОГО К ПЕРЕМЕННОМУ ТОКУ

САВЕЛЬЕВ А.А., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Современные линии с большим объемом движения, электрифицированные на постоянном токе, имеют секционированную контактную сеть, рассчитанную на большие токи нагрузки и способную работать в режиме двухстороннего питания межподстанционных зон. Перевод таких линий на переменный ток приводит к скачкам мощности, неизбежным при наборе скорости, которая необходима поезду для прохождения на выбеге нейтральных вставок системы секционирования.

Сравнение подвижного состава показывает, что современные локомотивы и электропоезда постоянного тока в большей степени склонны к отключениям и отказам, чем машины переменного тока. Несмотря на повышенные затраты, направленные на увеличение мощности подвижного состава, последний способен развивать максимальную скорость, зависящую от параметров системы тягового электроснабжения, но в любом случае совершенно недостаточную для современного высокоскоростного движения.

При переходе с постоянного тока на переменный необходимо, чтобы условия эксплуатации и состояние устройств, как на железной дороге, так и в трехфазной сети первичного электроснабжения, удовлетворяли все требования ПУЭ.

Потери энергии при передаче ее по контактной сети снижают энергоэффективность электрифицированных железных дорог. При схеме двухстороннего питания величина потерь остается в пределах допуска даже при расстоянии между подстанциями, которое больше стандартного в 1,5 раза. Ситуация с энергоэффективностью ухудшается, если трехфазная система не в состоянии принимать рекуперируемую энергию. При схеме одностороннего питания линии, электрифицированной на переменном токе, негативное электромагнитное воздействие проявляется в наибольшей степени, так как тяговые токи действуют в полной мере на всем протяжении от тяговой подстанции до поста секционирования.

Для снижения влияния этих факторов на систему электроснабжения рекомендуется использовать двухсторонне питание, так как тяговый ток в этом случае распределяется по ходу движения между двумя подстанциями, благодаря чему уменьшается влияние электромагнитного поля.

УДК 62-83: 621.317:621.314

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД С НЕЧЕТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ

ШУРТАЕВА О.К., КУСЯПОВА Э.С., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. УРАЗБАХТИНА Н.Г.

Технические требования к современным электроприводам предусматривают их повышенное быстродействие, точность и способность к быстрой адаптации при изменении режимов работы, внешних условий и параметров самого электропривода. В большинстве частотно-регулируемых электроприводов переменного тока для управления током статора двигателя используются преобразователи частоты или автономные инверторы, напряжение которых изменяется по тем или иным законам.

Системы управления, разработанные на более совершенных законах, как правило, имеют сложную структуру, состоящую из многочисленных замкнутых контуров, имеющих обратные связи, дополнительные регуляторы. Если добавить регулятор автономного инвертора, то система будет обладать излишней сложностью не только для монтажников и настройщиков, но и для эксплуатационников. Большое количество замкнутых контуров регулирования способно привести к неустойчивости всей системы управления электроприводом в целом, кроме того, подобные системы имеют низкие показатели точности и качества регулирования при изменении конструктивных параметров двигателя или внешних условий.

Характеристики регуляторов, построенных на базе нечеткой логики, имеют более высокие показатели качества переходных процессов по сравнению с классическими регуляторами. Кроме того, можно выполнить оптимизацию многоконтурных систем без проведения всесторонних математических исследований. В связи с этим разработка асинхронного электропривода с нечетким регулятором, отрабатывающим изменения как внутренних, так и внешних факторов, влияющих на выходные параметры привода при сохранении устойчивости, точности и качества регулирования частоты вращения и момента на валу является не только оправданным, но и вполне актуальным. При работе в нечеткий регулятор в качестве исходных данных поступают всего два сигнала – сигнал с датчика частоты вращения ротора асинхронного двигателя и датчика момента на валу асинхронного двигателя. Это позволяет построить нечеткий регулятор с минимальным количеством вычислительных операций, достаточных для

того, чтобы поддерживать систему электропривода в устойчивом состоянии. Предварительная настройка и обучение нечеткого регулятора состоит в определении добавочного напряжения ΔU . Это добавочное напряжение предназначено для компенсации негативного влияния перечисленных возмущающих факторов на асинхронный двигатель и поддержания его частоты вращения на заданном уровне.

УДК 629.3

УНИФИКАЦИЯ УЗЛОВ ГИБРИДА И ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

САЛИХОВ А.Р., КАЗАКОВА Р.В., ИШМУХАМЕТОВА Р.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук, канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Современная тенденция построения электромобилей сводится в максимальном приближении и унификации устройств электро и автомобиля. Это позволяет предельно упростить и уменьшить массу силового агрегата транспортного средства, увеличить его КПД и эффективность рекуперации энергии, а также сделать возможным использование существующих шасси автомобилей и автобусов для установки силовых агрегатов электромобилей и электробусов. Последнее обстоятельство должно существенно удешевить машины, в максимальной степени унифицировать их производство с возможностью оперативно менять соотношение количества машин различных типов и программу их выпуска. Кроме того, транспортное средство может быть оснащено как источником механической энергии (обычным или гибридным тепловым двигателем), так и электрической (топливные элементы с супермаховиком), с установкой заменяемых агрегатов в том же двигательном отсеке при полном сохранении всей трансмиссии. Такая трансмиссия должна быть рассчитана на перспективу и включать уже не ступенчатую, а бесступенчатую коробку передач. Такие коробки передач уже достаточно широко выпускаются на основе ременных вариаторов с различными типами ремней («тянущих» и «толкающих»), и используются на ведущих мировых автомобильных фирмах.

УДК 629.3

СХЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА С ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЭД

КАЗАКОВА Р.В., САЛИХОВ А.Р., ИШМУХАМЕТОВА Р.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Обмотки ТЭД ЭПС работают в жестких температурных режимах. Резкое повышение температуры обмоток двигателя, особенно при частых пусках, вызывает преждевременное старение его изоляции. Поэтому современные асинхронные тяговые двигатели предусматривают установку температурных датчиков для контроля температуры обмоток. В качестве датчиков применяют термисторы.

Предложена аналого-цифровая схема обработки сигналов с датчиков температуры. Аналоговая часть связывается с цифровой частью через гальваническую развязку, выдерживающую 4 кВ переменного напряжения в соответствии с требованиями ГОСТ-50267 по электробезопасности. Для питания аналоговой части применяется DC-DC преобразователь с фильтром нижних частот второго порядка. Для подавления помех, вызванных гармониками DC-DC – преобразователя применяются керамические конденсаторы из диэлектрика X7R и NP0, которые «работают» до частот единиц мегагерц. Данные конденсаторы обычно имеют малые емкости, материал NP0 позволяет работать таким конденсаторам в высокочастотной области и гасить электромагнитные и радиочастотные помехи.

Цифровая часть представлена в основном микроконтроллером, передающим данные управляющему компьютеру через последовательный интерфейс. Микроконтроллер также управляет электронным ключом, включающий аналоговую часть. При включении схемы возможен сильный бросок тока из-за повышенного потребления, связанного с зарядкой всех емкостей и выходом схем в рабочий режим. Такой бросок может привести к некорректной инициализации интерфейса, поэтому для уменьшения этого эффекта разделяется последовательность включения основных токопотребляющих элементов в аналоговой части.

УДК 621.311

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

ЗАХАРОВ П.П., ХУСНУТДИНОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАТИЯТОВ И.З.

Аккумуляторы относятся к химическим источникам тока. Принцип действия основан на окислительно-восстановительных процессах, которые происходят в электролите между активными веществами.

Свойства почти любой аккумуляторной батареи существенно ухудшаются при минусовых температурах. Для электромобиля, который может полагаться на них как на единственный источник энергии, это особенно важно.

Проведенные тесты показали, что при температуре окружающего воздуха – 5 °С электромобиль способен преодолеть без дополнительной подзарядки лишь половину дистанции, которую он преодолевает при положительной температуре.

Основной преградой на пути электромобиля при отрицательных температурах является снижающаяся емкость аккумуляторов.

Также при низких температурах резко ухудшаются условия заряда аккумуляторных батарей. Холодные аккумуляторные батареи постоянно недозаряжаются. Даже при температуре – 10 °С батарея, разряженная на 50 %, может быть заряжена до 60–70 % номинальной емкости, не говоря уже о более низких температурах.

Были проведены замеры на аккумуляторе автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Результаты замеров показали, что при длительной стоянке на улице при температуре ниже – 5 °С напряжение разомкнутой цепи отличается от требуемых характеристик на 20 %.

Для повышения эффективности использования электромобилей и электрического транспорта с автономным ходом при отрицательных температурах окружающей среды предлагается система подогрева источника тока.

УДК 629.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ РТ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОНОМНЫХ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

ЗИНИНА Е.В., АНТИПАНОВА И.С., ЧЕКАЕВА М.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

Быстрый рост стоимости углеводородного сырья на фоне стремительного ухудшения экологической ситуации в мире определяет всевозрастающий интерес к автомобилям, использующим для движения электрическую энергию – электромобилям. В силу ряда технических особенностей наиболее широкое распространение получили электромобили с аккумуляторными батареями. В настоящее время производятся широкий спектр таких электромобилей: от электроскутеров до больших промышленных бульдозеров и сельскохозяйственной техники.

В тоже время существует ряд существенных проблем, препятствующих быстрому и повсеместному развитию производства электромобилей на аккумуляторных батареях:

- мощность, вырабатываемая всеми современными электростанциями, значительно меньше, чем мощность всех современных автомобилей, т.е. вырабатываемой энергии не хватит на одновременную зарядку очень большого количества электромобилей;
- при массовом использовании электромобилей в момент их зарядки от бытовой сети возрастают перегрузки электрических сетей «последней мили», что чревато снижением качества энергоснабжения и риском локальных аварий сети.

В настоящее время ведутся активные поиски дополнительных источников электрической энергии и способов организации зарядной инфраструктуры электромобилей. При этом все внимание обращено к альтернативной энергетике и в частности к малой гидроэнергетике.

Исследования показывают, что технический потенциал малых водотоков в Республике Татарстан оценивается по средней мощности в 144,3 МВт и по среднегодовой выработке электроэнергии в 1,264 млрд Вт·час.

Безусловно, преждевременно говорить о решении проблемы заряда индивидуальных электромобилей современных мегаполисов, но это может стать оптимальным решением для сельскохозяйственной и промышленной техники на базе аккумуляторных электромобилей.

УДК 621.313

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

ГАББАСОВ М.Ф., МОИСЕЕВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. САМИГУЛЛИНА Р.Х.

Реактивная энергия, необходимая для работы электромагнитных систем электрических машин, должна вырабатываться в местах ее потребления, а не передаваться по сетям, перегружая их. Установки компенсации реактивной мощности решают эту задачу.

Большинство потребителей электроэнергии представляют собой электрические машины, в которых переменный магнитный поток связан с обмотками. Реактивная энергия требуется для намагничивания обмоток электрических машин. Вследствие этого в обмотках при протекании переменного тока индуктируются реактивные э.д.с., обуславливающие сдвиг по фазе φ между напряжением и током. Этот сдвиг по фазе обычно увеличивается, а $\cos\varphi$ уменьшается при малой нагрузке.

Потребление реактивной мощности от энергоснабжающей организации нецелесообразно, так как приводит к увеличению мощности генераторов, трансформаторов, сечения подводных кабелей (снижение пропускной способности), а также повышению активных потерь и падению напряжения (из-за увеличения реактивной составляющей тока питающей сети). Поэтому реактивную мощность необходимо получать (генерировать) непосредственно у потребителя. Эту функцию выполняют установки компенсации реактивной мощности, основными элементами которых являются конденсаторы.

Правильная компенсация реактивной мощности позволяет: снизить общие расходы на электроэнергию, уменьшить нагрузку элементов распределительной сети, тем самым продлевая их срок службы, снизить тепловые потери тока и расходы на электроэнергию, снизить влияние высших гармоник, подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз, добиться большей надежности и экономичности распределительных сетей.

Использование конденсаторных установок для компенсации реактивной мощности позволяет: разгрузить питающие линии электропередачи, трансформаторы и распределительные устройства, подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз, сделать распределительные сети более надежными и экономичными.

УДК 629 (470.41)

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ
БАНДАЖЕЙ КОЛЁСНЫХ ПАР ПО ТОЛЩИНЕ
(ЭЛЕКТРОПОЕЗД ЭР9Е ДЕПО КАЗАНЬ)**

ЧЕКАЕВА М.А., ЗИНИНА Е.В., КГЭУ, г. Казань
Научн. рук. канд. техн. наук, доц. СТЕПАНОВ Е.Л.;
канд. техн. наук, доц. КИСНЕЕВА Л.Н.

Расхождение потерь мощности тяговых электродвигателей более чем в 2 раза превышает расхождение токов. Это приводит к повышенному нагреву обмоток отдельных машин и снижает долговечность их изоляции.

На работу тяговых электрических машин влияют нестабильность подводимого напряжения, окружающих температур и влажность, неравномерность распределения охлаждающего воздуха и др.

Кроме рассмотренных возмущений и нестабильностей, на работу тяговых электрических машин влияют расхождение диаметра бандажей колесных пар.

На основании контролируемых параметров электропоездов ЭР9Е и ЭД9М локомотивного депо Казань проката и толщины бандажей колесных пар, проведен расчет числовых характеристик и осуществлен выбор закона распределения. Толщина бандажа, прокат бандажа колесных пар хорошо описывается нормальным законом распределения.

При изменении диаметра колесной пары в сторону уменьшения скорость движения электропоезда уменьшается при одних и тех же значениях передаточного отношения и напряжения в контактной сети. С изменением диаметра увеличивается сила тяги на ободу колеса. Увеличивается время хода электропоезда между остановками из-за уменьшения скорости и ухудшается использование мощности тяговых электродвигателей.

Как известно, расход электроэнергии связан не только с пуском и торможением МВПС, но с режимом ведения поезда. Оценить расход электроэнергии при тяге различными электропоездами на определенных направлениях необходимо с учетом усредненных значений диаметров бандажей колесных пар, находящихся в эксплуатации.

УДК 621.314.

СИСТЕМА РЕЛЕЙНО-ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

ХОМУТОВ А.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Совершенствование электроприводов (ЭП) можно развивать в двух направлениях. Первое – это использование перспективных технологий в области построения преобразовательной техники. Второе направление – это создание программного обеспечения.

В работе рассматривается система управления силового преобразователя ЭП исключительно «интеллектуальная» и имеет в своем составе автономные:

- подсистемы многофункциональной внешней индикации режимов работы;
- подсистемы связи с бортовыми ЭВМ;
- подсистемы встроенного контроля тока и диагностики силовых ключей;
- подсистемы статистического учета параметров и режимов работы ЭП.

Для шумопонижения модуляции частоты переключения ключей разработан блок фильтрации. Основными требованиями к блоку фильтрации являются максимальное подавление высокочастотных пульсаций в области заграждения фильтра, минимальные фазовые искажения в области рабочих частот ЭП, простота алгоритма реализации фильтра. Требование к минимизации фазовых искажений может быть заменено требованием к линейности фазо-частотной характеристики, что позволяет существенно упростить задачу коррекции фазовых искажений сигналов на выходе фильтра. Кроме алгоритмов фильтрации были исследованы различные алгоритмы усреднения мгновенных напряжений на определенных интервалах дискретности. Сложностью такого подхода в условиях нежесткого закона коммутации, формируемого в релейном контуре тока, является отсутствие строго определенного понятия периода модуляции и, как следствие, наличие неопределенности в выборе периода усреднения напряжения. Одним из эффективных вариантов реализации блока фильтрации является цифровой активный фильтр низких частот 2-го порядка.

Реализованная система релейно-векторного управления на основе слежения в скользящем режиме за мгновенными значениями токовых

ошибок и формирования энергетически эффективных алгоритмов управления обеспечивает большой потенциал для получения высоких динамических показателей ЭП в целом.

УДК 621.314.

СИЛОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С СИММЕТРИЧНЫМ ЗАКОНОМ УПРАВЛЕНИЯ

ХОМУТОВ А.А., АХМЕТЗЯНОВА И.Р., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Полностью управляемые ключи на IGBT транзисторах или запираемых тиристорах вместе с быстродействующими датчиками тока позволили практически безынерционно, если сравнивать со скоростью регулирования других величин в силовом преобразователе, управлять значением и знаком или амплитудой и частотой тока нагрузки электропривода (ЭП).

Пределно достижимые динамические характеристики ЭП с учетом заданных физических ограничений его энергетического канала можно получить только в системах с релейными принципами управления, так как именно они позволяют максимально использовать имеющийся в системе ресурс управления. Системы управления с жестким симметричным законом векторного формирования алгоритма управления допускают оптимизацию энергетических показателей ЭП по критерию минимизации дополнительных потерь и, вместе с тем, накладывают ограничения на динамические свойства ЭП, даже при условии применения наиболее эффективных с точки зрения быстродействия ЭП векторных принципов управления переменными. Для таких систем быстродействие определяется периодом модуляции силовых ключей ЭП. Чтобы получить полосу пропускания контура скорости 100÷420 Гц, частоту модуляции желательно иметь не менее 30 кГц. На таких частотах существенно возрастают коммутационные потери ЭП, заметно проявляются проблемы, связанные с коммутационными задержками силовых ключей и влиянием «мертвой» зоны между коммутациями верхнего и нижнего ключей фазы ЭП.

В работе рассматривается аналого-цифровая реализация релейно-векторной системы управления ЭП со встроенным формирователем энергетически эффективных алгоритмов управления силовыми ключами.

УДК 621.33:656.1/.2.001.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО ЗНАЧЕНИЯМ ИХ КПД

ЛЕ С. Х., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТУЛУПОВ В.Д.

Асинхронные электрические машины (АТМ) по сравнению с тяговыми машинами постоянного тока (ТМ ПТ) при равных мощности и частоте вращения имеют меньший КПД. Это обосновывается рядом их особенностей, а именно низким коэффициентом мощности. В подтверждение этого приведем данные, полученные в нашем проекте, данные из расчетов Солдатенко Д.А. [1] и других источников. Опираясь на все данные, можно сделать первоначальные выводы о том, что КПД АТМ не больше, чем КПД ТМ ПТ, и для АТМ значения КПД будут снижаться со значением мощности.

Применение асинхронных тяговых машин оправдано лишь при мощности привода более 430 кВт и использовании для его питания источника синусоидального напряжения. Только в этом случае КПД АТМ к ТМ ПТ будет на 2 % выше, что увеличит силу тяги примерно на 3 % при движении электроподвижного состава со скоростью в интервале от 20 до 40 км/ч.

Оценка эффективности тяговых машин по значениям их КПД на номинальных режимах работы показала, что при мощности привода до 300 кВт, ТМ ПТ эффективнее АТМ, так как имеет более высокие значения КПД.

АТМ плохо охлаждаются из-за малого зазора ($\delta < 2\text{мм}$), что говорит о необходимости использовать вентиляторы большей мощности. Потребление энергии вентиляторами такой мощности, как известно, в процентном отношении значительно выше процентного значения их мощности в общей мощности ЭПС в номинальном режиме. Можно без ошибки предположить увеличение расхода энергии подвижным составом с АТМ в среднем на 10 %. Следовательно, применение асинхронных тяговых электроприводов небольшой мощности нецелесообразно.

Литература

1. Солдатенко Д.А. Разработка методов выбора параметров тяговых приводов тепловозов по уровню энергетической эффективности. Дисс. канд. техн. наук. – М., 2008.

УДК 621.33:656.1/2.001.2

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫМ ПРИВОДОМ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

МАМАТОВ А.И., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СЛЕПЦОВ М.А.

Актуальность работы состоит в том, что на сегодняшний день во всем мире очень большое внимание уделяется технологиям в развитии тягового электропривода для замены двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с целью улучшения экологической обстановки в мегаполисах.

Проведенное исследование включает в себя две большие темы по управлению движением электромобиля и управлению непосредственно вентильно-индукторной машиной (ВИМ). Приведенные исследования по использованию раздельного управления колесами заднего моста позволили отказаться от конструкции механического дифференциала и обеспечить плавный старт на подъемах без отката назад. Привычные системы безопасности и помощи водителю традиционных автомобилей рассматриваются с позиций управления тяговым электроприводом. При этом также решается проблема пульсаций электромагнитного момента средствами управления током смежных фаз ВИМ. Целью работы является исследование и разработка алгоритмов системы управления тяговым вентильно-индукторным приводом (ВИП) колесного транспортного средства.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Разработка структурной схемы тягового электропривода;
2. Проведение тяговых расчетов;
3. Разработка имитационной модели колесного транспортного средства;
4. Разработка алгоритмов системы управления верхнего уровня;
5. Разработка имитационной модели ВИП;
6. Разработка алгоритмов системы управления нижнего уровня.

С применением инструментов имитационного моделирования проведено исследование и синтез алгоритмов управления ВИП, анализ процесса электромеханического преобразования в ВИМ. На основе анализа полученных результатов проведен обзор инструментов для практической реализации полученных алгоритмов системы управления. Для принятой компоновки тягового привода проведены тяговые расчеты транспортного средства, расчет магнитных потерь в ВИМ.

УДК 621.33:656.1/.2.001.2

ВЫБОР ДИОДОВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ В СХЕМЕ ДВЕНАДЦАТИПУЛЬСОВОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ДЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

НГУЕН Ч.Л., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ОСИПОВ В.Е.

В настоящее время в полупроводниковых преобразователях постоянного и переменного тока большой мощности широкое распространение получили мостовые двенадцатипульсовые схемы выпрямления, которые позволяют повысить жесткость внешней характеристики, улучшить качество выпрямленного напряжения, повысить КПД. Двенадцатипульсовые выпрямители выполняются на базе трехобмоточных трехфазных трансформаторов с соединением вторичных обмоток в звезду и треугольник, выходы которых подключаются к неуправляемым или управляемым выпрямителям, имеющим одинаковые линейные напряжения.

Критерием выбора диода является максимально возможный запас по номинальному току для обеспечения более устойчивой и надежной работы в аварийных и не стабильных режимах. В данной работе были проведены расчеты для сравнений восьми видов диода: SD2500C25K, W2624NC250, W2958NC280, W5092Z350, D2200N, R9G0, AR3004, AR2004LT при номинальном токе выпрямителя $I_H = 1600$ А, номинальном напряжении выпрямителя $U_H = 825$ В и температуре окружающей среды $T = 40$ град/С. По результатам расчета и сравнения можно рекомендовать для использования в выпрямительных установках метрополитена диоды типа AR3004 фирмы Ansaldo, так как он имеет наибольший запас по температуре перехода и высокий КПД.

Для двенадцатипульсового выпрямителя трансформатор должен иметь две вентильные обмотки: одну, соединенную звездой, а другую – треугольником. Они обеспечат сдвиг векторов линейных напряжений в 30° . По полученным значениям расчета был выбран трансформатор ТРСЗП 1600/20 МУЗ производства ЗАО «НПП ЭНЕРГИЯ» для двенадцатипульсового выпрямителя метрополитена.

УДК 621.332.33

ЗАЩИТА ТЯГОВЫХ СЕТЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА ОТ МАЛЫХ ТОКОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

СМОЛЬКИН В.В., МЭИ, г. Москва

В условиях постоянно возрастающих объемов пассажирских и грузоперевозок на электрическом транспорте (ЭТ) наиболее остро встают вопросы защиты тяговых сетей (ТС) постоянного тока от малых токов удаленных коротких замыканий (КЗ) и других аварийных режимов, к которым максимально-токовая защита линии остается нечувствительной. Огромное количество исследований, проводимых в этой области, направлено на совершенствование методик расчета уставок срабатывания существующих типов защит. Предлагаемые методы позволяют повысить селективность и надежность работы защиты, однако не решают проблему в корне: процент отказов и ложных срабатываний остается на довольно высоком уровне. Данная проблема рассматривается главным образом в разрезе ТС железных дорог, и почти не уделяется внимания этой теме в области городского ЭТ, хотя вопросы защиты ТС трамвая и троллейбуса являются актуальными. В условиях движения в плотном городском потоке частыми являются случаи скопления большого количества подвижного состава на одном секционном участке, поэтому вероятность возникновения «нештатных» ситуаций, приводящих к ложным срабатываниям защиты, здесь гораздо выше.

Предлагается использовать принципиально новую систему защиты, осуществляющую непрерывный мониторинг и сравнение суммарного тока фидеров, питающих секционный участок, с суммарным током потребления всех единиц подвижного состава, находящихся на этом участке. Информация о потребляемом токе с подвижного состава по радиоканалу передается на устройство, расположенное на тяговой подстанции, осуществляющее сравнение и формирующее, в случае разности токов, сигнал на отключение выключателя. Применение такой «дифференциальной» защиты позволяет однозначно определять режим работы ТС (нормальный, аварийный), значительно упростить процесс и сократить время наладки защиты, так как не требуется проводить расчетов уставок срабатывания; при этом постоянное сравнение тока, потребляемого в контактной сети, с током питающего фидера позволит отслеживать малые токи утечки, которые могут появляться в результате ухудшения или повреждения изоляции питающего кабеля, при этом осуществляется защита от токов КЗ и диагностика состояния кабелей.

СЕКЦИЯ 7. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.315.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАВАЕМОЙ ЭНЕРГИИ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

АЛЬМЕЕВА А.А., ДЕНИСОВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЕНИСОВА А.Р.

Одной из важнейших задач, направленных на повышение эффективности систем электроснабжения, является исследование воздействия электромагнитных полей (ЭМ) на различные структуры электротехнических систем; в частности исследование стойкости силовых кабельных линий (КЛ) высокого и низкого напряжения, а также помехозащищенности информационных каналов систем управления энергетическими объектами по отношению к действию внешних электромагнитных излучений.

В первую очередь источники электромагнитного излучения следует разделить на функциональные и нефункциональные. К функциональным можно отнести источники помех, которые возникают в результате работы устройства (например, излучающего передатчика) по прямому назначению. Нефункциональные источники создают электромагнитное излучение вследствие неидеальности конструкции. Следующим критерием является разделение по естественному или искусственному происхождению. Также помехи могут быть узкополосными или широкополосными. Узкополосные источники могут создавать узкие полосы излучения на нескольких кратных частотах, широкополосные помехи могут занимать от 10–15 % полосы полезного сигнала вплоть до генерации «белого шума» во всем спектре.

Необходимость в результатах исследований проблемы внешних ЭМ воздействий существует как на стадиях конструирования, проектирования, монтажа и эксплуатации электротехнических систем и комплексов, так и при их реконструкции. Учет электромагнитной совместимости силовых, вторичных и информационных КЛ с другими элементами рассматриваемой электротехнической системы позволяет предупредить неблагоприятные воздействия внешних ЭМ источников. Оценка соответствующих токов и напряжений, наводимых этими излучениями в линиях, позволит предупредить ухудшение показателей качества электроэнергетики, передаваемой по КЛ, а

также нагрев оболочек и, следовательно, увеличение потерь в линии, пробой изоляции КЛ, ложные срабатывания устройств РЗА.

УДК 621.316

ИССЛЕДОВАНИЕ БОЛТОВОГО КОНТАКТНОГО СОЕДИНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗНОЙ ОШИНОВКЕ

АСАДУЛЛИН Р.Н., КАЗАНЦЕВ А.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СМИРНОВА Ю.С.

В контактных соединениях при ошиновке электролизеров происходят значительные потери электроэнергии. В промышленности широко применяется контактное соединение ошиновки электролизеров, в котором токопроводы устанавливаются внахлест и стягиваются крепежными болтами. При этом контактирующие поверхности соприкасаются максимум в трех контактных точках и площадь соприкосновения зависит от давления при затягивании болтов. Также в процессе эксплуатации на контактирующих поверхностях образуется окисная пленка, которая в значительной мере увеличивает контактное сопротивление.

Разработанное контактное соединение позволит снизить потери электрической энергии за счет уменьшения переходного сопротивления в контактных соединениях, которое достигается разрушением окисных пленок контактирующих поверхностей без демонтажа контактного соединения и без нарушения технологического процесса, то есть при протекании тока нагрузки, а также увеличением площади соприкосновения контактирующих пар при болтовом соединении без применения сварки.

Проведены стендовые испытания модуля контактного соединения электролизера с током нагрузки $I_H = 5000$ А.

Падение напряжения на контактном соединении при наличии окисной пленки составило $49 \cdot 10^{-3}$ В, что соответствует переходному сопротивлению $R_d = 9,8 \cdot 10^{-6}$ Ом.

После разрушения окисной пленки в контактном соединении падение напряжения составило $24 \cdot 10^{-3}$ В, что соответствует переходному сопротивлению $R_d = 4,3 \cdot 10^{-6}$ Ом.

Экономия электрической энергии в сутки при работе ртутного электролизера током нагрузки $400 \cdot 10^3$ А и токоподводом из $n = 80$ модулей при использовании предлагаемого контактного соединения составляет $\Delta Q = I_H^2 (R_d - R_n) \cdot n \cdot t = 240$ кВт·час.

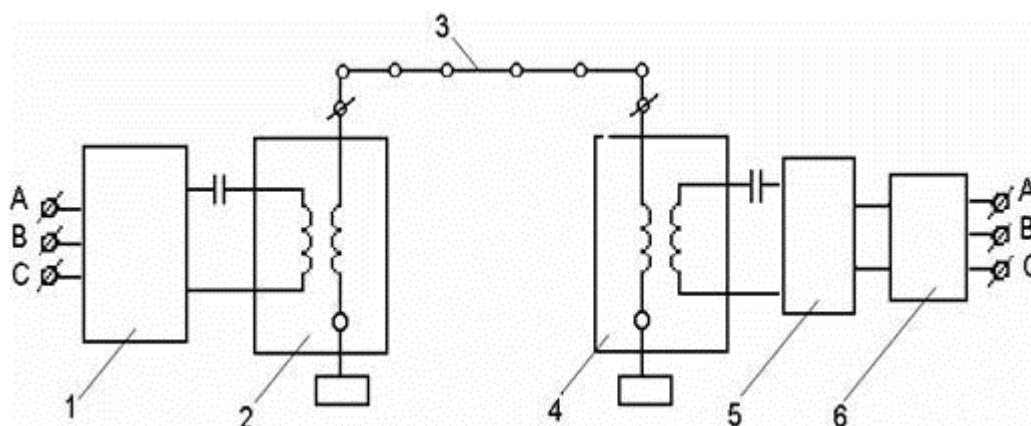
УДК 621.315

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ВАЛИЕВА Д.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Для передачи электрической энергии используют трехфазные системы. Им присущи определенные недостатки. В настоящее время наблюдается развитие технологий резонансной однопроводной системы передачи электрической энергии, более экономичной и перспективной.



1 – генератор повышенной частоты, 2 – резонансный контур повышающего трансформатора, 3 – однопроводная линия, 4 – резонансный контур понижающего трансформатора, 5 – выпрямитель, 6 – преобразователь

Электрическая схема однопроводной системы передачи электроэнергии

Технология основана на использовании двух резонансных контуров с частотой 0,5–50 кГц и однопроводной линии между контурами с напряжением линии 1–100 кВ при работе в режиме резонанса напряжений. Однопроводная линия служит каналом, вдоль которого движется электромагнитная энергия. Данная энергия распределена вокруг проводника линии. Преимущество в том, что сечение кабеля в несколько раз меньше сечения традиционной трехфазной системы передачи электроэнергии. Так же можно снизить расход цветных металлов и упростить обслуживание.

Рассматривая данные преимущества, можно сделать вывод, что однопроводная резонансная передача электрической энергии рентабельна и в наше время реализуема. Ее применение существенно снизит затраты на создание линий электропередач.

УДК 621.315

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

ГРУЗКОВ Д.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СИДОРОВ А.Е.

Использование беспилотных летательных аппаратов, несущих аппаратуру цифровой фото или видеосъемки является существенно более эффективным способом обследования линий электропередач с экономической точки зрения. Кроме того, современные достижения таких областей науки, как машинное зрение и фотограмметрия, а также постоянное совершенствование характеристик бортовой фото-видео аппаратуры, позволяют говорить о возможности качественного восстановления трехмерных моделей объектов, требующих соответствующего мониторинга.

Воздушные линии электропередач вследствие большой протяженности имеют огромное количество однотипных элементов, каждый из которых обладает своими показателями надежности. Поэтому многими предприятиями широко используется технология автоматизированного моделирования и оценки формы опор линий электропередач по нескольким цифровым фотографиям, не требующим точной привязки точек съемки к географическим координатам. Форма растительности в охранной зоне вокруг ЛЭП может быть автоматически восстановлена по видеоданным или фотографиям. Учитывая специфику и протяженный характер линий электропередач и других подобных объектов, навигация беспилотного аппарата будет осуществляться в автоматическом режиме, без участия оператора, с помощью навигационной системы с инерциальной коррекцией (GPS/ГЛОНАСС), встроенной цифровой системой телеметрии.

Съемку предлагается проводить с помощью управляемой фото и видеокамеры и управляемого тепловизора, установленного на электромагнитной гиросtabilизированной платформе. Данные будут передаваться на наземную станцию управления цифровым широкополосным видеопередатчиком и радиомодемом с приемником. Радиус действия радиоканала 70 км. Использование данных фото и видеонаблюдения, полученных при помощи беспилотных летательных аппаратов, а также современных достижений науки и техники в области обработки таких данных, должно внести существенный вклад в развитие комплексных систем мониторинга протяженных объектов энергетической инфраструктуры.

УДК621.313.84

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ ОТТАЛКИВАНИЯ В МАГНИТНОМ ПОДВЕСЕ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ ПО ЗАКОНУ КУЛОНА

ДАВЛЕТОВА А.Р., ВАВИЛОВ В.Е., УГАТУ, г. Уфа

Высококоэрцитивные магниты (ВПМ) и системы на их основе, такие как магнитные подшипники или бесконтактные муфты, находят все более широкое применение в различных технических системах от бытовых до авиакосмических отраслей. В связи с чем особое внимание необходимо уделять расчетам их характеристик на стадии проектирования данных систем. Известные методы расчета характеристик ВПМ, например, метод эквивалентных соленоидов, не всегда достаточно точны, особенно при расчетах взаимодействия кольцевых ВПМ. В данной работе решается задача определения силового взаимодействия двух кольцевых ВПМ, расположенных друг относительно друга одноименными полюсами, методом поверхностных зарядов.

В данном случае оба кольцевых ВПМ представляются как цилиндры или кольца, высотой h , с определенной плотностью зарядов верхнего и нижнего основания, причем допускается, что на верхнем основании первого ВПМ заряды положительны, а нижней отрицательны, а на верхнем основании второго ВПМ заряды отрицательны и соответственно положительны на нижнем, то есть решается задача определения сил отталкивания.

Тогда силу, возникающую в результате взаимодействия двух магнитов в магнитном подвесе, можно рассчитать по закону Кулона.

$$F_{12} = \frac{\delta}{4\pi\mu_0} \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} \frac{d\theta dr}{(r_2 - r_1)^2 + (h * \cos\theta)^2}$$

где q_1 и q_2 – точечные заряды первого и второго магнита соответственно, $r_{1,2}$ – радиус-вектор (вектор, направленный от заряда 1 к заряду 2, и равный, по модулю, расстоянию между зарядами), δ – поверхностная плотность магнитного заряда, θ – угол между двумя точечными зарядами q_1 и q_2 с вершиной, расположенной на оси магнита; $\bar{r} = \overline{MP}$, и $\overline{MP} = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (h * \cos\theta)^2}$.

Полученные в работе результаты могут быть использованы на практике.

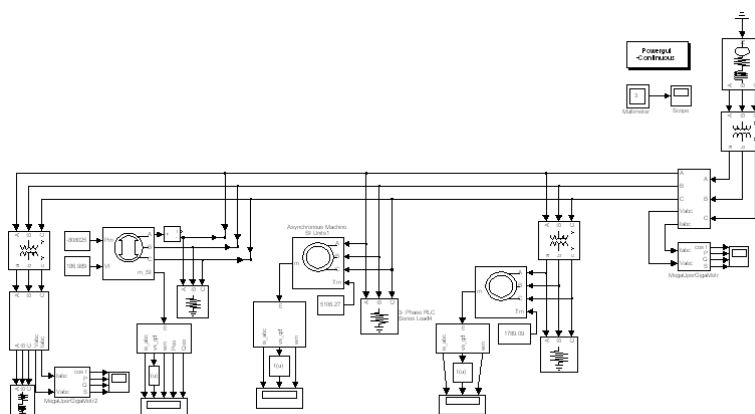
УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ И НИЗКОВОЛЬТНЫХ БАТАРЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ (ВБК) и (НБК)

ДАВЫДОВ А.С., КУТЪЯНОВ Р.Р., УГНТУ в г. Салават
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВИЛЬДАНОВ Р.Г.

Энергоэффективность и энергобезопасность производства являются актуальными задачами современной электроэнергетики. Применение энергосберегающих технологий приводит к снижению потерь электрической мощности и рациональному использованию электроэнергии.

На рисунке представлена модель системы электроснабжения, разработанная при помощи графической среды имитационного моделирования Matlab Simulink.



Модель системы электроснабжения

Значения $\cos\varphi$ при изменении активной, реактивной и полной мощности на стороне 6 кВ и 0,4 кВ до и после установки высоковольтных батарей конденсаторов (ВБК) и низковольтных батарей конденсаторов (НБК) приведены в таблице.

Значения $\cos\varphi$ при 6 кВ и 0,4 кВ до и после установки ВБК и НБК

	Применение ВБК		Применение НБК	
	до	после	до	после
6 кВ, $\cos\varphi$	0,57	0,99	0,57	0,96
0,4 кВ, $\cos\varphi$	0,599	0,595	0,599	0,955

Выводы: применение конденсаторных установок ВБК и НБК дает возможность уменьшить потери электрической мощности и рационально использовать электроэнергию.

УДК 621.321

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

ЕГОРОВ М.С., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.В.

Тема энергосбережения за последние годы стала очень популярна. Она охватывает различные области инженерной деятельности, в том числе и проектирование.

Если говорить о повышении энергоэффективности в системе освещения, то можно выделить следующее светотехническое оборудование:

1. Энергоэффективные источники света (ИС) – люминесцентные лампы диаметром 16 мм (Т5), светодиодные светильники (СД).
2. Электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА).
3. Датчики управления освещением: датчики движения (ДД), датчики присутствия (ДП) и датчики освещенности (ДО).

Выбор числа и мощности светильников, как правило, проводится по методу коэффициента использования светового потока.

Число ДД и ДП можно найти, разбив помещение на квадраты, вписанные в окружности, радиус которых является радиусом идентификации датчика. Выбор же числа ДО основан на уменьшении доли естественного освещения в помещении в зависимости от удаления ряда светильников от окон.

При проектировании требуется выбрать какой-либо один экономически удовлетворительный вариант.

Сравнить варианты можно с помощью диаграммы затрат, в которой в относительных единицах по оси X отложены затраты на потребление электроэнергии, а по оси Y – капитальные затраты. По минимальному расстоянию от центра координат определяем самый выгодный вариант.

Как показывают расчеты, применять один вариант для всех типов помещений экономически неэффективно. Например, в офисном здании для офисов и подсобных помещений выгоднее применять светодиодные светильники; для лестниц, холлов – светильники с люминесцентными лампами, и в некоторых случаях использовать управление светом с помощью ДО. Установка ДД и ДП не является выгодным в большинстве случаев.

УДК 628.9.04

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ

ЕФРЕМОВ Н.С., ИВАНОВ А.В., МарГУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЫБАКОВ Л.М.

Для нормального развития и роста томатов и огурцов необходимо придерживаться определенных спектров света, чтобы обеспечить фотосинтетическую реакцию. Традиционные источники искусственного освещения (ДНаТ, ДРИ) не имеют пиковых значений в необходимых спектральных диапазонах для растений. Используя светодиоды, можно создать источник освещения с необходимой длиной волны и определенным диапазоном, что очень удобно для создания необходимого фотосинтетического потока. Помимо того, что светодиодные облучательные установки имеют узкий световой диапазон, они также потребляют небольшое количество электроэнергии, что соответствует требованиям, содержащимся в Федеральном законе от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ (ред. от 25.12.2012 г.) об энергоснабжении.

УДК 621.314

312.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

ЗАБЕГЛОВА Е.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУЛЮКИН К.Н.

Основной тенденцией потребления электроэнергии практически во всех сферах экономики является ее непрерывный рост. В полной мере это касается и железнодорожного транспорта, где значительная доля перевозок осуществляется за счет электрической тяги. В этих условиях задача снижения потерь электроэнергии при ее передаче и использовании становится актуальной как с точки зрения экономической выгоды за счёт снижения затрат, так и в плане обеспечения устойчивого энергоснабжения.

Силовой трансформатор занимает важное место в системе передачи и распределения электроэнергии. Потери энергии в силовых

трансформаторах составляют от 30 до 50 % общих потерь при передаче электроэнергии на напряжении 0,4–6 (10) кВ.

Известно, что основные потери в трансформаторах возникают в магнитной системе и обмотках трансформатора.

Основными мероприятиями по снижению потерь электроэнергии в трансформаторах, проводимыми на предприятиях, являются:

- правильный выбор мощности и числа трансформаторов;
- обеспечение рационального режима работы с учетом графика нагрузки;
- исключение холостых ходов при малых нагрузках;
- компенсация реактивной мощности.

В основном, все эти мероприятия направлены на снижение потерь в обмотках трансформатора и не затрагивают его магнитную систему. Потери холостого хода сравнимы по своей величине с потерями в обмотках. В связи с этим, основными мероприятиями по снижению тока холостого хода являются улучшение характеристик холоднокатаной стали и конструкции сердечников:

- улучшения ориентации доменов;
- уменьшения толщины листов;
- очищение доменов с помощью обработки лазером поверхности листов.

Проведение мероприятий, позволяющих компенсировать продольную составляющую тока нагрузки, позволит заметно снизить потери энергии при ее преобразовании в трансформаторе.

УДК 620.92

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ВЕТРО-ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

ЗАГИДУЛЛИН Г.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Рост мощности ветроэнергетической установки (ВЭУ) приводит к увеличению территории, занимаемой ВЭУ и, как правило, создает целый ряд проблем, особенно заметных в европейских странах с их высокой плотностью заселения территории.

Существует необходимость снижения до двух раз и более вредных выбросов от энергетических установок в отдельных городах со сложной

экологической обстановкой. Например, в ряде курортных городов как, Нарзан, Ессентуки на более чем в 5000 квадратных километров 1350 котельных, где предельно допустимая концентрация газов превышена в 10–100 раз.

При оценке эффективности использование ВЭУ необходимо учитывать дополнительные эффекты, с которыми связано их функционирование. К таким эффектам относятся: мощностной, топливный, экологические эффекты, эффект от выработки реактивной мощности. Целью данной работы является проектирование энергоэффективной ветрогидроаккумулирующей установки.

Принцип работы установки заключается в том, что установка поднимает воду на высоту, в большой резервуар, когда есть ветер. Тем самым вода получает кинетическую энергию. В безветренную погоду вода будет выпускаться и тем самым будет вырабатывать электрическую энергию в генераторах. Стоимость аккумуляторных батарей зачастую находится на уровне цены ветрогенератора, поэтому для повышения энергоэффективности будем использовать энергию воды как накопитель электроэнергии.

По причине низких скоростей ветра на территории Российской Федерации будем использовать усовершенствованную модель ветроколеса, похожую на турбину самолета, которая будет нагнетать воздух в пропеллеры ветроустановки. Модель турбо-ветроколеса будет увеличивать скорость ветра до 37 %.

УДК 621.31

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГЕОИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ НА РЕЖИМЫ ЕЕ РАБОТЫ

ЗЮЗИН М.О., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАХНИНА В.В.

При большой активности Солнца с верхних слоев его атмосферы происходит выброс коронарного вещества. В режиме реального времени за активностью Солнца следит космический аппарат «СОНО». При достижении Земли коронарные выбросы возмущают ее магнитное поле, что приводит к геомагнитным бурям (ГМБ). ГМБ индуцирует поверхностные потенциалы Земли с различной амплитудой. В проводящих заземленных системах, в том числе и системах электроснабжения (СЭС) наводятся квазипостоянные токи с частотой $f = 0,1-0,001$ Гц, которые

принято называть геоиндуцированными токами (ГИТ). При высокой интенсивности ГМБ порядка от 150 нТл до 200 нТл и выше по индексу Dst в длинных ЛЭП могут протекать ГИТ от нескольких десятков до нескольких сотен ампер на фазу.

На кафедре «Электроснабжение и электротехника» разработана модель СЭС для расчета ГИТ в пакете расширения Simulink системы MATLAB, в которой реализовано: привязка объектов СЭС к географическим координатам местности, расчет действующих значений ГИТ в нейтральных и обмотках силовых трансформаторов, в фазах ЛЭП, расчет мгновенных и действующих значений токов намагничивания силовых трансформаторов СЭС и т.д.

УДК 620.9:69

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

ИГНАТЬЕВ А.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕТИСОВ Л.В.

Целью данной работы является достижение оптимальных производственно-экономических, технологических и технических параметров работы котлов за счет внедрения автоматизированных систем управления.

Автоматизированная система управления предназначена для управления работой технологического оборудования водогрейных котлов типа ДКВР в соответствии с технологическим регламентом и режимной картой.

Автоматизированная система управления позволяет оптимизировать работу силовых элементов водогрейных котлов с учетом таких факторов, как калорийность газа, нежелательные подсосы воздуха, изменение давления окружающего воздуха, его температуры и влажности в течение суток и при смене сезонов года, при этом коэффициент избытка воздуха $a_T = 1,07 \dots 1,2$ во всех режимах работы котельной установки (кроме переходных).

Давление газа перед горелками и давление нагнетания воздуха контролируется датчиками давлений Сапфир-22М-ДД. Аналоговые сигналы от датчиков давления снимаются и обрабатываются контроллером фирмы Schneider Electric. Контроллер сравнивает значения давления газа и воздуха с зависимостью, отраженной в режимной карте, определяет соответствующую данному моменту уставку давления воздуха и формирует по «обратной связи» управляющий сигнал на частотно-регулируемый привод (ЧРП).

Поддержание зависимости режимной карты осуществляется путем соответствующего изменения выходной частоты ЧРП и изменения частоты вращения электродвигателя вентилятора.

УДК 621.1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

КАЗАНЦЕВА Н.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЗИННАТУЛЛИН Н.Х.

Математические модели, используемые в программных комплексах для моделирования процессов теплообмена, основываются на экспериментальных данных, полученных во второй половине прошлого века. Представлен анализ основных методов исследований, которые проводились в 50–70-х годах XX столетия, и полученных результатов экспериментального определения коэффициента теплоотдачи при течении жидкости в трубах.

Рассматривается диссертационная работа к.т.н. Самсонова Д.А., в которой он провел уточнение критериального уравнения теплообмена при течении водяного пара в горизонтальных каналах.

Экспериментальные данные были представлены в виде следующей зависимости:

$$\text{Nu} = 0,0208 \cdot \text{Re}^n \cdot \text{Pr}^{0,43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_ж}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25} \cdot \frac{\text{Pr}_ж}{\text{Pr}_c}$$

В задачах теплообмена определяемым критерием является Nu, в то время как определяющими являются критерии Eu и Re. Eu является функцией, зависящей от числа Re, длины трубы, диаметра и значения шероховатости. Автор же в ходе проведения работы указывает на то, что в формуле М.А. Михеева не учитывается влияние шероховатости внутренней поверхности стенки трубы на интенсивность теплоотдачи. Очевидно, что без подробного анализа невозможно считать замену Eu критерием Re корректной.

В ходе анализа данной зависимости можно сделать замечание, что автор работы не сумел обработать полученные им экспериментальные данные в виде инновационного усовершенствованного критериального уравнения, учитывающего все факторы, влияющие на подобие тепловых процессов.

УДК 631.544.4:628.938

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМЕННОГО ОБЛУЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛИЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

ДЕГТЯРЕВ А.А., ТЫЩЕНКО Д.С., АЧГАА, г. Зерноград
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЕПАНЧУК Г.В.;
канд. техн. наук, доц. КЛЮЧКА Е.П.

Актуальность. Анализ способов облучения растений защищенного грунта и многостеллажных технологий показал, что применение данных технических средств не получает должного распространения. Объясняется тем, что реализация данных технологий предполагает наличие и эксплуатацию целого комплекса светотехнического и конструкционного оборудования. Это требует значительных капитальных вложений и энергетических затрат. Работа посвящена поиску энергосберегающей технологической схемы облучения растений.

Новизна. Система освещения включает источник света, светильник, электротехническое оборудование, механизм для перемещения облучателей в пространстве теплицы. Световой режим формируется при помощи возвратно-поступательного движения источников света непрерывным реверсивным движением вверх-вниз между ярусами. Для данной облучательной установки выбираются три группы параметров: характеристики источника света (интенсивность, спектральный состав); скоростной режим перемещения облучателя; сезонная и суточная длительности работы установки. Данные параметры устанавливаются в зависимости от нормируемого количества облучения, необходимого для определенной культуры растений за весь вегетационный период и эффективной интенсивности облучения для данной культуры растений.

Личный вклад авторов. Проведен глубокий анализ патентной и научной литературы для поиска технологической схемы облучения растений, с точки зрения применения оптических электротехнологий переменного облучения. Участие в создании экспериментальной установки.

Перспективы использования полученных результатов. Применение оптической электротехнологии переменного облучения выращивания рассады томатов в сооружениях защищенного грунта, увеличивающая продуктивность растений на 20...30 % и снижающая расход электроэнергии в 2 раза.

УДК 631.544.4:628.938

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТЕПЛИЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

МОЛЧАНОВ И.Н., ПУСТОВОЙТОВА Е.В., АЧГАА, г. Зерноград
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЕПАНЧУК Г.В.;
канд. техн. наук, доц. КЛЮЧКА Е.П.

Актуальность. Существующие облучательные установки не дают однозначного ответа по эффективности использования энергии оптического облучения, что является причиной высокой энергоемкости процесса выращивания растений защищенного грунта. Вместе с тем поиск снижения потерь на каждом этапе технологической схемы должен применяться там, где оптическое излучение повышает качество и количество продукции, увеличивает производительность труда и экономически себя оправдывает.

Новизна. Группа изобретений относится к области сельского хозяйства и растениеводства. Рассадный комплекс может функционировать как в составе тепличного комбината, так и как самостоятельная производственная единица. Способ выращивания растений содержит: систему культивации растений; системы создания требуемого микроклимата теплицы, стеллажную систему расположения лотков; систему освещения с использованием переменного способа облучения и режим освещения с меняющейся интенсивностью облучения (ритм работы установки во время включения; режим работы установки в течение суток; работа установки за вегетационный период).

Личный вклад авторов. Проведен глубокий анализ патентной и научной литературы для раскрытия путей снижения энергоемкости и повышения эффективности тепличного производства, с точки зрения применения оптических электротехнологий переменного облучения. Участие в создании экспериментальной установки.

Перспективы использования полученных результатов.

- Рассадный комплекс с применением установки переменного облучения реализует рациональные параметры и режимы работы для создания световых условий, необходимых в процессе выращивания рассады томатов;

- электротехнология выращивания рассады томатов в сооружениях защищенного грунта, увеличивающая продуктивность растений на 20...30 % и снижающая расход электроэнергии в 2 раза.

УДК:628.9:636.5./6

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ ПТИЧНИКА ДЛЯ КУР-НЕСУШЕК

ГАПТУЛЛИНА А.О., АЧГАА, г. Зерноград
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЕПАНЧУК Г.В.;
канд. техн. наук, доц. ПОНОМАРЕВА Н.Е.

Актуальность. Увеличение производства продукции птицеводства и повышение её качества должно обеспечиваться не вовлечением дополнительных ресурсов, а за счёт увеличения эффективности использования технологического оборудования при снижении энергозатрат. Факторы, которые влияют на продуктивность птицы, и в которых заложен резерв экономии ресурсов, это микроклимат в птичнике, технологические требования, технические средства и система кормления. Причем освещение, которое относится к параметрам микроклимата, влияет не только на энергозатраты технологического процесса, но и на продуктивность птицы. Свет влияет на птицу посредством интенсивности облучения, спектрального состава и режима освещения. Интенсивность облучения и его спектральный состав влияют в основном на физиологическое состояние птицы. В свою очередь правильно подобранные режим освещения и источники освещения позволяют значительно снизить энергопотребление.

Новизна. При большом многообразии научных работ в данном направлении, диапазоны изменения интенсивности излучения и его спектра четко не определены. Как следствие, возникает необходимость определения оптимального сочетания данных параметров системы освещения, в совокупности с использованием прерывистого режима освещения и энергосберегающих источников излучения.

Личный вклад автора. Проведен глубокий анализ патентной и научной литературы для раскрытия путей снижения энергоемкости технологического процесса и повышения яичной продуктивности, с точки зрения применения светодиодных технологий. Участие в создании экспериментальной установки.

Перспективы использования полученных результатов. Определение оптимальных параметров системы освещения при внедрении в промышленное птицеводство позволит значительно повысить количество произведенной продукции на единицу затрат.

УДК 681.5

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

КОПЫЛОВ А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАГАПОВ Г.В.

С целью повышения эффективности осветительных установок административных зданий разрабатывается актуальная рабочая модель системы управления освещением LCS-Office. Основанием для регулирования светового потока источников света является учет внешних факторов: уровня естественной освещенности, направления деятельности, эффекта присутствия, времени суток и статистические данные, собранные интеллектуальным модулем за время эксплуатации. Система может работать как в дискретном, так и в непрерывном режиме управления.

Система является централизованной и подключается к блоку управления LCS-Vox собственной разработки.

Особенностями блока управления LCS-Vox является:

- Цифровой адресуемый интерфейс передачи данных, интеграция системы в любые существующие цифровые шины;
- Управление нагрузками с использованием технологии имитации нечеткой логики LCS-Fuzzy собственной разработки;
- Возможность подключения видеокамер с низкой разрешающей способностью в качестве недорогого и эффективного сенсорного оборудования при помощи технологии LCS-Cam собственной разработки.

Технология имитации нечеткой логики управления LCS-Fuzzy позволяет сократить потребление электроэнергии пускорегулирующей аппаратурой на 15 Pr 57 %. Технология LCS-Cam позволяет осуществлять контроль присутствия людей в помещении и определять количественные характеристики освещения без использования аналоговых датчиков.

Для автоматизированного проектирования системы управления освещением разрабатывается экспертное программное обеспечение LCS-Design, которое в автоматическом режиме производит необходимые сопоставления и определяет наиболее экономически-целесообразный режим работы системы управления освещением. По завершении проектирования программа представляет пользователю детальный отчет в текстовом, табличном и графическом виде.

Внедрение интеллектуальной системы управления освещением LCS-Office в осветительные сети административных зданий позволит сократить расходы электроэнергии на 20–40 % при среднем сроке окупаемости порядка двух лет.

УДК 621.314

ВЛИЯНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

КРЫЛОВ К.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

Трансформаторы являются важнейшим элементом системы электроснабжения промышленного предприятия, и выход из строя приводит к значительному экономическому ущербу. Отрицательные влияние на трансформатор оказывают множество факторов, такие как, пыль, повышенная влажность и нелинейными нагрузками, такими как: преобразователи частоты, люминесцентные и светодиодные осветительные приборы.

Гармоники, генерируемые нелинейной нагрузкой, создают дополнительные потери энергии на гистерезис, потерь, вызываемые вихревыми токами в стали и обмотках трансформатора, значительно сокращает срок службы изоляции. Протекание по обмоткам трансформатора несинусоидальных токов, вследствие поверхностного эффекта и эффекта близости, приводит к увеличению активного сопротивления обмоток трансформатора и, как следствие, к дополнительному нагреву. Срок службы трансформатора зависит от нагрева его частей и не позволяет при несинусоидальном токе использовать трансформатор на всю его номинальную мощность, ее приходится занижать.

Например, полная загрузка трансформатора может наступить при использовании лишь 80 % номинальной мощности, указанной в его паспортных данных. Если не учитывать превышение температуры и использовать трансформатор в соответствии с его номинальными данными, срок его службы может сократиться на несколько лет.

Кроме того, высокочастотные гармоники тока – это причина появления вихревых токов в обмотках трансформатора, что вызывает дополнительные потери мощности и перегрев трансформатора. Для линейных нагрузок, потери на вихревые токи составляют в общих потерях приблизительно 5 %, с нелинейной нагрузкой они иногда возрастают в 15–20 раз.

При коэффициентах несинусоидальности примерно равным 5 %, амортизационные отчисления должны составлять 5–10 %. А при коэффициентах несинусоидальности, равным 10–15 %, суммарные отчисления на ремонт трансформаторов возрастают до 15 %.

УДК 621.311.

ТЕРМИНАЛ НАПРАВЛЕННОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

КЫШТЫМОВА М.О., МАКАРОВ Я.В., СамГТУ, г. Самара

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШЕЛУШЕНИНА О.Н.

Кабельные распределительные электрические сети напряжением 6–10 кВ являются поставщиком электрической энергии потребителям, основным видом повреждений в которых являются однофазные замыкания на землю.

Однофазные замыкания сопровождаются протеканием емкостных токов в неповрежденных фидерах. В ненаправленных защитах применяется отстройка по уровню тока $3I_0$, которая не изменяется в процессе эксплуатации. Однако емкостные токи зависят от количества подключенных фидеров. Таким образом, применяемые ненаправленные защиты могут срабатывать ложно.

Предлагаемое устройство осуществляет пофидерный контроль снижения изоляционной стойкости кабельных линий 6 кВ с изолированной нейтралью. Устройство функционирует по принципу токовой направленной защиты. При этом к нему подводятся две величины: ток $3I_0$ от трансформатора тока нулевой последовательности, и $3U_0$ от трансформатора напряжения, обмотки которого соединены в разомкнутый треугольник.

Любое нарушение изоляции может быть представлено в виде активного сопротивления. Исходя из чего, выделяется активная составляющая тока $3I_0$ данного фидера, сдвинутая относительно напряжения $3U_0$ данной секции 6 кВ на треть периода. После чего вычисляется интегральная сумма мгновенных значений произведения $3U_0$ и сдвинутого $3I_0$.

Если повреждение находится на контролируемом фидере, то величина интегральной суммы за интервал наблюдения будет иметь положительное значение. В случае, если повреждение находится на соседнем фидере, то величина интегральной суммы будет иметь

отрицательное значение за интервал наблюдения. Интервал наблюдения кратен периоду промышленной частоты.

В предлагаемом устройстве производится 8 замеров за период, выполняются вычисления интегральной суммы и результат отображается на ЖК-дисплее, на основании которого персонал принимает решение.

УДК 658.26

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

ЛАПТЕВ И.К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

Энергосбережение в осветительных установках достигается путем снижения расхода электроэнергии, совершенствования средств, способов освещения и организации правильной эксплуатации.

Повышение энергоэффективности осветительных установок (ОУ) неразрывно связано с задачей комплексного снижения затрат в ОУ, так как для любого потребителя важно не только снижение энергоемкости, но и срок окупаемости затрат на новую или переоборудуемую ОУ.

Проанализированы источники освещения гостиничного комплекса «Сулейман». В результате расчета выявлено неэффективное использование в системе освещения ламп накаливания. Проведено технико-экономическое сравнение замены ламп накаливания на энергосберегающие (компактные люминесцентные лампы) и твердотельные источники освещения (светодиодные лампы). Замена ламп накаливания на энергосберегающие снизит потребление электроэнергии на 60 %, срок окупаемости составит приблизительно десять месяцев. Установка светодиодных ламп снизит потребление электроэнергии на 73 %, окупаемость составит два года. В комплексе «Сулейман» рационально заменить лампы накаливания на светодиодные, так как срок службы данных ламп значительно выше срока окупаемости.

В системе эвакуационного освещения следует применить светодиодные светильники, что позволит сэкономить электроэнергию и окупит себя менее чем за три года.

УДК 621.314.25

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АВТОТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧИСЛА ФАЗ

МАСЛОВ Р.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Э.

Автотрансформаторные преобразователи числа фаз (АПЧФ) представляют собой электромагнитную систему, состоящую из трехстержневого магнитопровода и обмоток, соединенных соответствующим образом. К входным зажимам АПЧФ подводится трехфазная система напряжений питающей сети, с выходных снимается симметричная многофазная система синусоидальных напряжений, из которых с помощью тиристорного блока формируется трехфазная система напряжений с частотой, в кратное число фаз больше входной частоты.

Фаза и амплитуда выходного напряжения зависит от схемы соединения секций обмоток неравностороннего зигзага, участвующий в формировании данного напряжения, и могут принимать любые значения. Нетрудно показать, что для преобразователя трехфазной системы напряжений в m -фазную можно разрабатывать большое количество схем соединения обмоток, при которых масса активных материалов, габариты, КПД и потери преобразователя будут различны. Если учесть, что масса преобразователя числа фаз составляет 70–80 % общей массы умножителя частоты, становится необходимостью определения в каждом конкретном случае такой схемы соединения, которая обеспечивала бы минимальные возможные габариты и массу преобразователя при заданных кратности увеличения числа фаз и коэффициента трансформации по напряжению.

Масса активных материалов ферромагнитных преобразователей числа фаз зависит от величин номинальной мощности $S_{\text{вых}}$ и суммарной намагничивавшей силы обмоток. Эти обусловлены тем, что оба вышеотмеченных фактора обуславливают потери энергии в обмотках преобразователя, а следовательно, и нагрев устройства в номинальном режиме.

Масса ферромагнитных элементов с одинаковой конструкцией определяется потерями в них и условиями охлаждения. В связи с этим можно найти параметр, характеризующий потери в обмотках АПЧФ. Таким параметром является типовая мощность, связывающая электромагнитные нагрузки АПЧФ с его геометрическими размерами.

УДК 621.327.9

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

НИЗАМЕЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Одной из главных причин для проведения мероприятий, которые могут увеличить энергосбережение на объектах, считается необходимость повышения экономической эффективности. Выбор мероприятий, позволяющих организовать эффективное энергосбережение в промышленности, зависит от индивидуальных особенностей конкретных объектов, энергосберегающей политики региона, положений программы об энергосбережении, заинтересованности руководства предприятий и органов власти и местного самоуправления. Главными побудительными мотивами энергосбережения выступают денежные средства и доступность энергетических ресурсов – при лимитированном доступе к электроэнергии дополнительно возникает мотив экономии. В то же время есть достаточно информации о технической стороне реализуемых мероприятий. Ниже представлен перечень наиболее эффективных технических мероприятий по повышению энергоэффективности зданий и объектов: 1) установка узлов учета и регулирования тепла на объектах (резко снижает затраты на тепло, окупаемость затрат на установку узла учета 2–6 мес., установка узлов регулирования подачи теплоносителя в теплопунктах снижает расход тепла на 20–30 %); 2) технологически оправданная замена систем объемного нагрева на локальные ИК-системы обогрева (снижает затраты на обогрев помещений в 2–5 раз; окупаемость 9–18 мес.); 3) замена традиционных схем обогрева на подогрев полов прокладкой пластиковых труб (снижает издержки на отопление в 1,7 раза; окупаемость 1–2 года); 4) установка блочных миникотельных на удаленных объектах (снижает издержки от 2 до 6 раз, окупаемость 1–1,5 года); 5) снижение температуры обратной сетевой воды (подогрев полов помещений, воздуха, поступающего в помещения); 6) отбор тепла из промышленных стоков, канализации, технологических сред (установка тепловых насосов, окупаемость 6–12 месяцев).

Потенциал энергосбережения в зданиях бюджетного сектора в России существенен, опыт реализации проектов энергосбережения невелик, в чем и подтверждается актуальность этого направления.

УДК 622.663.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУХОПОДГОТОВКИ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

НИКОЛАЕВ А.В., ПНИПУ, г. Пермь

Особенно затратной областью проветривания подземных горнодобывающих предприятий является воздухоподготовка в холодное время года, при осуществлении которой воздух, подаваемый в воздухоподающие стволы, необходимо подогревать в шахтных калориферных установках (ШКУ). Наиболее актуальным вопросом энергосбережения при осуществлении воздухоподготовки является для горнодобывающих предприятий, расположенных на территории Крайнего Севера, где, в основном, используются электрические ШКУ. Теплообменники электрических ШКУ состоят из трубчатых электронагревательных элементов (ТЭНов), обладающих малой поверхностью теплообмена, в результате чего их необходимо нагревать до высоких температур, что требует колоссальных затрат электроэнергии (десятки ГВт·ч за отопительный период).

С целью повышения энергоэффективности воздухоподготовки было предложено ШКУ выполнять в виде электронагревательных пластин, расположенных в калориферном канале (RU 133877 U1. Шахтная калориферная установка // Николаев А.В., Алыменко Н.И., Седунин А.М., Николаев В.А., Файнбург Г.З. – опублик. 10.08.2013), по периметру которого размещено термостекло (thermo glass). Теплопроизводительность предложенной ШКУ регулируется путем изменения напряжения, подаваемого на электронагревательные пластины и термостекло.

Подобная конструкция позволит увеличить поверхность теплообмена, а следовательно, снизить затраты электроэнергии на воздухоподготовку, осуществляемую на горнодобывающих предприятиях в холодное время года.

УДК 658.26

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖКХ

НИКОЛАЕВ А.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

Основным недостатком ЖКХ является нерациональное использование ресурса системы водоснабжения. Например, восьмидесятиквартирный дом расходует около 500 кубических метров воды в месяц. Эти расходы можно сократить за счет применения новых ресурсосберегающих мероприятий и внедрения автоматизированной системы подачи воды с возможностью диспетчеризации. Данная система позволит осуществить контроль над всеми процессами, связанными с расходами воды и проведет мониторинг в реальном времени. Задав требуемые характеристики, например, температура и давление в источнике управления, система будет постоянно поддерживать их в заданном состоянии. При необходимости в изменении параметров есть возможность сохранения их в виде сценариев, с последующим задействованием в системе. Применение функции диспетчеризации дает следующие возможности:

- оперативный мониторинг работы системы;
- мгновенное извещение об аварийных ситуациях;
- бесперебойная работа системы;
- возможность управления системой из единого центра;
- ведение архива, позволяющего проводить анализ расхода ресурсов.

В качестве дополнительного ресурсосбережения в системе водоснабжения можно применить следующие мероприятия:

- установка средств учета;
- замена устаревшего оборудования на новое;
- применения смесителей с инфракрасными датчиками;
- установка аэраторов в смесители;
- применение регуляторов смыва.

Применение данных мероприятий позволит экономить на ресурсах водоснабжения до 80 %.

УДК 621.311

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

НОВИЦКИЙ И.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕТИСОВ Л.В.

Теплоснабжение производственных помещений всегда считалось сложной задачей. В отличие от жилых и административных зданий, производственные здания создаются под определенную и уникальную технологию, требующую создания в производственном помещении особых условий по температуре, комфортности, влажности и запыленности внутреннего воздуха.

Практически каждое производство связано с жесткими требованиями по промышленной санитарии, взрыво- и пожароопасности, по теплоснабжению.

Только при определенной взаимосвязи теплоэнергетических и теплотехнологических систем предприятия возможно решение вопросов комплексного использования теплоэнергетических ресурсов. Алгоритм создания совершенных энерготехнологических комплексов предприятий в общем виде следующий:

- анализ структур технологических систем, объединяющихся в единую энергетическую систему;
- определение количества тепловой энергии, выделяющейся в результате производственных процессов;
- анализ потребностей предприятия в энергоресурсах для теплоэнергетических систем, включая системы обеспечения жизнедеятельности.

При реализации этого алгоритма на предприятиях приходится производить множество интеграций. Такой комплексный подход позволяет решать проблемы рационального использования теплоэнергетических ресурсов с получением соответствующих результатов.

УДК 621.311

УСТРОЙСТВО КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

АЛИШЕВ А.Ж., ОГУ, г. Оренбург.

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

От 23 ноября 2009 года согласно ФЗ № 261 с 1 января 2011 года на территории РФ введен запрет на производство, импорт и продажу ламп накаливания мощностью 100 Вт и более. Вводится требование для всех бюджетных учреждений с 2010 года ежегодно в течение 5 лет сокращать на 3 % по отношению к уровню 2009 г. потребляемые ими энергетические ресурсы. В связи с этим в настоящее время все большее распространение получают так называемые компактные люминесцентные лампы.

Автором рассмотрено устройство схемы компактных люминесцентных ламп и сравнение их с лампами накаливания. Проведен анализ основных недостатков ламп данного типа, влияющих на их срок службы и эффективность. Кроме того, выполнен анализ присутствия в лампах веществ, опасных для здоровья человека.

В результате работы были сделаны выводы о повышении энергоэффективности компактных люминесцентных ламп, их экологичности, модернизации покрытия и перспективах развития, а также возможности использования их в уличном освещении.

УДК 621.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

ДЬЯКОНОВ А.А., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

Для повышения энергетической эффективности и стимулирования энергосбережения 23.11.2009 был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ»; согласно которому с 1 января 2012 г. не допускается размещение заказов на поставки ламп накаливания для государственных и муниципальных нужд, которые могут быть использованы в цепях переменного тока в целях освещения. Существует несколько путей замены ламп накаливания на

энергосберегающие. В данной работе представлен анализ энергосберегающих источников, в частности, светодиодной продукции.

Автором рассмотрены достоинства светодиодной продукции. Проведен анализ основных недостатков, которые могут являться причиной отказа от ламп данного типа. Также проведена сравнительная характеристика ламп накаливания, компактных люминесцентных, светодиодных ламп. Рассмотрены экономические обоснования внедрения светодиодных светильников.

В работе представлен вывод о целесообразности внедрения светодиодной продукции с учетом их недостатков, а также проанализированы перспективы развития данной продукции.

УДК 621.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

КОПЫЛОВ Д.А., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МИТРОФАНОВ С.В.

23 ноября 2009 г. был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Согласно ему вводится требование для всех бюджетных учреждений с 2010 года ежегодно в течение 5 лет сокращать на 3 % по отношению к уровню 2009 г. потребляемые ими энергетические ресурсы. Существует несколько путей исполнения этих требований. В данной работе проведен анализ энергосберегающих источников освещения, в частности, компактных люминесцентных ламп.

Автором рассмотрены достоинства компактных люминесцентных ламп. Проведен анализ основных недостатков, которые могут являться причиной отказа от ламп данного типа. Также проведена сравнительная характеристика ламп накаливания, компактных люминесцентных, светодиодных ламп. Рассмотрено использование компактных люминесцентных ламп с экономической точки зрения и возможность их дальнейшего вытеснения в связи с удешевлением светодиодных ламп.

В результате работы сделаны выводы о целесообразности использования компактных люминесцентных ламп с точки зрения их недостатков, а также проанализированы перспективы развития данного типа ламп.

УДК 621.3.13

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СООТВЕТСТВИИ С НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗОЙ

ПРИМАСЮК Р.О., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РАГУТКИН А.В.

В настоящее время в Российской Федерации не существует единого стандарта на проектирование центров обработки данных и основные требования к ним взяты из зарубежных стандартов и некоторых ГОСТов.

Одним из наиболее важных показателей работы ЦОДа, является его отказоустойчивость.

Зарубежные стандарты предполагает четыре уровня надежности ЦОДов:

Tier 1 (n) — отказы оборудования или проведение ремонтных работ приводят к остановке работы всего дата-центра;

Tier 2 (N+1) — имеется небольшой уровень резервирования;

Tier 3 (2N) — имеется возможность проведения ремонтных работ (включая замену компонентов системы, добавление и удаление вышедшего из строя оборудования) без остановки работы дата-центра;

Tier 4 (2(N+1)) — имеется возможность проведения любых работ без остановки работы дата-центра.

Также не менее важны показатели: стоимость эксплуатации, показатели энергопотребления и регулирования температурного режима.

ЦОД представляет собой помещение, в котором находится большое количество высоко-технологического оборудования, имеющего огромное тепловыделение. Согласно стандарту TIA-942, наиболее энергозатратной, является система кондиционирования. Необходимость поддержания оптимального режима работы ЦОДа ставит перед создателями инженерных решений серьезную проблему организации систем энергоснабжения ЦОДа. При проектировании подобных решений необходимо учитывать, что все инженерные системы ЦОД представляют собой единый технологический комплекс, в котором обязательно должны быть учтены все возможные будущие изменения.

УДК 621.311.001.57

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЫСШИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЯХ

РЫБАЛКО Т.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАХНИНА В.В.

Для анализа влияния геоиндуцированных токов (ГИТ) на работу силового трансформатора (СТ) разработана модель в программе MATLAB с использованием библиотек SimPowerSystems и Simulink. Модель состоит из источника переменного напряжения $U_H = 230$ кВ, силового автотрансформатора (АТ) АТЦТН-200000/230/115/10,5, воздушной линии электропередач 115 кВ ($l = 55$ км), понижающего СТ ТРДН-63000/115/6,3/6,3 и нагрузки. Для моделирования геоэлектрического поля при геомагнитной буре между заземленными нейтралями СТ и АТ подключен источник постоянного напряжения с ЭДС $E = 330$ В, моделирующий воздействие геоэлектрического поля напряженностью $E_0 = 6$ В/км.

В результате моделирования получена кривая тока намагничивания СТ и выполнен ее спектральный анализ. Протекание ГИТ через заземленную обмотку ВН СТ приводит к росту тока намагничивания, и, следовательно, к уменьшению времени, при котором наступает процесс насыщения магнитопровода. Изменение синусоидальной формы кривой намагничивания обусловлено насыщением магнитопровода силового трансформатора.

При спектральном анализе установлено, что в кривой тока намагничивания силового трансформатора значительно возрастают как четные, так и нечетные гармонические составляющие: $I(0) = 36$ %, $I(2) = 65$ %; $I(3) = 56$ %. При этом амплитудное значение тока намагничивания СТ возросло в 100,6 раз по отношению к амплитудному значению тока намагничивая холостого хода.

УДК 621.3

АНАЛИЗ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО КОРОННОГО РАЗРЯДА

САБИРЗЯНОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

В настоящее время наблюдается возрастающий интерес к коронным разрядам. Исследования коронного разряда ведутся в двух направлениях – это физические исследования различных коронных разрядов и их применение для решения технологических задач.

Коронный разряд – разновидность тлеющего разряда, возникает при резко выраженной неоднородности электрического поля вблизи одного или обоих электродов. Подобные поля формируются у электродов с очень большой кривизной поверхности (острые или тонкие провода). При коронном разряде эти электроды окружены характерным свечением, получившим название короны, или коронирующего слоя. Примыкающая к короне несветящаяся («темная») область межэлектродного пространства называется внешней зоной. Коронный разряд может иметь место при различных давлениях газа в разрядном промежутке, но наиболее отчетливо он проявляется при давлениях не ниже атмосферного. Появление коронного разряда объясняется ионной лавиной. В газе всегда есть некоторое число ионов и электронов, возникающих от случайных причин. Однако, число их настолько мало, что газ практически не проводит электричества. При достаточно большой напряженности поля кинетическая энергия, накопленная ионом в промежутке между двумя соударениями, может сделаться достаточной, чтобы ионизировать нейтральную молекулу при соударении. В результате образуется новый отрицательный электрон и положительно заряженный ион. Разряд начинается, когда напряжение U между электродами достигает так называемого «начального потенциала» короны U_0 (типичные значения – тысячи и десятки тысяч вольт). Ток коронного разряда пропорционален разности $(U - U_0)$ и подвижности образующихся в разряде ионов газа он обычно невелик (доли мА на 1 см длины коронирующего электрода). При повышении U яркость и толщина коронирующих слоев растут. Когда U достигает потенциала «искрового перекрытия», коронный разряд переходит в искровой разряд.

Исследование коронного разряда имеет определенную перспективу, из-за его применения в озонаторах и ионизаторах.

УДК 621.316

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ № 10 ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЪЕКТА

СЕМИН В.Е., МАКАРОВ Я.В., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДАШКОВ В.М.

Одним из основных результатов энергетического обследования является составление энергетического паспорта (ЭП). Известно, что согласно ФЗ № 261 и приказа № 182 от 19.04.2010 г. Минэнерго РФ энергетический паспорт, составленный по результатам обязательного энергетического обследования, должен содержать 23 приложения.

На основе опыта, полученного в результате работ по обследованию нескольких объектов бюджетной сферы (образовательные учреждения, объекты здравоохранения и т.п.) можно выделить некоторые сложности по оформлению некоторых форм ЭП.

Например, вызывает сомнение структура и содержание Приложения № 10 «Показатели использования электрической энергии на цели освещения» Энергетического паспорта объекта. В этом Приложении нормативным документом предписывается указывать данные о количестве светильников с лампами накаливания и количестве светильников с энергосберегающими лампами (люминесцентными, компактными люминесцентными, ртутными лампами высокого давления и т.п.), а также об их суммарной установленной мощности и суммарном объеме потребляемой электроэнергии за отчетный (базовый) год и за предыдущие годы.

Информативность указанного Приложения для решения задач экономии электроэнергии в системе освещения очень мала. Так, например, данные о количестве светильников не отражают реальные значения, так как различные светильники могут иметь от 2 до 6 ламп, причем различной мощности.

Следует также отметить, что показания 5-ти граф «Суммарный объем потребления электроэнергии» Приложения № 10 заполнить весьма сложно. Во-первых, из-за того, что неясно какие именно значения необходимо указывать: либо сведения о суммарном объеме потребления электроэнергии, либо сведения о суммарном объеме потребления на обследуемом объекте только на цели освещения. Конкретные разъяснения по этому поводу отсутствуют даже в рекомендациях по заполнению Энергетического паспорта, изданных различными учреждениями и организациями.

УДК 693.22

ЗАДАЧА ИНДУКЦИОННОЙ ЗАКАЛКИ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

СМОРЧКОВ А.О., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук ПРОЦЕНКО А.Н.

В настоящее время очевидна необходимость применения современных средств компьютерного моделирования для решения научно-технических задач. Это позволяет получить пространственно-временные распределения различной физической природы, в том числе взаимосвязанных тепловых и электромагнитных полей.

Программный пакет Flux, разработанный для многопараметрического электромагнитного и теплового анализа, был использован для решения задачи индукционной закалки сферической поверхности. Особенностью сферической поверхности является пространственная кривизна в трех направлениях. Как следствие, использование многovitкового индуктора подобной формы практически невозможно. Альтернативой может быть одновитковый индуктор либо лепесткового типа, который способен охватывать сферическую поверхность, либо одновитковый индуктор традиционного типа. Далее будет рассмотрен второй случай, который позволяет ограничиться построением двумерной модели.

В качестве объекта исследования был рассмотрен шар диаметром 10 миллиметров, нагреваемый одновитковым индуктором из медной трубки диаметром 4 мм. Зазор между витком индуктора и заготовкой 1,5 мм. В качестве начального условия задана температура на поверхности заготовки: 20 °С. Для учета скин-эффекта была задана специальная четырехугольная сетка, которая обеспечивает корректность решения. Для решения задачи был использован электромагнитный – тепловой модуль (Steady State AC Magnetic and Transient Thermal). Для моделирования источника питания и задания электромагнитных свойств витков индуктора в редакторе электрических схем ElectriFlux построена электрическая схема, соответствующая задаче.

В результате решения задачи было получено распределение магнитного поля, а также распределение температуры в заготовке. При напряжении на индукторе 80 вольт время нагрева составило 0,5 с. При этом максимальная температура составила 1048 °С, при толщине нагретого слоя 0,3 мм.

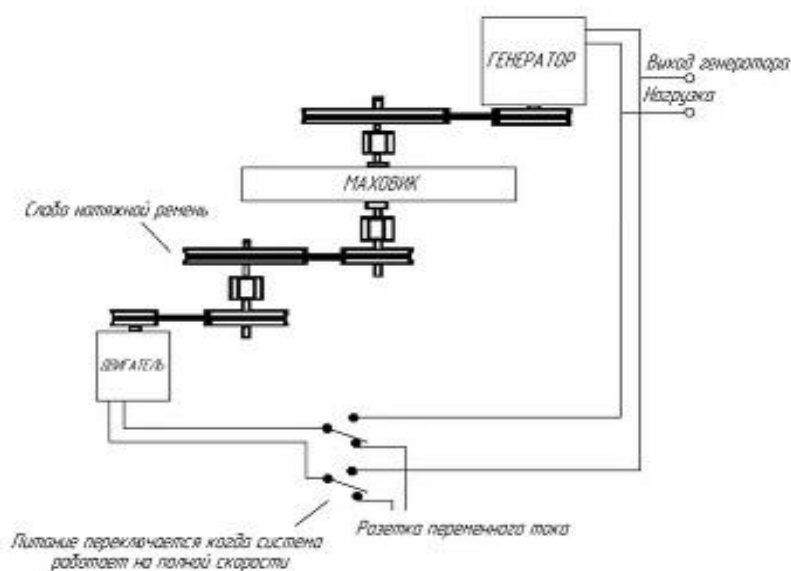
УДК 620.9

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ

СУЛЕЙМАНОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Гравитационные генераторы позволяют получить значительную полезную мощность, допустим в виде электроэнергии, не применяя при этом никакого топлива. В этом направлении по сей день работает австралийский ученый Час Кэмпбелл. Он обнаружил, что если использовать двигатель переменного тока, подключенный к сети, то можно получить больше работы, чем необходимо для работы двигателя.



Принципиальная схема гравитационного генератора Часа Кэмпбелла

Принцип действия генератора Часа Кэмпбелла заключается в следующем: двигатель вращает маховик через ремень. Маховик при помощи такого же ремня вращает другой вал, и далее он вращает генератор. Во время работы всей системы благодаря трению на ремне накапливается определенной величины заряд за некоторый период времени. Заряд получает то же ускорение, что и вращающийся ремень. Следовательно, вокруг генератора этим заряженным ремнем создается переменное магнитное поле, которое запитывает генератор. Маховик используется как механический накопитель энергии для того, чтобы в момент отключения и подключения двигателя к генератору, генератор продолжал работать.

Следовательно, можем сделать вывод, что система будет продолжать работать, питая себя и другие оборудования.

УДК 66.067.8.09

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА В ПИТЬЕВОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

ФУНТ А.Н., КАРТАШОВА А.А., УСМАНОВ Н.Т., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

Одной из ключевых задач питьевого водоснабжения является обеспечение населения безопасной в эпидемическом отношении питьевой водой. Для обеззараживания применяют различные методы, в том числе фильтрацию, ультразвуковую обработку, хлорирование, озонирование.

К достоинствам последнего можно отнести возможность получения озона непосредственно из воздуха, а также одновременное улучшение органолептических свойств воды. Озонирование воды позволяет уничтожить практически все болезнетворные бактерии, различные вирусы и микроорганизмы, а также с его помощью осуществляется обезжелезивание водной среды.

В связи с этим актуальной задачей является рассмотрение химического состава питьевой воды, а также оценка влияния на нее озона.

Процесс, позволяющий произвести озонирование воды, производится с помощью специальных установок. Они представляют собой технологическую линию, которые оборудованы озоностойкими трубопроводами с сигнальной и запорной арматурой. Управление осуществляется полностью автоматически при помощи автономных таймеров, электромагнитных задвижек, реле давления и т.д. Кроме того, электрооборудование оснащено автоматической системой запуска и защиты. В том случае, если остается не растворенный озон, то он разлагается каталитическим деструктором.

Опыт использования озонирования на современном этапе, накопленный для систем разной производительности, говорит о том, что эту технологию можно применять не только на мощных водопроводных станциях, отвечающих за снабжение водой крупных городов, но и в системах водоподготовки малой и средней производительности. Однако в данном случае появляются проблемы, связанные с экономической эффективностью.

В ходе проводимой работы будут рассмотрены перспективы и проблемы процесса водоподготовки с использованием озонирования в сравнении с иными технологиями очистки воды питьевого назначения.

УДК 621.313

ЭКОНОМИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ В КАЧЕСТВЕ МИКРОГЕНЕРАТОРА

ХАСАНОВ И.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

С каждым годом стоимость электроэнергии неуклонно растет, поэтому актуальным является разработка и применение малозатратных технологий производства электроэнергии. В настоящее время ведутся работы по созданию нанопьезогенераторов, которые находятся еще лишь в экспериментальной стадии и обладают, на сегодняшний день, малой выходной мощностью.

Поэтому нами предлагается использовать пьезоэлектрические элементы в качестве микрогенераторов электрической энергии в офисных, учебных и культурно-массовых помещениях. Наиболее выгодно устанавливать пьезоэлектрические микрогенераторы в тех помещениях (особенно холлах, проходах, коридорах), где наблюдается большой поток людей в течение суток.

Применение пьезоэлементов в качестве микрогенераторов позволяет получить дополнительную экономию средств и материалов, снизить потери электроэнергии и организовать производство электроэнергии в непосредственной близости от потребителя.

Установка пьезоэлементов под напольными покрытиями с усилителем мощности дает возможность получать электроэнергию в достаточном количестве. Полученную электроэнергию можно использовать для освещения помещений, питания компьютеров и т.д.

В работе рассматривается использование пьезоэлементов в качестве микрогенераторов установленных под напольным покрытием. Принцип генерации электрической энергии таким способом прост и надежен. Человек, оказывая механическое воздействие на поверхность пола своим весом, что приводит к сжатию пьезоэлементов. Вследствие механического воздействия на пьезоэлемент, в соответствии с прямым пьезоэффектом, на поверхности пьезоэлемента наводится электрический заряд.

Таким образом, несколько сотен пьезоэлементов генерируют электрический ток, который используется на нужды учреждения.

УДК 620.179.14

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИНДЕНТОРНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ХУСНУТДИНОВА И.Г., (ф) УГНТУ в г. Салавате
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

В процессе эксплуатации электротехнического и электроэнергетического оборудования под действием избыточных давлений, механических, температурных нагрузок и других факторов происходит накопление усталостных и других повреждений корпуса и металлических конструктивных элементов, ведущих к протеканию неблагоприятных процессов, приводящих к отказам оборудования с серьезными последствиями, влияющие на безопасность предприятия.

Для предупреждения разрушения необходимо своевременно распознавать состояние материала и количественно оценить уровень его поврежденности.

Основным недостатком традиционных методов неразрушающего контроля является их направленность на поиск развитых дефектов, невозможность осуществления ранней диагностики. В задачах диагностики оборудования еще недостаточно изучены закономерности связей между механическими и электрофизическими свойствами металлов.

Принцип действия электромагнитного инденторного метода диагностики основан на регистрации вихретоковым преобразователем изменения электрофизических параметров металла в момент ударного воздействия на него индентором.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработан метод количественной оценки поврежденности поверхностных слоев металла оборудования и программно-аппаратный комплекс для его реализации. Проведены исследования взаимосвязи механических и электрофизических свойств металлов. На кафедре «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате разработан электромагнитный инденторный преобразователь.

Для анализа результатов экспериментальных исследований выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния объекта диагностирования в программной среде ANSYS Workbench.

УДК 62.831

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

ЮМАГУЗИН У.Ф., (ф) УГНТУ в г. Салавате
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

Оценка риска и надежности, прогнозирование ресурса безопасной эксплуатации оборудования и разработка новых способов оценки фактического технического состояния являются фундаментальной научной основой достижения высокого уровня промышленной безопасности. Разработка методики выявления наиболее опасного оборудования, для которого характерны низкая надежность деталей, неудовлетворительное техническое состояние и высокая вероятность возникновения аварийных ситуаций, позволит предприятиям разработать стратегию, направленную на повышение уровня безопасной эксплуатации конкретных видов оборудования. Данная методика позволит создать предпосылки перехода от существующей системы планово-предупредительного ремонта к системе ремонта и обслуживания по фактическому состоянию, которая, наряду с обеспечением высоких показателей эксплуатационных свойств нефтегазового оборудования, позволит поддерживать приемлемый уровень безопасности.

В работе проведен анализ методов количественной оценки риска, надежности и фактического технического состояния оборудования нефтегазовой отрасли. Рассмотрен метод прогнозирования надежности элементов технической системы с учетом временной зависимости вероятности отказов узлов. Приведены формулы расчета пожарной опасности насосно-компрессорного оборудования. Для оценки технического состояния насосно-компрессорного оборудования использовался спектральный метод диагностики, учитывающий взаимосвязи параметров высших гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых двигателями электропривода, с режимами работы и характером повреждений. Для определения уровня поврежденности предложен интегральный диагностический параметр поврежденности D_{Σ} . Представлена структурная схема программно-аппаратного комплекса для количественной оценки технического состояния оборудования.

УДК 621.313

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

ЮШКОВА О.А., БОЙКОВ В.А., АЙГУЗИНА В.В., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАШАЛИ Д.Ю.

Задача определения коэффициентов внешнего магнитного поля (ВМП) возникает при разработке, диагностировании технического состояния и оценке электромагнитной совместимости электрических машин (ЭМ) с целью обеспечения энергоэффективности производства. Диагностирование технического состояния ЭМ по ВМП и в настоящее время весьма актуально. При применении метода значительное влияние на достоверность полученных результатов оказывает точность определения коэффициента ВМП на поверхности внешнего магнитопровода или корпуса ЭМ. С целью повышения точности диагностирования основных типов неявнополюсных ЭМ по ВМП авторами получены расчетные выражения для определения коэффициентов ВМП с учетом влияния технологических и эксплуатационных факторов для асинхронных двигателей (АД), машин постоянного тока (МПТ), электрических машин с распределенной вторичной системой (ЭМРВС). Также было установлено, что при $p = 2$ влияние технологических и эксплуатационных факторов на изменение ВМП АД, значительно больше, чем при $p = 1$. Если изменение амплитуды напряженности ВМП при $p = 2$ составляет 52 %, то при $p = 1$ оно составляет 35 % (для номинального режима работы). Существенно влияние магнитного числа Рейнольдса ε на коэффициент ВМП ЭМРВС: при изменении ε от 0,5 до 1 – модуль коэффициента ВМП увеличивается в 3–3,5 раза.

УДК 621.316

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЛА

ЯРУЛЛИН Р.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЕНИСОВА А.Р.

В газовых котлах существенно снизить затраты на отопление и обеспечить благоприятный температурный фон в доме под силу только

современной системе терморегулирования. Заметим, что практически все котлы в их базовой комплектации имеют стандартную автоматику, которая управляет горелкой, принимает сигналы от устройств безопасности котла, а также поддерживает заданную температуру теплоносителя. Именно «котловую» температуру, а не комнатную, что не избавляет от необходимости постоянно регулировать эту температуру в зависимости от потребности в тепле.

Другое дело – современные микропроцессорные панели управления. Они позволяют поддерживать разную температуру сразу в нескольких нагревательных контурах. Под таким контуром понимается часть системы, работающая со своими температурными характеристиками и имеющая возможность их регулировки. Это позволит разделить управление горячим водоснабжением (ГВС) и отоплением.

Для контроля наружной температуры в этих системах необходимо использовать уличный датчик, устанавливаемый на здании снаружи, с северной стороны. При настройке контроллера газового котла устанавливается так называемая температурная кривая, отражающая зависимость температуры теплоносителя в отопительном контуре от изменения погодных условий снаружи. Эта кривая представляет собой линию, одна точка которой соответствует + 20 °С на улице. Вторая точка – температура теплоносителя (скажем, 70 °С), при которой даже в самые холодные сутки отопительного сезона температура в комнате будет оставаться заданной (например, 23 °С).

Использование описанной системы регулирования температуры газового котла позволит оптимизировать систему ГВС и отопления.

УДК 628.041.728

СПОСОБЫ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

АКУЛОВ В. Р. НИИТТ (ф) КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. БУЛАТОВА В.М.

В 21 веке очень остро стал вопрос об энергосбережении на производстве, в сельском хозяйстве и в быту. Осветительные приборы являются одними из основных потребителей электроэнергии.

Речь пойдет о широко распространенных люминесцентных лампах, чаще всего называемых лампами дневного света. Поэтому эта проблема

стоит наиболее остро. Работа люминесцентной лампы состоит в том, что между электродами лампы возникает тлеющий разряд. Во время разряда начинает светиться газ, который содержит в себе ртуть. Этот газ не излучает света, а излучает только ультрафиолет. Чтобы преобразовать ультрафиолетовое излучение в видимый свет, на внутреннюю поверхность колбы лампы наносят особое вещество – люминофор, который и позволяет преобразовать ультрафиолетовое излучение в привычный глазу белый цвет. Основной причиной выхода из строя люминесцентной лампы являются два фактора: распыление слоя люминофора или обрыв одного или нескольких электродов лампы. Практика показывает, что в старых лампах слой люминофора истощается из-за распыления, но непосредственной причиной выхода лампы из строя является именно выход из строя электродов лампы.

Следовательно, увеличив срок службы люминесцентных ламп, мы сможем частично решить экологическую проблему загрязнения парами ртути окружающей среды и сэкономить средства и электроэнергию на производство новых ламп.

Так как электроды выходят из строя раньше, чем распылится слой люминофора, то, очевидно, что работа по продлению срока службы должна вестись именно по отношению к электродам. Сегодня существуют методы, позволяющие использовать люминесцентные лампы с оборванными электродами:

1. Использование электронных балластов с плавным включением, что позволяет продлить срок службы электродов лампы на 50 процентов;
2. Использование безэлектродного создания газового разряда в высокочастотном электромагнитном поле.

УДК 621.311.21

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИКРО-ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ

МУРТАЗИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

В планах страны к 2020 году стоит задача снизить долю гидроэнергетики до 13 % (в настоящее время – 19 %) от общего числа вырабатываемой электроэнергии. К разнице в 6 % относятся старые плотинные гидроэлектростанции (ГЭС) большой и средней мощности, выработавшие свой ресурс и требующие реконструкции. Предлагаем компенсировать эту разницу за счет развития малой гидроэнергетики, потенциал которой практически не используется.

Перспективным направлением является микро-гидроэнергетика индивидуального пользования. Выработку электроэнергии можно организовать за счет использования энергии малых естественных и искусственных потоков или канализационных стоков многоэтажных зданий, позволяющих возвращать до 60 % теряемой энергии.

Существенную прибавку в общем объеме вырабатываемой электроэнергии можно получить за счет строительства следующих малозатратных объектов:

- малых бесплотинных ГЭС на естественных водотоках;
- микро-ГЭС индивидуального назначения, в т.ч. пневмо-ГЭС;
- вихревых ГЭС;
- ГЭС нового поколения, работающих на искусственных потоках;
- комбинированных ГАЭС морского базирования с импульсными турбинами;
- гидроустановок нового типа на донных и приливных течениях в непосредственной близости от потребителя.

Эти электростанции не требуют затопления территорий для создания водохранилищ, больших затрат на капитальное строительство и прокладки дорогих ЛЭП.

УДК 621.313

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОКОЭРЦИТИВНЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ МАРКИ *NdFeB*

МИНИЯРОВ А.Х., ТАРАСОВ Н.Г., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАВИЛОВ В.Е.;
канд. техн. наук, доц., ПОЛИХАЧ Е.А.

Электромеханические преобразователи энергии (ЭМПЭ) на высококоэрцитивных постоянных магнитах (ВПМ) нашли широкое применение в современной промышленности. Характеристики ВПМ, а следовательно, и ЭМПЭ, в которых они применяются, зависят от различных факторов и актуальной задачей является учет данных факторов на стадии проектирования ЭМПЭ с ВПМ.

Одним из таких факторов является влияние температуры ВПМ на его характеристики: остаточную индукцию, коэрцитивную силу и удельную энергию. Данное влияние представляется посредством температурных

коэффициентов, которые описывают изменение характеристик ВПМ, но не описывают изменение индукции в воздушном зазоре ЭМПЭ. Использование аналитических функций для расчета зависимости индукции в воздушном зазоре ЭМПЭ от температуры ВПМ, а следовательно, и его мощности, может являться причиной значительной погрешности. В связи с этим целью данной работы является исследование влияния температуры ВПМ на индукцию в воздушном зазоре ЭМПЭ.

Для решения поставленной задачи была разработана двухмерная компьютерная модель в программном комплексе Elcut 5.10, состоящая из магнитопровода С-образной формы, выполненной из стали 2311 и ВПМ установленного в воздушном зазоре магнитопровода. Аналитически рассчитаны коэрцитивная сила и остаточная индукция магнита для разных температур.

В результате компьютерного анализа было выявлено, что при увеличении температуры с 20 до 120 °С, индукция в воздушном зазоре магнитопровода линейно убывает от 0,9 до 0,65 Тл, а при увеличении температуры с 120 до 180 °С, индукция резко убывает от 0,65 до 0,2 Тл, то есть при увеличении температуры ВПМ с 20 до 120 °С можно прогнозировать снижение мощности ЭМПЭ на 30 %, а при увеличении температуры с 120 до 180 °С в 3,25 раза.

Таким образом, очевидно, что температура ВПМ в ЭМП не должна превышать 120 °С, что необходимо контролировать в процессе эксплуатации ЭМПЭ, в противном случае необходимо предусматривать дополнительное охлаждение ВПМ, например через вал.

УДК 621.31

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В УСТАНОВКАХ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

СОЛОВЬЕВА Т.О., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КЛОЧКОВА Н.Н.;
канд. техн. наук, доц. ОБУХОВА А.В.

Электродвигатели являются наиболее распространенными электроприемниками промышленных предприятий. На них приходится около 80 % потребления электроэнергии. Экономии электроэнергии в электродвигателях можно добиться путем применения следующих мероприятий:

- замена АД с фазным ротором на АД с короткозамкнутым ротором; замена АД на СД (экономия электроэнергии более 5 %);

- переключение статорных обмоток АД с треугольника на звезду, если их нагрузка составляет менее 40 %, а также другие способы снижения напряжения на двигателе;

- замена мало нагруженных двигателей двигателями меньшей мощности;

- установка ограничителей холостого хода;

- защита крыльчатки системы обдува двигателя для устранения его возможного перегрева и увеличения доли потерь;

- рассмотреть возможность применения электронных регуляторов скорости вращения в двигателях, работающих с переменной нагрузкой;

- оценить возможность применения энергоэффективных двигателей, т.к. суммарная экономия электроэнергии может превысить в 15 раз стоимость электродвигателя;

- проверять качество эксплуатации трансмиссии (смазка подшипников и др.);

- качественно проводить ремонт двигателя, отказаться от применения неисправных или плохо отремонтированных двигателей.

Авторами были проведены исследования по оценке экономического эффекта от внедрения некоторых приведенных выше мероприятий, в частности замена мало нагруженных двигателей двигателями меньшей мощности дает экономию до 20 %; установка ограничителей холостого хода – до 10 %; переключение статорных обмоток АД с треугольника на звезду – 15–20 %.

УДК 621.31

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

ОБУХОВА Ю.В., СамГТУ, г. Самара

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КЛОЧКОВА Н.Н.;

канд. техн. наук, доц. ОБУХОВА А.В.

Энергосбережение является одним из направлений повышения экономической эффективности производства. Экономия энергоресурсов должна осуществляться на всех этапах выработки, транспортировки и потребления.

Проблема энергосбережения непосредственно связана с природными ресурсами, относящимися к невозобновляемым источникам энергии и их производными (тепловая и электро- энергии), что заметно влияет на экономику и экологию страны.

Существует два основных направления решения проблемы: внедрение мероприятий по энергосбережению и развитие альтернативной энергетики.

Оба пути не исключают, а дополняют друг друга.

Как правило, на промышленных предприятиях ведется постоянный учет расхода электроэнергии. При проектировании систем электроснабжения закладываются условия энергетической экономичности.

Экономия электроэнергии означает, прежде всего, уменьшение потерь мощности и электроэнергии во всех звеньях системы электроснабжения и в самих электроприемниках. При этом основными путями снижения потерь электроэнергии в системах электроснабжения являются следующие:

- 1) рациональное построение системы электроснабжения при ее проектировании и реконструкции;
- 2) снижение потерь мощности и электроэнергии в действующих системах электроснабжения;
- 3) нормирование электропотребления, т.е. разработка научно обоснованных норм удельных расходов электроэнергии на единицу продукции;
- 4) выполнение организационно-технических мероприятий.

Выбор пути основывается на предварительном анализе возможных резервов экономии энергии на предприятии, сравнении расходов энергоресурсов предприятия при полной загрузке и реальной загрузке за исследуемый период.

Результаты анализа можно рассматривать как своего рода реперные точки при оценке удельных затрат энергии на единицу продукции при внедрении мероприятий по энергосбережению на предприятии.

Проведение периодического контроля за соблюдением разработанных мероприятий по энергосбережению позволяет добиться оптимальных показателей по энергоэффективности производства.

УДК 62.12.114

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

МАЛЬКОВ М.Ю., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

Технологическую основу передачи электрической энергии, являющейся естественно-монопольным видом деятельности, составляет ЕНЭС. Эта сеть формирует ЕЭС России, объединяя на параллельную работу основные электростанции и узлы нагрузки, а также обеспечивая передачу электроэнергии между ними и связь ЕЭС России с энергосистемами других стран.

Актуальными проблемами функционирования («узкими местами») ЕЭС России являются:

– недостаточная пропускная способность межсистемных и системообразующих ЛЭП, ограничивающая возможность удовлетворения.

В результате анализа «узких мест» в ЕНЭС России ОАО «ФСК ЕЭС» был намечен перечень первоочередных объектов, на которых целесообразно применять устройства FACTS (Flexible AC Transmission System).

К новейшим FACTS (FACTS-2) относят устройства, обеспечивающие регулирование режимных параметров на базе полностью управляемых приборов силовой электроники (IGBT транзисторы, IGCT тиристоры и др.).

Благодаря этому удается «в темпе процесса» управлять значением пропускной способности линии электропередачи, перераспределять между параллельными линиями электропередачи потоки активной мощности, оптимизируя их в установившихся режимах и перенаправлять их по сохранившимся после аварий линиям электропередачи, не опасаясь нарушения устойчивости, обеспечивая повышение надежности электроснабжения потребителей. FACTS преобразует функцию электрической сети из существующей «пассивной» в «активную».

Статический синхронный компенсатор СТАТКОМ – ключевое устройство FACTS поперечной компенсации. Обычно он основан на использовании источника напряжения [9]. СТАТКОМ показывает куда меньшую вероятность появления резонансных явлений (благодаря конденсаторным батареям). СТАТКОМ при снижении напряжения переходит в режим постоянного источника тока, то есть выходное

напряжение может быть постоянным, в отличие от аналогичных систем СТК (статических тиристорных компенсаторов).

Поэтому в СТАТКОМ применяется мостовой преобразователь напряжения, где диоды 1–6 преобразуют переменный ток в постоянный для зарядки конденсатора с плюсом на его левой пластине. Таким образом, конденсатор становится источником питания инвертора напряжения на базе полностью управляемых силовых полупроводниковых вентилей 1–6.

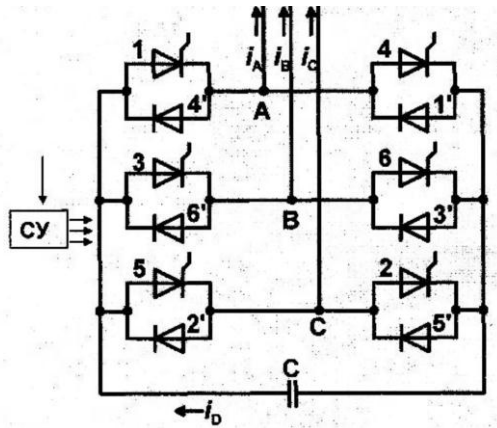


Схема мостового инвертора напряжения

Главными достоинствами инверторов напряжения являются:

- возможность осуществления векторного регулирования в энергосистемах;
- регулирование не только напряжения, но и активной мощности (фазового угла напряжения);
- новое качество управления режимами работы энергосистем;
- векторное регулирование достигает своей цели, если оно быстродействующее.

Модификация СТАТКОМа – активный фильтр – позволяет компенсировать все высшие гармоники в электрических сетях.

Наряду с существенными достоинствами таких мостовых инверторов напряжения (рисунок) при векторном управлении следует отметить ограниченность генерации реактивной энергии (мощности) емкостного характера в питающую сеть, а следовательно, регулирования напряжения. Как известно, любой инвертор напряжения, работающий на питающую сеть, в зависимости от выходного напряжения будет потреблять реактивную мощность индуктивного характера при меньшем напряжении, чем сетевое, а при большей величине – генерировать реактивную мощность емкостного характера.

По этим соображениям к выпрямленному напряжению необходимо подключение добавочного источника напряжения, которое суммируется с выходным напряжением неуправляемого выпрямителя, повышает выходное напряжение инвертора, большее напряжения сети.

Факторы технико-экономического эффекта в электроэнергетических системах применения устройств FACTS [10–18]

Включение в состав ЭЭС устройств FACTS способствует повышению управляемости режимов работы ЭЭС, увеличению степени компенсации зарядной мощности электрической сети и переводу потоков активной мощности в линии с большим классом напряжения. Появляется возможность аккумулирования электроэнергии непосредственно в электрической сети с возвратом ее в ЭЭС.

Благодаря этому создаются технические возможности для более полного использования пропускной способности существующих электрических сетей, вплоть до предела по нагреву проводов линий электропередачи, повышается статическая и динамическая устойчивость синхронной работы генераторов и нагрузки и улучшается качество электроэнергии. Расширяются возможности оперативной и автоматической нормализации и оптимизации параметров режимов работы ЭЭС.

Повышение пропускной способности линий электропередач

Более полное использование пропускной способности существующих электрических сетей, в частности отдельных межсистемных и межгосударственных связей, может обеспечить:

- передачу дополнительной электроэнергии из избыточных энергосистем с более низкими тарифами в дефицитные с вытеснением там менее экономичных источников энергии;
- увеличение выдачи активной мощности электростанций, за счет повышения максимально допустимых перетоков мощности.

Это может позволить рассмотреть вопрос о переносе сроков ввода генерирующих мощностей и строительства новых высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП) с целью увеличения пропускной способности электрических сетей, а в отдельных случаях, возможно, и отказе от этих мероприятий. При этом генерирующая компания может получить дополнительную выручку на электростанциях от продажи электроэнергии, а сетевая компания – экономию затрат на строительство и эксплуатацию новых ЛЭП, а также дополнительную выручку за предоставляемые транспортные услуги по передаче электроэнергии в дефицитные районы.

В принимающей дефицитной энергосистеме или энергоузле выгода может быть получена за счет вытеснения замыкающих генерирующих

мощностей с большими удельными расходами топлива и (или) использующих дорогое топливо, что приводит к снижению тарифов у потребителей.

Повышение качества электроэнергии

Работа устройств FACTS обеспечивает частичное или полное исключение негативного влияния, вызываемого превышением нормативных значений таких показателей качества электроэнергии, как установившееся отклонение и размах изменения напряжения, несимметрия и степень искажения синусоидальности напряжения, длительность провалов напряжения. Он проявляется как у потребителя, так и в энергосистеме: на электростанциях и в электрических сетях.

У потребителей производственного профиля повышение качества электроэнергии позволяет снизить брак продукции, увеличить производительность технологического оборудования и уменьшить случаи его отключения из-за снижения напряжения и перегрузки вследствие повышения напряжения сверх допустимых значений.

Заключение

Использование инструментов умного учета позволит сформировать полную и детальную картину потребления, выстраивать внутренние процессы управления, совершенствовать расчеты с абонентами, обеспечить поддержку «безбумажной» методики работы с клиентами. Именно такой подход гарантирует получение наиболее полной информации для развития бизнеса энергокомпаний и одновременно создает все условия для обслуживания потребителей на высоком уровне. А главное – станет прочной базой для дальнейшего совершенствования и развития энергосистемы в направлении SmartGrid.

УДК 621.311; 621.314

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

НЕНАХОВ А.И., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАМАЗИН С.И.

В настоящее время для выполнения функций поддержания напряжения, разгрузки системы от реактивной мощности и улучшения качества электроэнергии, помимо классических тиристорных компенсаторов, разрабатываются более современные установки.

Наиболее гибким и перспективным типом является СтатКом Н-типа, построенный по модульному принципу. С помощью широтно-импульсной модуляции каждая ячейка формирует свое напряжение. При последовательном соединении напряжение ячеек складывается и принимает форму, близкую к синусоидальной. Источником напряжения является 1 силовой конденсатор, перезаряжаемый непосредственно от сети, к которой подключен компенсатор. Такое устройство позволяет выдавать напряжение любой фазы относительно напряжения сети и задаваемый ток, не зависящий от значения напряжения питания.

Для управления данным компенсатором предполагается использовать алгоритм Штейменца, который описывает расчет проводимостей компенсатора, необходимых для полной компенсации реактивной мощности (РМ) и перераспределения активной нагрузки по фазам. В комплексной форме расчет проводимостей описывается формулами:

$$B_{ab}^{(c)} = -B_{ab} + (G_{ca} - G_{bc}) / \sqrt{3}, \quad (1)$$

$$B_{bc}^{(c)} = -B_{bc} + (G_{ab} - G_{ca}) / \sqrt{3}, \quad (2)$$

$$B_{ca}^{(c)} = -B_{ca} + (G_{bc} - G_{ab}) / \sqrt{3}, \quad (3)$$

где $B_{ab}^{(c)}, B_{bc}^{(c)}, B_{ca}^{(c)}$ – требуемые реактивные проводимости компенсатора, B_{ab}, B_{bc}, B_{ca} и G_{ab}, G_{bc}, G_{ca} – текущие реактивные и активные проводимости нагрузки.

Сейчас ведется анализ возможности использования такого расчета в системе управления компенсатором. Опыты на математических моделях показывают, что компенсатор, построенный таким образом, отлично выполняет как функции компенсации РМ, так и перераспределения активной мощности по фазам. Однако для обеспечения правильного распределения активной мощности, требуется точное задание проводимостей компенсатора, что трудно реализовать при изменении напряжения на конденсаторах.

Задача совмещения функции регулирования проводимостей и функции подзарядки конденсаторов в одной системе управления на текущий момент является первоочередной для данной работы.

УДК: 621.311.1

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ СЭС РЕГИОНОВ С ЧАСТЫМИ ПЕРЕБОЯМИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

РИДЗЕЛЬ А.Н., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХЕВСУРИАНИ И.М.

Для регионов с частыми перебоями в электроснабжении до недавнего времени не было никаких альтернатив кислотным аккумуляторным батареям и дизель-генераторам в области источников бесперебойного питания (ИБП). Но постепенно в этот сегмент проникает технология топливных элементов (ТЭ). ТЭ с полимерно-электролитной мембраной способны поддерживать полную нагрузку уже через 10–20 с. Такой ТЭ построен в соответствии с мембранной технологией. Это означает, что на катод через перфорированную мембрану попадают только положительно заряженные протоны водорода. Электроны атомов водорода остаются на аноде. Из-за перехода протонов создается разность потенциалов и выделяется теплота. В качестве топлива применяется исключительно водород. ТЭ, оснащенный полимерно-электролитной мембраной, практически не нуждается в обслуживании. Лишь раз в год нужно поменять фильтр для очистки воздуха, что может сделать любой пользователь. Поскольку один топливный элемент способен выдержать 5000 включений или обеспечить подачу электропитания в течение 5000 ч непрерывной работы, для исчерпания этого лимита общее время отключения питания за десять лет должно превысить восемь месяцев, однако подобный сценарий развития событий едва ли возможен. В регионах с частыми перебоями в энергоснабжении топливные элементы рекомендуется использовать совместно с ИБП. До сих пор ТЭ использовались преимущественно в области информационных технологий, однако мало что может помешать их применению в промышленном производстве. Против использования дизель-генераторов говорят, в первую очередь, выбросы отработанных газов и шумов, причем в будущем нормативы могут стать еще более жесткими. ТЭ в отличие от дизель-генераторов не обладают подвижными частями, они работают практически бесшумно, без вибрации. Благодаря своим преимуществам ТЭ могут полностью заменить дизель-генераторы, а совместная работа с ИБП создает надежную систему аварийного электроснабжения.

Литература

1. Багоцкий В.С. Химические источники тока / В.С. Багоцкий, А.М. Скундин. – М.: Энергоиздат, 1981.
2. Юсти Э. Топливные элементы / Э. Юсти, А. Винзель. – М.: Мир, 1964.

УДК 621.31

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ГЕНЕРАЦИИ В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

КАЗАНОВ М.С., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.В.

Внедрение распределенной генерации (РГ) на действующих объектах обусловлено рядом технических и экономических факторов, обуславливающих известные преимущества децентрализованного энергоснабжения. Однако при этом нельзя оставлять без внимания и проблемы, и барьеры для внедрения дополнительных источников питания.

При внедрении собственного источника питания часто переход осуществляется поэтапным введением генерируемых мощностей с итоговым созданием энергоблока из нескольких установок, работающего параллельно с энергосистемой. Проведенные автором исследования показали, что в данном случае наблюдается существенное увеличение токов короткого замыкания в точках на различных уровнях системы электроснабжения (СЭС), что вызывает необходимость проверки параметров электрооборудования в изменившихся условиях функционирования и ставит вопрос о реконструкции СЭС. Особенно важной является проверка работоспособности и уставок коммутационного и защитного оборудования, устройств автоматики.

Для потребителей, имеющих в составе электрохозяйства распределительные сети нескольких классов напряжения, встает вопрос о рациональности подключения объектов РГ на конкретном уровне электроснабжения. Особенно ощутимой эта проблема становится на предприятиях с четким системным разделением производственной (наиболее энергоемкой) и административно-бытовой части электропотребления. С точки зрения влияния на режимы электроснабжения и оборудование существующей СЭС, а также экономической составляющей внедрения, решение данного вопроса

является отдельной задачей, касающейся изучения структуры и характеристик электропотребления.

Выбор мощности, точки подключения и количества установок в энергоблоке, а также исследование необходимости реструктуризации энергопотребления и корректировки параметров электрооборудования СЭС являются необходимыми задачами исследований при внедрении объектов РГ.

УДК 621.315.2.016.2:621.316.99

АЛГОРИТМ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭКРАНОВ ОДНОФАЗНЫХ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6–500 кВ

БЫСТРОВ А.В., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХЕВСУРИАНИ И.М.

При проектировании кабельных линий необходимо учитывать как техническую часть передачи электроэнергии, так и экономически обосновать выбранное решение. Предлагается алгоритм выбора сечения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена 6–500 кВ. Должны быть рассчитаны два варианта линии: с замкнутыми и разомкнутыми экранными контурами – и определен срок окупаемости, как экономический критерий предпочтения кабелей с разомкнутой системой заземления экранов.

Выбор сечения кабелей. Исходными данными для проектирования кабельной линии являются: номинальное напряжение сети и режим заземления нейтрали, ток в нормальном и максимальном режимах работы кабельной линии, уровень токов короткого замыкания в сети и время их отключения релейной защитой, длина трассы.

Длительно-допустимый ток кабеля должен обеспечивать пропускную способность в максимальном режиме работы с учетом окружающих условий. Сечение экрана выбирается из условия его термической стойкости.

Расчет разомкнутой системы заземления экранов. Проверяем наводимое напряжение на экране кабеля относительно земли в несимметричном и симметричном режимах, которое не должно превышать в аварийном режиме 5 кВ и в нормальном – 100 В.

Расчет разомкнутой системы заземления экранов. Для двустороннего заземления экранов производим расчет доли тока в экране от тока в жиле, доли потерь мощности в экране от потерь в жиле.

Расчет срока окупаемости. Общая стоимость линии складывается из стоимости проложенного кабеля и затрат вследствие потерь. Оценив

разницу в стоимости кабелей, стоимость системы заземления и стоимость излишних потерь мощности, вычислим срок окупаемости:

$$T = (C_{C3} + C_{K2} - C_{K1}) / (3\Delta P_{\Sigma} \cdot C), \quad (1)$$

где C_K – стоимость кабеля, C_{C3} – стоимость обустройства системы заземления, C – цена за электроэнергию, ΔP_{Σ} – дополнительные потери мощности в экране кабеля.

УДК 621.316.3:519.673

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФЕРРОРЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

ААРОН В.В., МЭИ, г. Москва

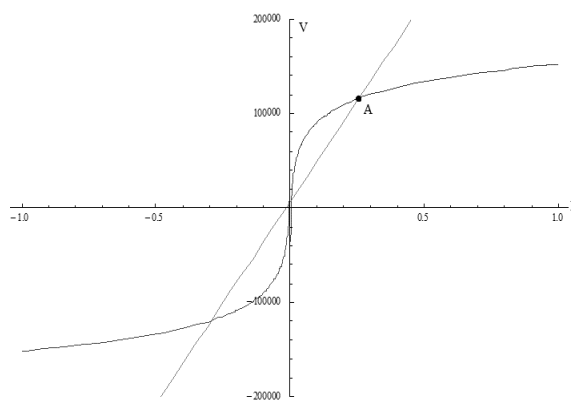
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЫЖКОВА Е.Н.

Проблема феррорезонансных явлений в распределительных сетях среднего напряжения в Мексике является наименее проработанной.

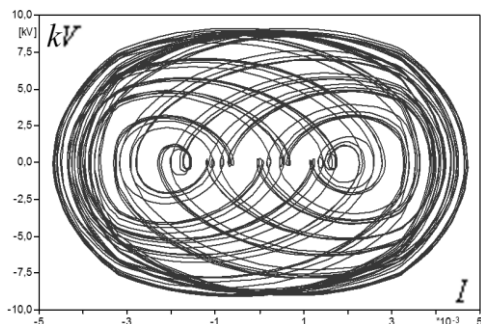
Как правило, ферромагнитные переходные процессы (ФРП) возникают в таких нелинейных элементах как силовые трансформаторы, индуктивные измерительные трансформаторы (ТН), шунтирующие реакторы и т.д.

Существуют четыре вида феррорезонанса: основной режим, субгармонический режим, квазипериодический режим, хаотический режим. Эти виды феррорезонанса можно обнаружить с помощью зависимости $I = f(U)$ в соответствующие моменты мгновенного значения.

Нелинейная динамика, хаос и феррорезонанс четко связаны между собой, так как хаос – это внутренняя характеристика всех нелинейных систем. Это имеет очень важное значение, так как существуют некоторые диапазоны. Кривая намагничивания, которых фазовые траектории при условиях, близких к начальным, расходятся быстро и приводят к совершенно разным исходам, другими словами, возникает хаос.



Большая часть исследований хаотических динамических систем необходима для прогнозирования их будущих состояний, но



чувствительность к начальным условиям делает невозможным описание их поведения с помощью обычных математических методов. Поэтому для расчетов ФРП использовалось программное обеспечение АТР/ЕМТР. Возникновение хаоса возможно в неста бильной зоне в окрестности точки А.

Странный аттрактор

Анализируя простой случай обрыва фазы сети среднего напряжения получаем странный аттрактор.

Выводы

- Феррорезонанс – это нелинейное явление, представляющее опасность для электрооборудования сетей.

- С помощью моделирования возможно представить состояние сети в виде графика $I = f(U)$.

УДК 621.311.8

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ПРОВАЛАМ НАПРЯЖЕНИЯ

ФОМИН В.В., МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦЫРУК С.А.

Число кратковременных нарушений электроснабжения при передаче электрической энергии от источника к потребителю по воздушным линиям электропередачи растет из-за увеличения количества коротких замыканий в сетях, вызванных старением и износом электрооборудования. Провалы напряжения при отсутствии собственной генерации беспрепятственно трансформируются в сети промышленных предприятий, что приводит к аварийной остановке электрооборудования, браку и недоотпуску продукции.

Современное оборудование предприятий со сложными технологическими процессами и высокой степенью автоматизации очень чувствительно к таким провалам напряжения. Тип нагрузки определяет

область устойчивой работы, характеризующуюся величиной подводимого напряжения и длительностью режима. Таким образом, очевидно, что при разработке решений по обеспечению бесперебойного электроснабжения потребителей должен быть предусмотрен алгоритм, позволяющий ограничивать параметры провалов напряжения при аварии как по длительности протекания, так и по глубине.

Известно, что для повышения надежности работы электродвигательной нагрузки используют устройства противоаварийной автоматики АВР и АПВ, для микропроцессорной техники – источники бесперебойного питания с системой двойного преобразования. Эти решения эффективны, но только для определенной группы электроприемников. Комплексный подход должен включать в себя решения, которые бы позволяли осуществлять быструю локализацию аварийных ситуаций, одновременно обеспечивали поддержание уровня напряжения, достаточного для сохранения технологического процесса всех групп электроприемников, выполняли переключение нагрузки на резервный источник энергии.

В качестве устройства, способного решать поставленные задачи, можно рассматривать источник бесперебойного питания, на базе накопителя электрической энергии, которым является батарея суперконденсаторов, и устройства быстросрабатывающего автоматического ввода резерва (БАВР).

СЕКЦИЯ 8. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.3.019.3

ИНТЕРАКТИВНАЯ БАЗА ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ОПЕРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ФИЛИАЛА «СО ЕЭС» РДУ ТАТАРСТАНА

МУСТАФИН К.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. главный эксперт ОТК РДУ Татарстана АКМАЕВ А.Н.

При возникновении аварии в операционной зоне Филиала ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана (РДУ Татарстана) из полученной оперативной информации затруднен первичный анализ причин возникновения самой аварии. Для сбора информации о поврежденном

объекте необходимо обращаться к разным источникам информации: электронным, бумажным, что вызывает дополнительные временные траты.

Для оптимизации этого процесса была создана база данных, содержащая информацию об оборудовании электросетевых, генерирующих объектов, их паспортные данные, принадлежности к субъектам электроэнергетики ОЗ РДУ Татарстана. Данная база данных способствует в условиях удаленности от бумажной документации (на месте аварии) получить необходимую информацию.

Целью работы стала разработка программного продукта, позволяющего доступно получать информацию об объектах электроэнергетики, входящих в операционную зону РДУ Татарстана, в том числе с помощью ноутбука в полевых условиях при выезде на место аварии. Данное программное обеспечение направлено на повышение эффективности работы отдела технического контроллинга РДУ Татарстана при первичном анализе произошедшей аварии и при участии в составе комиссий по расследованию причин аварий.

Данная программа будет представлять собой интерактивную карту операционной зоны РДУ Татарстана с отмеченными на ней линиями электропередач, подстанциями, электрическими станциями в соответствии с Перечнем объектов диспетчеризации Филиала ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана в актуальной редакции. При клике на интересующий объект инициируется диалоговое окно со списком оборудования объекта, паспортными данными оборудования, электрическими схемами, тепловыми схемами, и т.д.

УДК 621.316.925.1

ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК НА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

БЕЛЯЕВ Е.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Гармоники могут нарушать работу устройств защиты или ухудшать их характеристики. Характер нарушения зависит от принципа работы устройства. Цифровые реле и алгоритмы, основанные на анализе выборки данных или точки пересечения нуля, особенно чувствительны к гармоникам.

Проблемы, возникающие из-за гармоник, различны для нормальных и аварийных режимов и ниже рассмотрены отдельно.

Влияние гармоник в аварийных режимах. Устройства защиты обычно реагируют на напряжение или ток основной частоты, а все гармоники в переходном режиме либо отфильтровываются, либо не воздействуют на устройство. Последнее характерно для электромеханических реле, особенно используемых в максимальной токовой защите, из-за их инерционности они практически не чувствительны к высшим гармоникам. Дистанционная же защита, в которой производится измерение сопротивлений на основной частоте, может давать значительные ошибки в случае наличия в токе короткого замыкания высших гармоник (особенно 3-го порядка). Большое содержание гармоник обычно наблюдается в случаях замыкания на землю. Если гармоники не отфильтровываются, вероятность ложной работы весьма высока. В случае металлического короткого замыкания в токе преобладает основная частота. Но из-за насыщения трансформатора возникает вторичное искажение кривой, особенно в случае большой апериодической составляющей в первичном токе, что может также вызвать проблемы обеспечения нормальной работы защиты.

Влияние гармоник на системы защиты в нормальных режимах работы электрических сетей. Низкая чувствительность устройств защиты к параметрам режима в нормальных условиях обуславливает практическое отсутствие проблем, связанных с гармониками в этих режимах. Исключение составляет мощные трансформаторы при включении в сеть которых наблюдается большой бросок тока намагничивания. Амплитуда пика зависит от индуктивности трансформатора, сопротивления обмотки и момента времени, в который происходит включение. Так как вторичный ток в течение намагничивания отсутствует, большой первичный ток может вызвать ложное срабатывание дифференциальной защиты.

УДК 621.316.06

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СЕТЯХ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

ДАЙНЕКО А.В., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШАПОВАЛОВ С.В.

Система уличного освещения представляет собой сложную систему и является неотъемлемой частью коммунального хозяйства предприятий и населенных пунктов. Система уличного освещения является крупным потребителем электроэнергии и затраты на освещение в сетях уличного

освещения в населенных пунктах составляют около 30 % от всех муниципальных затрат на электроэнергию. В настоящее время большая часть оборудования, применяемого в системах уличного освещения, морально и физически устарела. Также практически не применяются средства автоматизации в системах питания наружного освещения.

Применение современных средств автоматизации и управления позволяет значительно сократить расходы на содержание системы наружного освещения за счет:

- мониторинга работы оборудования и более качественного обслуживания системы;
- уменьшения транспортных расходов (сокращение количества выездов ремонтных бригад на линию, отказ от объездов линии и визуального снятия показаний приборов учета);
- исключения нерационального расхода электроэнергии.

Таким образом, применение современных средств автоматизации и управления позволило бы значительно сократить расходы на содержание системы наружного освещения за счет более качественного обслуживания системы и мониторинга работы оборудования.

УДК 621.311.04

АВТОМАТИКА ПОДСТАНЦИЙ НА ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРАХ

ИВАНОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Целью работы является разработка лабораторного стенда для изучения студентами основ автоматизации подстанций. Лабораторный стенд представляет собой компьютерное место с предустановленным программным пакетом LabView.

В программе представлены следующие виды автоматизации подстанций: автоматическое повторное включение (АПВ), автоматическое регулирование возбуждения (АРВ), автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматика ликвидации асинхронного хода (АЛАР), автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН), автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН), автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

Студенты выбирают в программы, какие элементы автоматики будут задействованы. Есть возможность изменения характеристик отдельных элементов автоматики для изучения степени влияния их на систему.

Программа состоит из нескольких экранов: экран выбора режимов работы, экран ввода исходных данных, экран наблюдения и вывода результатов.

Также студент имеет возможность увидеть схемную реализацию органов автоматики для электромеханического варианта исполнения и сравнить ее со схемой на логических контроллерах.

На основе стенда планируется разработка лабораторных работ для студентов дистанционной и заочной форм обучения.

УДК 621.315

УСКОРЕНИЕ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ ЛИНИЙ 110–220 кВ В ТЕРМИНАЛАХ ЗАЩИТ «НПП "ЭКРА"»

ЧУГУНОВА М.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. начальник СРЗА филиала ОАО «СО ЕЭС»

РДУ Татарстана СОКОЛОВ С.А.

Ускорение резервных защит подразделяется на: 1) оперативное ускорение (вводится в работу оперативным персоналом при отключении основной защиты линии), 2) автоматическое ускорение (вводится автоматически на время при включении линии под напряжение вручную, т.е. от ключа управления), 3) телеускорения (ускорение до заданного времени срабатывания ступеней с использованием аппаратуры передачи команд).

В шкафах защит ООО «НПП ЭКРА» предусмотрена реализация всех видов ускорения. В них предусмотрены возможности ускорения защит: от параллельной линии, при опробовании линии, оперативные и по ВЧ каналу. Ускорение защит организуется в терминалах резервных защит БЭ272021, БЭ2702016. Его можно организовать в шкафах и терминалах защит и управления, например БЭ2702011. Но при этом имеются некоторые ограничения на реализацию, в частности в шкафах отсутствуют ключи для ввода и вывода оперативного ускорения, и нет возможности организации телеускорения (ТУ).

Поэтому наиболее применимо решение – организация ускорения в шкафах или терминалах резервных защит. В шкафах предусмотрена возможность оперативного ускорения I, II или III ступеней ДЗ с временем

действия в диапазоне от 0,05 до 5,00 с., так же возможность ускорения ступеней ТЗНП: II или III ступени при включении выключателя, оперативное ускорение III и IV ступеней ТНЗНП с выдержкой времени в диапазоне от 0,05 до 5 с, ускорение действия защиты ДЗ и ТЗНП с использованием команд высокочастотного телеотключения (ВЧТО) по УПАСК: ВЧТО № 1 ВЧТО № 2 и ВЧТО № 3. Автоматическое ускорение вводится автоматически на время до 1 сек., при этом ускоряются II ступень дистанционной защиты и III ступень ТЗНП, действующие без выдержки времени. Для использования оперативного ускорения в шкафу предусмотрено 2 ключа: оперативное ускорение ДЗ и оперативное ускорение ТЗНП.

УДК621.316.925

К ВОПРОСУ О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

ШАРИПОВА С.Ф., ПУТИНЦЕВА А.А., САВИН Д.А., УГНТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ШАБАНОВ В.А.

Дифференциальная защита является основной защитой высоковольтных электродвигателей большой мощности. При этом на сегодняшний день актуальна проблема организации дифференциальной защиты при питании электродвигателя от преобразователя частоты. Литературный и патентный обзор показывает, что разработки в этом направлении ведутся по сегодняшний день, но окончательного универсального решения не выработано.

В работе рассматриваются способы организации дифференциальной защиты электродвигателей при подключении их к сети через преобразователи частоты, их особенности, схемы включения. Приводятся основные проблемы и пути решения.

В работе представлены модели, замещающие синхронные двигатели НПС из отдельных элементов библиотеки программы Matlab приложения Simulink, для исследования имеющихся и предлагаемых схем дифференциальных защит электродвигателей переменного тока. Приведены результаты исследования при двухфазных коротких замыканиях. Исследовано влияние места короткого замыкания в статорной обмотке разностный (дифференциальный) ток.

Проанализированы условия, при которых возможны излишние срабатывания дифференциальной защиты электродвигателя. Показано влияние пускового тока на ток небаланса.

Повышение эффективности срабатывания релейной защиты высоковольтных электродвигателей переменного тока достигается за счет выделения из исследуемых токов составляющих обратной последовательности и токов небаланса.

УДК 621.311.4-52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ РАБОТЫ АВР ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОЗАПУСКА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

КУКСОВ С.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, преп. ИСАКОВ Р.Г.

На предприятиях со сложным технологическим процессом, таких как нефтегазодобывающих и перерабатывающих, металлургических и химических, предприятий водоснабжения, водоотведения и т.д., кратковременное нарушение электроснабжения (КНЭ) вносит влияние на работу высоковольтных электродвигателей. КНЭ могут происходить десятки раз в год, что приводит к значительному материальному ущербу.

Основными средствами борьбы с перерывами электроснабжения на подстанциях, имеющих большую электродвигательную нагрузку, являются устройства автоматического включения резервного источника питания (АВР). Зачастую время срабатывания АВР довольно велико и может достигать значения нескольких секунд и не ограничивается, какими-либо критериями.

При кратковременном нарушении электроснабжения начинается постепенное торможение электродвигателей, что может привести к опрокидыванию асинхронных и выпадению из синхронизма синхронных электродвигателей. При действии АВР и восстановлении напряжения на шинах, к которым подключены электродвигатели, начинается процесс их самозапуска. Возможность их нормального развертывания зависит от ряда факторов, в частности от скорости их остаточного вращения.

Существует ряд методов, позволяющих приближенно определить возможность самозапуска электродвигателей, суть их сводится к определению предельного времени отсутствия питания на шинах. Далекое не всегда точности, с которой можно определить время отсутствия питания, достаточно.

Для более точного определения предельного времени отсутствия питания на шинах можно прибегнуть к дифференциальным уравнениям электромагнитного и электромеханического переходных процессов. Зачастую эти уравнения не являются линейными и для их решения необходимо применить возможности современной вычислительной техники.

Дальнейшие исследования в этой области позволят создать программу, позволяющую с помощью средств ЭВМ произвести анализ эффективности действия систем АВР на существующих подстанциях и выдать определенные рекомендации по их модернизации.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЗАЩИТЫ ШИН ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ДЗШ

АБАНИНА Е.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. зам. нач. СРЗА филиала «СО ЕЭС» РДУ Татарстана
СОКОЛОВ В.А.

Дифференциальная защита шин (ДЗШ) предназначена для отключения присоединений системы шин, на которой возникло короткое замыкание (КЗ). Электромеханические ДЗШ (на реле РНТ-565) имеют пусковой орган (ПО) и чувствительный токовый орган (ЧТО). ПО имеет обычно большую по величине уставку тока срабатывания, которая определяется согласно Руководящим указаниям по отстройке от тока небаланса в токовых цепях. Поэтому в режиме автоматического повторного включения (АПВ) шин ПО часто оказывается нечувствительным к КЗ, для отключения которых в этом случае предусмотрен ЧТО, который вводится в работу кратковременно при подаче напряжения от одного из присоединений.

В случае, если КЗ произойдет сразу после подачи напряжения на шины в режиме АПВ шин, то ЧТО отключит присоединение, от которого подается напряжение. Однако, в случае, если КЗ произойдет с временем, большим задержки ввода ЧТО (0,6–0,8 с), то в этом случае ДЗШ откажет в работе.

Решением данной проблемы являются микропроцессорные защиты шин типа «Бреслер ШШ 2310.XXX». Реле ЧТО включается на дифференциальный ток ПО, но имеет более чувствительные уставки срабатывания, чем электромеханические ДЗШ. Для надежного отключения выключателей системы шин при работе ДЗШ, в т.ч. и в цикле АПВ шин,

предусмотрены логические цепи «очувствления» с использованием реле ЧТО. Кроме того, реле ЧТО имеет функцию запоминания с регулировкой выдержки времени на возврат.

УДК 621.316.925

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

МИНАЛИЕВ И.В., ОКОННИКОВ И.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ПИСКОВАЦКИЙ Ю.В.

Для предотвращения повышения температуры проводов воздушных линий (ВЛ) сверх критического значения, возникающего при перегрузке по мощности, используют специальную автоматику, ограничивающую перегрузку путем автоматической разгрузки ВЛ. Мероприятиями по ликвидации перегрузки ВЛ являются: отключение нагрузки, перераспределение нагрузки, отключение перегруженной ВЛ.

Согласно стандарту ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.240.008-2008, настройка устройств автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО) должна производиться с контролем температуры воздуха, рекомендуется настройка устройств АОПО для зимних и летних температур воздуха.

В настоящее время данная автоматика имеет два набора уставок по току: для зимних и летних температур. В работе предлагается контролировать температуру провода с помощью датчиков, распределенных по ВЛ. Показатели температуры с таких датчиков передаются посредством беспроводной связи на диспетчерский пункт, после чего может быть подана команда на разгрузку ВЛ.

Также система контроля температуры провода позволит более полно использовать пропускную способность воздушных линий электропередачи (ЛЭП).

Сама система мониторинга состоит из датчика температуры, приемника и передатчика информации. Температурный сенсорный датчик представляет собой микросхему DS18B20 производства фирмы «Maxim». DS18B20 обменивается данными по 1-Wire шине и при этом может быть как единственным устройством, так и работать в группе с другими устройствами. Все процессы на шине управляются центральным микропроцессором. Сами данные температур или получающиеся на их

основе результаты/события передаются с помощью модема. Приемник, получающий данные с модема, подключается к персональному компьютеру через стандартные интерфейсы RS-232, RS-485 или USB.

УДК 621.315.6

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

СЕЛИВАНОВ Р.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Аварийный отказ силовых трансформаторов ставит под угрозу нормальное функционирование электростанции или подстанции, снижает надежность энергосистемы в целом, создает угрозу недоотпуска электроэнергии потребителям. Наибольшей эффективностью в предупреждении аварий трансформаторов обладают автоматизированные системы контроля технического состояния. Около 40 % всех повреждений трансформатора приходится на высоковольтные вводы, поэтому системы контроля изоляции высоковольтных вводов становятся особенно востребованными.

В настоящее время эффективными оказываются методы контроля, связанные с измерением характеристик частичных разрядов. Основной проблемой, возникающей при проведении измерений частичных разрядов в изоляции высоковольтных трансформаторов, является сложность отстройки от помех. Все это приводит к тому, что большое количество измерений частичных разрядов на работающем трансформаторе не являются корректными.

Одним из современных методов измерения характеристик частичных разрядов является метод оценки ЗРАД (диаграмма соотношения амплитуд трех фаз) на основе синхронных многоканальных измерений, позволяющий выделять различные источники ЧР внутри трансформатора, а также отличать ЧР от помех и других сигналов. Метод ЗСФРД (совмещенная диаграмма по трем центральным частотам) является усовершенствованным вариантом метода ЗРАД. Он заключается в том, что одновременно измерялись частичные разряды при трех различных частотах. Если источники частичных разрядов имеют различные частотные спектры, то их можно отделить друг от

друга и таким образом выявить рисунок отдельных источников без наложения сигналов других источников.

Эти методы позволяют создать эффективную систему контроля и диагностики состояния силового трансформатора.

УДК 62-768

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРОВ ВЛАГОГАЗОСОДЕРЖАНИЯ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ЧЕЛЯКОВА Н.В., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БУРМУТАЕВ А.Е.

Пробой изоляции силового трансформатора приводит к снижению диэлектрических характеристик, выделению водорода в трансформаторное масло.

Для диагностирования существует система контроля изоляции. Она представляет собой комплекс профилактических испытаний. Одним компонентом комплекса является определение и анализ степени увлажнения, содержания газов при помощи приборов влагогазосодержания в масле.

Основное назначение заключается в непрерывном измерении содержания растворенного водорода, угарного газа, влаги и диэлектрических изолирующих жидкостей.

Приборы позволяют в автоматическом режиме контролировать содержание уровня газов и влаги, своевременно диагностировать разрушения изоляции. Таким образом, использование средств контроля в процессе эксплуатации трансформаторов позволит предупредить необратимые изменения изоляционных свойств диэлектриков и снизить недоотпуск электроэнергии из-за ложных срабатываний РЗ и А.

Контроль уровня угарного газа и влаги способен выявить нежелательные разрушения бумажно-масляной системы и определить условия, способствующие этому разрушению, а также своевременно принять сервисные решения и избежать возникновения более серьезных проблем с трансформатором.

УДК 621.317.361

ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА С ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

РАДИОНОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. начальник отдела устойчивости и противоаварийной автоматики филиала «СО ЕЭС» РДУ Татарстана ВОЛОДКЕВИЧ Д.В.

Допустимая токовая загрузка электросетевого оборудования энергосистем зависит от температуры наружного воздуха. От недопустимых перегрузок, с высокой вероятностью вызывающих его разрушение, оборудование защищают устройства противоаварийной автоматики (ПА). В связи с технической невозможностью эксплуатируемых устройств противоаварийной автоматики уставки меняются сезонно – два раза в год.

Настройка противоаварийной автоматики определяется допустимыми токами для $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для «зимнего» периода и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ для «летнего» периода. Допустимые токи изменяются с дискретностью $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, внутрисуточные изменения температуры наружного воздуха могут превышать $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В существующей практике эксплуатации энергосистем сложилась ситуация, что при температурах наружного воздуха выше сезонной возможно повреждение оборудования от недопустимых перегрузок, а при температурах ниже сезонных – излишнее срабатывание противоаварийной автоматики, в том числе и на отключение потребителей. Что бы повысить эффективность работы электросетевого оборудования, необходимо практически реализовать противоаварийную автоматику с температурной коррекцией.

В данной работе будут разобраны технические нюансы данной противоаварийной автоматики:

- количество ступеней АОПО (с учетом ступени, действующей на сигнал);
- наличие дискретных входов для изменения действия АОПО;
- количество датчиков температуры окружающего воздуха и действие АОПО при отсутствии сигналов от них;
- действие АОПО при расхождении сигналов с датчиков температуры окружающего воздуха.

Изучение номенклатуры, выпускаемой промышленностью, в том числе и отечественной, номенклатуры устройств ПА показало, что в настоящее время производится аппаратура ПА, позволяющая корректировать уставки в зависимости от температуры.

УДК 621.31:004

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ В РЕГИОНАХ С ВЫСОКИМ
УРОВНЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)**

СОКОЛОВ Д.В., специалист-стажер 1 категории СЭРИБ филиала
ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань
Науч. рук. начальник СЭРИБ Филиала ОАО «СО ЕЭС»
РДУ Татарстана АХМЕРОВ И.Б.

В современных условиях вопросы прогнозирования электропотребления играют важную роль. Особое значение прогнозирование имеет для ведения режима диспетчером энергосистемы. Прогноз потребления электроэнергии влияет на экономичность работы. При ошибках в прогнозировании потребления возникает необходимость в загрузке или разгрузке оборудования на станциях, что приводит к увеличению себестоимости электроэнергии.

В настоящее время в РДУ Татарстана для прогнозирования электропотребления используется ПАК «ИСП». Для оперативного прогнозирования электропотребления установлен ПК «Консоль прогноза потребления», который, используя прогноз «на сутки вперед» и сложившийся факт текущих суток, рассчитывает прогноз на 5 часов вперед. На практике, ПК не удовлетворяет требованиям РДУ Татарстана к точности прогноза, он используется лишь как транспортная среда.

При составлении прогноза электропотребления необходимо учитывать различные факторы.

Наиболее значительное влияние на электропотребление оказывают такие факторы как температура, облачность, долгота дня, потребление собственных нужд ЭС, рост численности населения. Также стоит учитывать инерционность электропотребления. Большая выборка данных позволила пересчитать коэффициенты температурного влияния. В результате расчетов было увеличено, с 3 до 4, количество температурных диапазонов. Коэффициенты температурного влияния в среднем увеличились на 8 %, что показывает большее влияние температуры на электропотребление. Таким образом, заново рассчитанные коэффициенты температурного влияния позволят увеличить точность прогнозирования электропотребления.

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ С НИЗКООМНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ

ИСАКОВ Д.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, преп. ИСАКОВ Р.Г.

В мировой практике эксплуатации сетей среднего напряжения давно используется режим заземления через резистор. Данный режим заземления нейтрали для России новый и мало используется в сетях 6–35 кВ.

Преимущества заземления нейтрали через низкоомный резистор по сравнению с изолированной нейтралью:

- отсутствие дуговых перенапряжений высокой кратности и многоместных повреждений в сети;
- исключение феррорезонансных процессов и повреждений трансформаторов напряжения;
- практически полное исключение возможности перехода однофазного замыкания в многофазное;
- простое выполнение чувствительной и селективной релейной защиты от однофазных замыканий на землю.

Сопrotивление резистора выбирают наименьшим, исходя из двух условий [1]:

- резистор должен создавать ток не менее емкостного тока ОЗЗ;
- обеспечение селективного срабатывания защит на отключение ОЗЗ.

На данный момент в России низкоомное заземление нейтрали начинается только применяться, а, следовательно, возникают вопросы по выбору параметров срабатывания защиты от замыкания на землю.

Моделирование сети с низкоомным заземлением нейтрали в среде Matlab Simulink позволит выполнить анализ переходных процессов при замыканиях на землю. Полученная компьютерная модель поможет в исследовании работы токовых защит при однофазных замыканиях на землю, что позволит дать рекомендации для расчетов параметров срабатывания при проектировании сетей с низкоомным заземлением нейтрали.

Литература

1. Методические указания по выбору режима заземления нейтрали в сетях напряжением 6 и 10 кВ дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром». СТО Газпром 2-1.11-070-2006.

УДК 621.316.925.45

ПОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ 10 кВ

**АБДРАХМАНОВ А.Х., ШАРИФУЛЛИН А.Ф., ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.,
КГЭУ, г. Казань**

Науч. рук. канд. техн. наук, преп. ИСАКОВ Р.Г.

В сетях электроснабжения крупного промышленного предприятия можно выделить ряд проблем, затрудняющих организацию системы релейной защиты:

- затруднение применения токовой отсечки (ТО) на отходящих линиях малой протяженности;
- увеличение времени срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ).

В случае недостаточной чувствительности, быстродействия и селективности токовых защит, ПУЭ допускает применение дистанционной защиты (ДЗ) в простейшем исполнении.

Особенность применения дистанционных защит (ДЗ) в распределительных сетях 6-35 кВ заключается в том, что этот вид защиты не имеет практического применения в сетях с малыми токами на землю. Измерительные органы сопротивления (ИОС) в сетях с малым током замыкания на землю должны выполняться в соответствии с основными требованиями к ИОС ДЗ защиты линий напряжением 110–330 кВ.

При выполнении ДЗ в распределительных сетях с малыми токами замыкания на землю следует обратить внимание на тот факт, что защита должна реагировать не только на междуфазные короткие замыкания, но и на двойные замыкания на землю с отключением одного из мест повреждения. В таких сетях одной из главных проблем является организация селективной защиты от замыканий на землю с требуемой чувствительностью.

Целью работы является анализ поведения измерительных органов сопротивления при их использовании в сетях с малыми токами замыкания на землю. Для этого в программной среде MatLab Simulink смоделирована схема распределительной сети 10 кВ, состоящая из одной питающей и двух отходящих ЛЭП. Последовательно имитируются замыкания на землю в одной и двух точках сети. Анализируется поведения ИОС фазного и междуфазного контуров ДЗ, установленных на каждой линии.

УДК 621.316.925

О ВЫБОРЕ РАБОЧЕГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6–10 кВ

ВИНОКУРОВА Т.Ю., ВОРОБЬЕВА Е.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ШУИН В.А.

Направленные импульсные защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) на основе переходных процессов получили достаточно широкое применение в кабельных сетях 6–10 кВ. Значительного повышения устойчивости функционирования указанных защит можно добиться, если контроль направления мощности нулевой последовательности осуществлять не в заданный момент времени после пробоя изоляции, а непрерывно на всем интервале времени существования переходного процесса. Обеспечить непрерывность действия защит на основе переходных процессов, как показал анализ, можно только в ограниченной части спектра частот токов переходного процесса, для которой входные сопротивления неповрежденных линий по отношению к земле сохраняют емкостный характер. Диапазон частот зависит от параметров кабельных сетей 6–10 кВ. Расчеты по реальным данным, определенным на основе анализа систем городского и промышленного электроснабжения, показали, что в кабельных сетях 6–10 кВ входные сопротивления неповрежденных линий по отношению к земле сохраняют емкостный характер в диапазоне частот до ~ 2 кГц.

Полученные расчетным путем данные были проверены путем анализа фазных соотношений переходных токов нулевой последовательности в поврежденном и неповрежденных присоединениях на моделях кабельных сетей 6–10 кВ, учитывающих их реальную конфигурацию и параметры кабельных линий. Исследования на моделях подтвердили, что рабочий частотный диапазон должен быть ограничен до ~ 2 – 3 кГц.

С использованием указанных моделей и выявленного рабочего диапазона частот определены также требования к чувствительности устройств защиты от ОЗЗ на переходных процессах. Исследование на моделях кабельных сетей 6–10 кВ в наиболее тяжелых условиях (при малом суммарном емкостном токе кабельной сети, наиболее удаленном от шин центра питания месте ОЗЗ, при малом угле пробоя изоляции $0 \leq \varphi_{\text{пр}} < 0,1\pi$ или $0,9\pi < \varphi_{\text{пр}} \leq \pi$) с учетом влияния дуги в месте повреждения в частотном диапазоне до 2 кГц

показали, что минимальный ток срабатывания для обеспечения требуемой чувствительности ($K_{ч, \text{мин}} \geq 3$) должен иметь величину порядка 1 А.

УДК 621.315.926

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОК ПРИОРИТЕТА КЛАССА ОБСЛУЖИВАНИЯ В МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕДАЧИ GOOSE-СООБЩЕНИЙ

ЗДОРЕНКО С.Б., специалист 1 категории СРЗА Филиала
ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань
Науч. рук. начальник отдела СРЗА Филиала ОАО «СО ЕЭС» РДУ
Татарстана ИОНОВ А.А.

Протокол GOOSE, описанный главой МЭК 61850-8-1, является одним из наиболее широко известных протоколов, предусмотренных стандартом МЭК 61850. По своему назначению GOOSE-сообщение призвано заменить передачу дискретных сигналов по сети оперативного тока.

Проанализировав свойства информации, передаваемой между устройствами релейной защиты и автоматики (РЗА), были выдвинуты следующие основные требования к механизму передачи GOOSE-сообщений:

- Требуется высокая скорость передачи информации. Большая часть дискретных сигналов, передаваемых между устройствами РЗА, прямо или косвенно влияет на скорость ликвидации ненормального режима, поэтому передача сигнала должна осуществляться с минимальной задержкой.

- Требуется высокая вероятность доставки сообщения для реализации ответственных функций, например, как подача команды отключения от РЗА. Необходимо обеспечение гарантированной доставки сообщения как в нормальном режиме работы цифровой сети передачи данных, так и в случае ее кратковременных сбоев.

Согласно стандарту МЭК 61850 все коммуникационные процессы передачи данных осуществляются посредством технологии Ethernet. Кадр Ethernet GOOSE-сообщения может снабжаться метками приоритета протокола IEEE 802.1Q и метками виртуальных локальных сетей протокола ISO/IEC 8802-3. Такие метки позволяют повысить приоритет кадров при обработке их сетевыми коммутаторами.

Для выполнения вышеуказанных требований предлагается проанализировать существующие дискретные сигналы и разделить их по приоритету.

УДК 621.315.1

СПОСОБ ЛОКАЛИЗАЦИИ ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРИ ЛОКАЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ

КАСИМОВ В.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МИНУЛЛИН Р.Г.

В зимний период сверхнормативные гололедно-изморозевые отложения (ГИО) на проводах воздушных линий электропередачи (ЛЭП) становятся причиной провисания и обрывов проводов, разрушения арматуры, поломки опор воздушных линий электропередачи.

При локационном способе диагностики ЛЭП информацию несут импульсы, отраженные от имеющихся неоднородностей волнового сопротивления линии. При образовании гололедных отложений увеличивается время прохождения импульса по участку линии и появляется его дополнительное затухание. Локационный метод позволяет контролировать всю линию электропередачи, при этом определяется значение стенки гололеда, усредненное по всей длине линии. В связи с этим была поставлена задача локализации участков линии с гололедными образованиями.

Концы линий, места присоединения ответвлений к линии электропередачи, места соединения воздушных линий с кабельными вставками, а также искусственно включенные в линию неоднородности в виде ВЧ заградителей вызывают значительные изменения волнового сопротивления. Исследования чувствительности и стабильности метода локационного зондирования показали, что с использованием цифровой обработки сигналов можно обнаруживать даже незначительные изменения волнового сопротивления линии, априори присутствующие на линии. Эти неоднородности разбивают линию на короткие участки, что позволяет устранить недостаток локационного метода, заключающийся в определении интегрального по всей длине линии значения стенки гололеда. Решение о плавке гололеда должно приниматься по максимальному среди всех участков значению стенки ГИО, это в свою очередь позволит предотвратить аварии на коротких подверженных гололедообразованию участках линии.

УДК 621.315.1

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ГОЛОЛЕДА НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

ЯРУЛЛИН М.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МИНУЛЛИН Р.Г.

В настоящее время существуют три метода обнаружения гололеда на проводах линий электропередачи.

Интересные результаты по прогнозированию гололедообразования по метеорологическим данным были получены в Италии. При этом обрабатываются выходные данные прогноза погоды, такие как температура воздуха, уровень осадков, интенсивность и направление ветра.

Наиболее объективным методом измерения величины гололедной нагрузки на проводах воздушной линии является метод измерения веса одного или нескольких пролетов провода воздушной линии. Величина натяжения провода при этом определяется нагрузками от гололеда и ветра, а также температурой окружающей среды.

При локационном способе обнаружения гололеда информацию о появлении гололеда несут импульсы, отраженные от любой неоднородности волнового сопротивления линии, имеющейся на ней. При образовании гололедных отложений увеличивается время прохождения отраженным импульсом заданного участка линии с одновременным уменьшением его амплитуды.

С 1 февраля 2013 г. на ЛЭП 330 кВ «Баксан–Прохладная 2» (ОАО «МЭС Юга», Северный Кавказ) проводились совместные эксперименты по обнаружению гололеда методом взвешивания и локационным методом.

Общая динамика величины гололедных отложений в обоих регистрациях примерно одинакова. Но в деталях есть различия, т.к. при локационном зондировании контролируется вся линия, а весовые датчики контролируют только один пролет линии. При этом нет гарантии, что около установленных весовых датчиков всегда будет максимум гололедной нагрузки.

Эксперименты показывают, что локационный способ обнаружения гололедных отложений является более объективным. Идентификация места гололедного отложения, ведущего к аварии линии электропередачи, осуществляется с использованием специальных мер.

УДК 621.316

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

ИСАЕВ И.А. ОАО «Сетевая компания» филиал ПЭС, инженер СРЗАИ
Науч. рук. начальник службы СРЗАИ ПОПОНИН В.А.

Цифровые устройства релейной защиты (ЦУРЗ) по конструктивному исполнению существенно отличаются от их предшественников (электромеханических и микроэлектронных). В защитах нового поколения невозможно физически выделить отдельные функционально законченные блоки, например, такие как реле тока, сопротивления и т.д., так как назначение и работа измерительных органов (ИО) в ЦУРЗ определяется программой соответствующего алгоритма преобразования входных сигналов. Соответственно, в отличие от защит предыдущего поколения, в ЦУРЗ настройка уставок заменится параметризацией, а точность выставленных уставок зависит от двух факторов: заводской настройки аналоговых входов и аналого-цифрового преобразователя (АЦП), а также внутреннего программного обеспечения терминала. Очевидно, что все это вносит свой «отпечаток» и на проведение работ по техническому обслуживанию, в частности наиболее актуальным при этом является не проверка характеристик измерительных органов, а проверка логики защиты.

Согласно статистике, большая часть технологических нарушений на объектах ЕНЭС связана с ЦУРЗ, основная причина которых низкое качество выполнения проектных, монтажно-наладочных работ и приемки оборудования. Очевидно, что такая ситуация совершенно недопустима и необходимо принимать специальные меры для повышения качества работ и исключения при их проведении ошибок.

Эффективным средством контроля правильности реализации работ является проведение автоматизированной комплексной проверки (АКП), под которой понимается совокупность проверок функций защиты и автоматики по своему характеру наиболее приближенная к реальным условиям эксплуатации, состав которых необходим и достаточен для оценки общей работоспособности устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Данный подход основан на концепции «черного ящика» – на входах цифровых устройств релейной защиты (ЦУРЗ) создаются сигналы, соответствующие различным повреждениям в энергосистеме и контролируется правильность генерируемых комплексом команд и сообщений.

Литература

1. Шнеерсон. Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – М: Энергоатомиздат, 2007.

СЕКЦИЯ 9. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

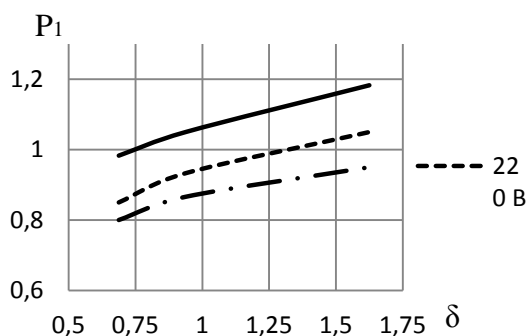
УДК 621.313.333.2

ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА

АЛИМБАЕВ А.Б., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АФАНАСЬЕВ Ю.В.

Внедрение современного оборудования и совершенствование технологии для достижения наиболее технологичного решения требуют расчетного и практического уточнения таких величин как: припуски на обработку поверхностей, допуски на межоперационные и окончательные размеры. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования влияния точности исполнения воздушного зазора на потребляемую мощность асинхронных двигателей малой мощности с целью определения максимально допустимых отклонений размеров диаметров ротора и статора, образующих воздушный зазор. Эксперименты проводились на специальном стенде на режимах холостого хода и под номинальной нагрузкой по методике ГОСТ 7217-87. При номинальном напряжении и его допустимых отклонениях по ГОСТ 16264.0-85. изменение зазоров достигались проточкой ротора по наружному диаметру.



Зависимость потребляемой мощности АД от величины воздушного зазора

Из анализа полученных данных следует, что при работе под нагрузкой потребляемая мощность находится в пределах максимально допустимых значений при изменении зазора от 0,6 до 1,6 расчетной величины 0,75. Полученные соотношения величин зазора могут быть использованы при корректировке или назначении допусков на соответствующие поверхности статора и ротора.

УДК 621.317.083-088

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

АЛЛЯМОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) позволяет решать целый спектр научных и прикладных задач, связанных с геологией, метеорологией, сельским хозяйством, с изучением климата и поиском полезных ископаемых. В данной работе приведены результаты оснащения обычной радиоуправляемой авиамодели аппаратурой для GPS навигации, а также системой управления полетом и передачи телеметрической информации по радиоканалу. В качестве силовой установки был выбран миниатюрный бесколлекторный двигатель Turnigy L2210A-1650 Brushless Motor (180w). Изменение траектории полета осуществляется двумя сервоприводами HobbyKing НК-922MG 1.8 кг/ 12 г/ 0.07 сек. Бортовая аппаратура (БЛА) состоит из приемника и передатчика, работающих на частоте 2.4 ГГц, системы телеметрии Eagle Tree Video OSD Pro Expander и цветной миниатюрной видеокамеры 1/3 SONY EXview HAD CCD II. Скорость, высота полета, а также координаты (БЛА) определяются с помощью GPS. Управление полетом и регистрация телеметрической информации ведется приемо-передающей аппаратурой Turnigy iMAX-9x. В дальнейшем предполагается дополнить бортовую аппаратуру датчиками для мониторинга окружающей среды.

БЛА представляет собой летающее крыло с толкающим винтом, выполнено из листовых пенопластов двух марок (ППС и ПХВ); силовые элементы из авиационной фанеры, армированной кевларом. Все поверхности покрыты цветной термоусадочной гидроизолирующей пленкой.

Размах крыла 1185 мм, площадь 26 дм^2 , взлетный вес ___г. Скорость полета от 50 до 160 км/час, высота полета до 2000м, продолжительность

полета ограничивается емкостью силового аккумулятора, при 1,3 Ah – до 40 минут. Управление достаточно эффективное, осуществляется элевонами (смикшированные элероны и рули высоты). Бортовая аппаратура, аккумуляторы и двигатель скомпонованы в подвесной гондоле, прикрепленной к крылу на резиновых амортизаторах. Предполетная подготовка и проверка всех систем занимает 10–12 мин.

УДК 62-83+519.85

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЫМОСОСА С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

АНИКИН В.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

Целью работы является разработка математической модели электропривода дымососа.

Наиболее простым и самым распространенным способом регулирования дымососов является дросселирование. При этом дымосос вхолостую расходует часть своей мощности, преодолевая вводимое во всасывающий воздуховод сопротивление (шибер). Поэтому часть потребляемой агрегатом электроэнергии расходует вхолостую. Таким образом, технология дроссельного регулирования (с помощью задвижек) неэкономична, требует постоянного контроля дежурным персоналом, допускает большие колебания, вызывает повышенный износ оборудования.

Наиболее эффективным и экономичным способом регулирования производительности дымососа является плавное изменение скорости вращения, которое достигается применением частотно-регулируемого электропривода.

В ходе работы рассчитаны требуемая мощность асинхронного двигателя и параметры схемы замещения. Составлена математическая модель электропривода с применением программы MatLab Simulink, получены графики переходных процессов. Проведен анализ энергетической эффективности.

Разработанная математическая модель позволяет исследовать режимы работы электропривода в установившихся и переходных режимах.

УДК 65.011.56

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО СЛЯБА

АПЕТ А.А., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛУКЪЯНОВ С.И.

В настоящее время одним из грубых дефектов непрерывно литой заготовки, является продольная трещина на поверхности сляба. Одним из резервов повышения эффективности работы машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) является своевременное выявление таких дефектов.

В результате исследований выявлены диагностические признаки продольных трещин и предложена структурная схема системы диагностирования.

В ходе выполнения работы были разработаны алгоритмы и реализованы следующие программы:

- подпрограмма обмена информацией с ADS сервером;
- подпрограмма обмена информацией с OPC сервером;
- программа детектирования продольных трещин;
- программа просмотра и анализа архивных данных.

Система раннего обнаружения возникновения трещины была внедрена в августе 2013 г. на МНЛЗ № 6 ОАО «ММК».

За контрольный период службой контроля продукции выявлено 143 продольные трещины, из которых системой обнаружено 103 трещины.

В результате анализа работы системы установлено:

- количество трещин обнаруженных системой составляет 72 %;
- количество ложных сигналов составляет в среднем 2 на плавку.

По результатам экспериментальных испытаний системы диагностирования технологическим персоналом определены следующие направления дальнейших научных и практических исследований:

- уменьшение количества ложных сигналов;
- разработка алгоритма определения окончания трещины.

Выполнение указанных исследований позволит уточнить диагностические признаки и детектировать продольные трещины с более высокой вероятностью.

УДК-622.276.53:681.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛИННОХОДНОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

АХМЕТОВ Р.Р., АГНИ, г. Альметьевск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТОМУС Ю.Б.; ст. преп. ЯКУНИН А.Н.

Анализ мирового опыта создания нового и модернизации действующего технологического оборудования показывает высокую динамику развития регулируемых электроприводов, с применением автоматизированной системы управления и использованием информационных средств, главной целью которого является стремление к максимальному повышению производительности технологического оборудования со снижением потребления электроэнергии при сохраненном качестве производимой продукции.

Объектом исследования рассматривается электропривод длинноходной насосной установки (ДХНУ), разработанный на базе научно-образовательного центра Альметьевского государственного нефтяного института. Данный механизм предназначается для добычи высоковязкой и высокогазированной нефти и имеет более сложное управление, по сравнению с другими нефтедобывающими механизмами.

Эффективность работы ДХНУ достигается установкой частотно регулируемого электропривода, оснащенного микропроцессорной системой управления и составлением алгоритма управления.

Предполагаемый комплекс технических мероприятий позволит достигнуть высоких показателей качества регулирования скорости электродвигателя, а также к снижению потребления электроэнергии, связанной с оптимальным управлением электропривода и к снижению пусковых токов при осуществлении реверса.

УДК 62.519

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ
«YOKOGAWA» С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ «CENTUM CS 3000»**

БАЙТИМИРОВ И.Г., ПАНФИЛОВ В.В., ЮРТАЕВ Д.В., ЯКУПОВ А.Д.,
(ф) УГНТУ в г. Салават

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

Традиционные технологии обучения, основанные на непосредственном взаимодействии преподавателей с учащимися, формировались и применяются в течение многих десятилетий преподавателями и методистами, стали привычными и общепринятыми. Такая образовательная система в значительной мере перестала удовлетворять потребности в получении и совершенствовании образования.

Для повышения эффективности обучения при небольших финансовых затратах на освоение новых типов оборудования, а также предоставления возможности обучения студентов на дому, обучение обучающихся других вузов, не имеющих соответствующих лабораторий, предлагается использовать возможности компьютерных технологий и глобальной сети.

В состав учебно-технической базы университета входит установка Yokogawa CENTUM CS 3000, сочетающая следующие компоненты: рабочий стенд, автоматизированное рабочее место и система управления. Установка является физической моделью технологической линии, ориентированной на регулирование давления, расхода, температуры и уровня в системе.

Исходя из обозначенных проблем, была реализована система дистанционного управления установкой Yokogawa CENTUM CS 3000, которая предназначена для дистанционного выполнения лабораторных работ и включает в себя такие пункты: получение доступа к лабораторной работе и установке, выполнение лабораторной работы, отправка отчета по лабораторной работе в электронном виде.

Данная система значительно удешевляет стоимость обучения, так как появляется возможность выполнения работы в режиме реального времени без дополнительных затрат на приобретение лабораторного оборудования.

Разработка является актуальной и перспективной, ее реализация позволит повысить рентабельность оборудования и увеличить интеграцию с другими вузами и информатизацию образования в учебном заведении.

УДК 621.771

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСИЛИЙ ВЫТЯГИВАНИЯ СЛИТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ТЯНУЩИХ РОЛИКОВ МНЛЗ

БУЗЫКАЕВ Б.Б., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛУКЪЯНОВ С.И.; ст. преп. ФОМИН Н.В.

Качество непрерывнолитых слитков, получаемых на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) во многом определяется величиной продольных усилий, создаваемых в слитке электроприводом тянущих роликов. Неконтролируемое распределение моментов вытягивания по электроприводам тянущих роликов зоны вторичного охлаждения МНЛЗ приводит к возникновению значительных по величине продольных усилий в теле слитка, приводящих к возникновению различного вида дефектов. В настоящее время на МНЛЗ внедренные системы управления электроприводом тянущих роликов не обеспечивают возможность распределения моментов вытягивания по электродвигателям тянущих роликов. При промышленной эксплуатации МНЛЗ не выполняется расчет требуемых по технологии усилий вытягивания слитка и не имеется возможность формирования необходимого распределения моментов вытягивания по электродвигателям тянущих роликов. Поэтому актуальной задачей является создание системы управления электроприводом тянущих роликов с возможностью распределения моментов вытягивания слитка по электродвигателям тянущих роликов на основании расчета требуемых по технологии усилий вытягивания слитка. При реализации системы требуемого распределения моментов вытягивания по электроприводам тянущих роликов необходимо выполнить исследование влияния технологических факторов на величину усилия вытягивания в межроликовом пространстве зоны вторичного охлаждения МНЛЗ. Автором самостоятельно выполнен анализ влияния технологических факторов, таких как скорость вытягивания слитка, изменение коэффициентов трения качения ролика по слитку и трения в опорах роликов, коэффициента сцепления слитка с роликом, ширины и высоты слитка, на величину продольных усилий в теле слитка. Проведенные исследования позволяют сформулировать требования к синтезу системы формирования распределения моментов по электродвигателям тянущих роликов и разработке алгоритмов управления электроприводом.

УДК 621.314

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА ОСНОВЕ ДВУХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

БЫЧКОВ К.Ю., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **УРАЗБАХТИНА Н.Г.**

Предлагаемое устройство представляет собой цифровой аналог системы для управления двухфазным асинхронным двигателем, с повышенными энергетическими и качественными показателями, что является актуальным во многих устройствах ЭЛА. В частности может быть применено в следящих системах.

Стабилизированный электропривод на двухфазном асинхронном двигателе разработан и изготовлен автором, основу электропривода составляет инвертор, управляемый микроконтроллером, который в свою очередь выполняет несколько функций:

- управление силовыми ключами инвертора;
- вывод заданной и текущей частоты вращения двигателя на встроенный в систему экран данных;
- осуществляет возможность передачи данных на персональный компьютер, работающий в интерактивном режиме.

Разработанная система управления электроприводом не только является замкнутой по сигналу обратной связи от датчика оборотов, т.е. реализует принцип стабилизации, но и может работать по принципу регулирования частоты вращения электропривода, предоставляя оператору менять задающий сигнал. Алгоритм работы электропривода сводится к следующему:

программа микроконтроллера вначале запрашивает требуемое количество оборотов, следующим ее шагом является запрос на запуск привода. После того как пользователь нажимает кнопку «Пуск», программа микроконтроллера запускает счетчик и на основе считанного числа прерываний определяет скорость вращения двигателя. Далее микроконтроллер выдает импульсы управления на отпирание и запираание транзисторов инвертора, начиная с минимальной частоты переменного напряжения на выходе инвертора. Привод начинает набирать обороты, микроконтроллер постоянно считывает данные с датчика оборотов и сравнивает их с заданными значениями. Знак сигнала рассогласования приводит к увеличению или уменьшению частоты инвертора. Этот цикл позволяет нагружать привод, и он будет в определенном диапазоне

удерживать обороты двигателя постоянными. Система управления в конце каждого цикла отправляет данные на встроенный экран и персональный компьютер, который обрабатывает данные, полученные с микроконтроллера, и визуализирует работу привода. Если привод окажется перегружен и его пуск не будет возможен, то питание двигателя будет отключено.

УДК 621.313

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СТЕНДА АНАЛИЗА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

ВЕРЕМЕЕВ А.А., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц., МИТРОФАНОВ С.В.

В настоящее время происходит рост предприятий и цехов в составе предприятий, занимающихся ремонтом электродвигателей, трансформаторов и другого электрооборудования. Это вызвано экономической выгодой ремонта вышедшего из строя электрооборудования в сравнении с приобретением нового. Например, стоимость ремонта электродвигателя составляет от 20 до 60 % стоимости нового. Кроме этого в эксплуатации находятся уникальные электродвигатели, не имеющие аналогов для замены после аварии. Электрооборудование проходит ремонт механической части и электрической части. Большое значение имеет проведение испытаний после ремонта, так как при этом выявляются возможные дефекты.

В связи с этим нами разрабатывается программно-аппаратный комплекс, который должен обладать способностью проводить определенные виды испытаний. Например, испытание асинхронного двигателя в режиме холостого хода и короткого замыкания.

Программно-измерительный комплекс автоматизированного испытания асинхронных двигателей должен обеспечивать измерения следующих величин при холостом ходе и коротком замыкании:

- ток во всех фазах (среднее, действующее, амплитудные значения);
- фазное напряжение на всех фазах (среднее, действующее, амплитудные значения);
- активную и полную потребляемую мощность (по фазам и суммарную);
- активные сопротивления фаз при постоянном токе;

- температуру обмоток всех фаз (при наличии заложенного внутрь машины датчика температуры);
- уровень шума и вибрации асинхронного двигателя (количество точек по желанию заказчика);
- коэффициент мощности;
- частоту вращения вала и направление вращения;
- сопротивление изоляции обмотки статора;
- температура корпуса статора (количество точек по желанию заказчика).

УДК 534+681,3

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФИЛЬТРОВ В СРЕДЕ MATLAB

ВОТЧИННИКОВ А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

Главные преимущества «языка технических вычислений» MatLAB, которые выгодно отличают его среди других существующих ныне математических систем и пакетов, состоят в следующем: система MatLAB специально создана для проведения именно инженерных расчетов; язык программирования системы MatLAB весьма прост, близок к языку BASIC; MatLAB является открытой системой; практически все процедуры и функции MatLAB доступны не только для использования, но и для корректировки и модифицирования; возможность использовать практически все вычислительные возможности системы в режиме научного калькулятора; последние версии MatLAB позволяют легко интегрировать ее с текстовым редактором Word; по скорости выполнения задач она опережает многие другие подобные системы.

Для проектирования фильтров в среде MatLab необходимо решить следующие задачи:

1. Ввод коэффициентов передаточной функции фильтра и построение графика частотных характеристик аналогового фильтра-прототипа.
2. Нули и полюсы аналогового фильтра-прототипа и их преобразование в коэффициенты передаточной функции.
3. Расчет аналогового фильтра-прототипа по заданным требованиям к его характеристике затухания.

4. Нахождение передаточной функции цифрового фильтра по аналоговому прототипу методом билинейного z-преобразования, методом инвариантной импульсной характеристики.

5. Структуры цифровых фильтров и соответствующие им алгоритмы цифровой фильтрации.

6. Просмотр характеристик синтезированного цифрового фильтра.

7. Синтез цифрового фильтра с использованием программы fdatool.

8. Исследование влияния квантования сигналов и коэффициентов фильтра на характеристики фильтра.

9. Моделирование работы цифрового фильтра.

УДК 62.83

СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДОМ БЕСЕКЕРСКОГО

ГАЛИЕВА А.Р., МАЛЁВ Н.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Сформулируем основные этапы синтеза регулятора положения:

1. Определение передаточной функции неизменяемой части $W_H(s)$.

2. Определение желаемой передаточной функции $W_{ж}(s)$, характеризующей поведение скорректированной системы. Ее определение выполняется на основании требований, предъявляемых на проектирование системы. При синтезе корректирующих устройств по показателю колебательности задача формирования желаемой передаточной функции $W_{ж}(s)$ сводится к определению связи ее с показателем колебательности и заданными требованиями на проектирование.

3. Определение передаточной функции регулятора по выражению $W_{рп}(s) = \frac{W_{ж}(s)}{W_H(s)}$. По полученной передаточной функции строится ЛАЧХ, и путем аппроксимации, полученной ЛАЧХ, асимптотами определяются вид и параметры упрощенного регулятора положения $W_{рп}(s)$.

4. Проверка выполненного синтеза осуществляется путем моделирования системы и оценки его результатов с точки зрения удовлетворения требованиям на проектирование.

5. В случае неудовлетворительных результатов моделирования по передаточной функции $W_{ж}(s)$ строятся желаемые ЛЧХ и определяется

частота среза $\omega_{жс}$. Затем желаемую передаточную функцию следует умножить на выражение

$$W_{дк}(s) = \frac{T_{дк}s + 1}{\tau s + 1}, \quad (1)$$

где $W_{дк}(s)$ – передаточная функция дифференцирующего контура первого порядка, $T_{дк} = 1/\omega_{жс}$; $\tau \ll T_{дк}$ – постоянные времени дифференцирующего контура, и определить передаточную функцию $W'_{ж}(s) = W_{дк}(s)W_{ж}(s)$. Благодаря наличию в выражении (1) производной от входного воздействия обеспечивается увеличение устойчивости желаемой части подъемом ее фазовой частотной характеристики в зоне частоты среза.

УДК 62-83

РАСЧЕТНО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ УПП-АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

ГАЛИУЛЛИН К.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Прямой пуск асинхронного электродвигателя вызывает большие пусковые токи, в 6–10 раз превышающие номинальные. Такой ток чрезмерно нагревает изоляцию, что приводит к ее старению и уменьшению срока службы двигателя. При прямом пуске крутящий момент на валу двигателя также значительно превышает номинальный, что приводит к перегрузке приводимых механизмов, вибрации, и может вызвать поломку привода. Для предотвращения таких условий пуска, в электроприводе, где нет необходимости регулировать скорость вращения двигателя (вентиляторы, конвейеры и т.п.), применяют устройства плавного пуска (УПП).

Плавный пуск двигателя с помощью УПП позволяет снизить пусковые токи до 2–3 номинальных, уменьшить момент на валу двигателя (что снизит риск поломки привода). В докладе представлена разработанная система: «УПП асинхронный двигатель» в виде лабораторного стенда для исследования электропривода переменного тока с устройством плавного пуска MCD 3000. Стенд состоит из информационной и силовой части. В информационную часть входит электромонтажный шкаф, который включает в себя коммутационную аппаратуру. И силовую часть, которая представлена двумя двигателями: асинхронным двигателем АИР 90L2У2 и

двигателем постоянного тока с независимым возбуждением 4ПО112М2УХЛ4. Двигатели смонтированы на общей станине согласно требованиям. Расчетно-экспериментальным путем были сняты и изучены характеристики пускового тока и скорости двигателя АИР 90LD2У2 при пуске асинхронного двигателя с ограничением тока, а также характеристики пускового тока и скорости двигателя при пуске асинхронного двигателя с управлением моментом.

Практические измерения показывают, что при использовании устройства плавного пуска значительно снижается риск деформации и разрушения вала и привода электродвигателя, так же в 1,5–3 раза снижаются пусковые токи.

УДК 62 – 83 – 52

ДВУХЗВЕННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ С УЛУЧШЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ

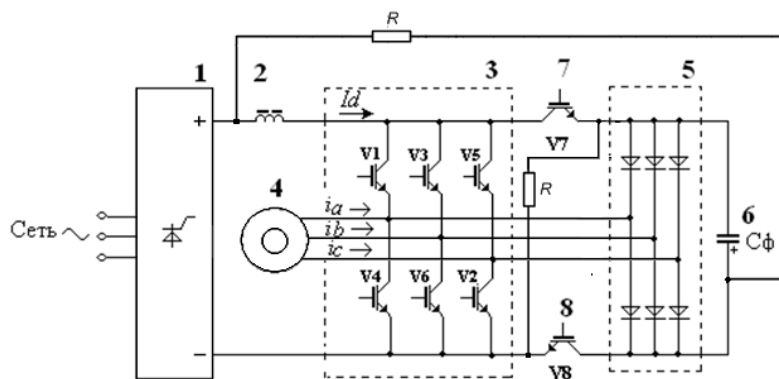
ДАВЛЕТОВ Р.Р., НХТИ, г. Нижнекамск

Науч. рук. канд. техн. наук ГАНИЕВ Р.Н.;

канд. техн. наук СИДОРОВ С.Н.

В классическом АИТ имеются шесть коммутирующих неполярных конденсаторов. Это усложняет схему и делает ее достаточно дорогой.

Упростим АИТ, выполнив его на запираемых вентилях, например IGBT. Однако запираение IGBT транзисторов сопровождается в схеме АИТ резким прерыванием тока в обмотках АД. Это приводит к перенапряжению кратностью в 5–10 раз, превышающей амплитуду питающего напряжения. Ключи IGBT не выдерживают такого перенапряжения. В этом и состоит главная задача разработки нового инвертора тока на запираемых ключах типа IGBT.



Предлагаемая схема двухзвенного преобразователя частоты

Предлагаемая схема на рисунке. Кроме инвертора тока на шести IGBT транзисторах в составе двухзвенного преобразователя частоты предлагается демпфирующее устройство для защиты от перенапряжений. Главные элементы демпфирующего устройства: полярный конденсатор – фильтр и диодный выпрямительный мост. Конденсатор до работы инвертора должен быть заряженным, чтобы при начале работы инвертора не возникли броски тока. Для этого мы конденсатор соединим с выпрямителем через два резистора согласно схеме.

Достоинством схемы является: 1) получение плавной коммутации токов в статорных обмотках, устраняющего неблагоприятное влияние на питающую сеть; 2) уменьшение числа конденсаторов; 3) устранение накапливания заряда на полярном конденсаторе без рассеивания энергии в разрядном резисторе 4) новая элементная коммутация.

УДК 62-83

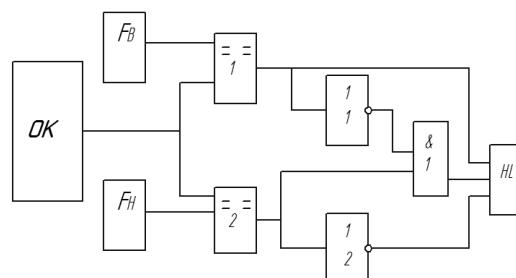
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КАНАЛА ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЖУРКИН Е.М., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОЗЕЛКОВ О.В.

Для проведения лабораторных работ по кафедре «Приборостроение и автоматизированный электропривод» был разработан стенд для исследования канала допускового контроля, который позволяет работать в двух режимах: режим контроля параметра исследуемым каналом контроля и режим параллельного измерения величины в эталонном измерителе. С помощью данного стенда можно выявить ложные и необнаруженные отказы, которые могут быть подсчитаны при многократном повторении основного режима.

Функциональная схема устройства, реализующего амплитудный (по величине параметра) метод допускового контроля напряжения постоянного тока по величине параметра представлен на рисунке.



Функциональная схема устройства

Устройство работает следующим образом: контролируемый параметр U_X подается на сравнивающие входы компараторов 1 и 2. На другие входы компараторов 1 и 2 поступают граничные значения параметра U_X , которые вырабатываются формирователями допусков.

В случае отсутствия сигналов на выходах компараторов включается транспарант МЕНЬШЕ. Если же на выходе второго компаратора появляется единичный сигнал, а на выходе первого – сигнала нет, тогда высвечивается транспарант НОРМА. Решение БОЛЬШЕ вырабатывается системой контроля при наличии сигнала на выходе первого компаратора.

Описанный метод допускового контроля в данной работе исследуется с точки зрения достоверности результатов контроля.

Даная установка может быть использована при контроле допускового канала и определять вероятности ложных и необнаруженных отказов.

УДК 621.313

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВЫМ КОМПЬЮТЕРОМ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДА

ИДИЯТУЛЛИН Т.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

В данной работе рассматривается программа на базе Android устройств для контроллера Arduino uno.

При наблюдении за параметрами электровелосипеда таких как: емкость заряда, тока двигателя, температура, скорость на дисплее бортового компьютера есть необходимость передавать все информационные данные на планшет по средствам bluetooth связи. Задачей создания программы служит:

1. Использование беспроводной связи как «ключ-замок».
2. Использование программы для отслеживания местонахождения при помощи GPS канала.
3. Проведение дистанционного мониторинга узлов электровелосипеда.

Разработана и опробована программа для беспроводного управления бортовым компьютером электровелосипеда.

УДК 681.313

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

МАГСУМОВ Д.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Шаговые электродвигатели широко применяются в приводах машин и механизмов, работающих в старт-стопном режиме и в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задается последовательностью электрических импульсов, а также в станках с ЧПУ. В отличие от сервоприводов, шаговые приводы позволяют получать точное позиционирование без использования обратной связи от датчиков углового положения. Цель данной работы – создание макета учебного стенда с программным управлением шаговым двигателем. Для формирования требуемой последовательности импульсов управления шаговым двигателем использован микроконтроллер Atmega8A. В разработанном стенде применен шестифазный шаговый двигатель ШД-5Д1МУ3 В силовом каскаде применены транзисторы, обеспечивающие ток нагрузки на каждую фазу двигателя до 3 А. Разработанная программа управления позволяет исследовать работу шагового двигателя в статическом, квазистатическом, установившемся и переходном режимах, а также в режиме дробления шага. Шаговый двигатель с регулируемой механической нагрузкой выполнен в виде отдельного блока.

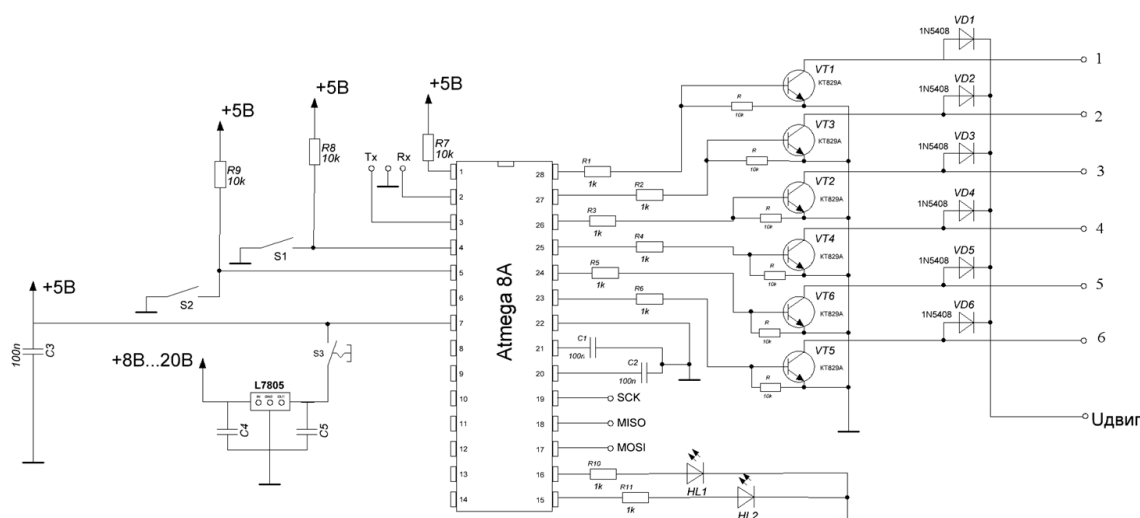


Схема лабораторного стенда с программным управлением шаговым двигателем

УДК 621.313

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА В ДВУХ УПРУГО СВЯЗАННЫХ СРЕДАХ «ТРУБА-ЦЕМЕНТНОЕ КОЛЬЦО»

МАЛАЦИОН А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Контроль наличия цементного кольца и состояние его контакта с колонной и стенками скважины является сложной технической задачей, направленной на экологическую безопасность. В работе рассматривается метод виброакустической цементометрии скважин (ВАЦ), как наиболее удобный и простой метод, который не требует спуска оборудования в тело скважины при проведении промысловых исследований. Принцип действия основан на классическом эхо-методе неразрушающего контроля. Единственным отличием от обычных эхо-методов является большая протяженность объекта контроля. Решается задача моделирования прохождения звука по трубе, окруженной другой средой – бетоном.

Ставится цель – разработка алгоритма зондирования и приема отраженного сигнала. Задача разбивается на следующие подзадачи:

1) создание математической модели; 2) разработка компьютерной программы в среде графического программирования LabView, позволяющей моделировать различные режимы зондирования (импульс, модулированный сигнал и сигнал с линейно изменяющейся частотой); 3) разработка компьютерной программы, исследующей различные виды дефектов (наличие или отсутствие контакта цемента с трубой на заданной глубине).

Прохождение звука по трубе (стальной), окруженной внешней средой, например бетоном, описывается системой волновых дифференциальных уравнений (1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{d^2 x_1}{dx^2} \left(\frac{k_1}{\rho_1} \right) + (x_2 - x_1) \left(\frac{k_2}{\rho_1} \right) \\ \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{d^2 x_1}{dx^2} \left(\frac{k_1}{\rho_1} \right) + (x_1 - x_2) \left(\frac{k_2}{\rho_2} \right) \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{d^2 x_1}{dx^2} \left(\frac{k_1}{\rho_1} \right) + (x_2 - x_1) \left(\frac{k_3}{\rho_1} \right) \\ \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \frac{d^2 x_1}{dx^2} \left(\frac{k_1}{\rho_1} \right) + (x_1 - x_2) \left(\frac{k_3}{\rho_2} \right) \end{array} \right. \quad (1)$$

где k_1 , k_2 – упругость двух сред (сталь, бетон), k_3 – постоянная упругого взаимодействия между двумя средами, ρ_1 , ρ_2 – плотности двух сред.

Программа численно решает систему уравнений (1) и получает отклик системы на зондирование в виде кривой продольного смещения в

бетоне – x_1 и кривой поперечного смещения в трубе – x_2 . При этом звуковой импульс возбуждается в стальной трубе и наблюдается в точке возбуждения звука (торец трубы). Программа оформлена в виде виртуального прибора.

УДК 62.501.14

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЛИНЕЙНЫМ ЗАКОНОМ УПРАВЛЕНИЯ

МАЛЁВ Н.А., МАРТЫНОВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Силы сопротивления вращению космического аппарата (КА) (аэродинамические, магнитные, светодинамические) могут привести к тому, что угловая скорость собственного вращения КА станет существенно меньше номинальной. Кроме естественных сил этому содействуют силы внутреннего трения в упругих элементах конструкции КА и в стыках между деталями. При нутационных колебаниях КА в местах стыка деталей возникают относительные микросмещения, которые сопровождаются рассеиванием энергии, существенно превышающим потери от внутреннего трения. Кроме того, изменение скорости вращения КА может быть вызвано перемещением членов экипажа, вращением элементов, раскрытием и закрытием солнечных батарей, переориентацией антенн и т.п. Даже незначительное изменение момента инерции аппарата относительно оси собственного вращения приведет к изменению его угловой скорости.

При изменении момента инерции на величину $\pm \Delta J$ из уравнения движения $(J_0 \pm \Delta J)\ddot{\theta}$ после интегрирования при $\dot{\theta}_0 \neq 0$ будем иметь $\frac{\dot{\theta}_0}{\dot{\theta}} = 1 \pm \frac{J_0}{\Delta J}$, т.е. скорость собственного вращения КА изменится на относительную величину $|\Delta J|/J_0$.

Уменьшение угловой скорости вращения будет оказывать непосредственное влияние на динамику КА и в конечном итоге может привести к потере его устойчивости. В этой связи КА должен быть оснащен системой стабилизации скорости вращения. Для реализации линейной системы требуется измеритель угловой скорости и исполнительный орган с линейными статическими характеристиками. Момент управления формируется в соответствии с законом

$$M_{y\Pi} = K_{\dot{\theta}} \Delta \dot{\theta} = K_{и} K_{y} K_{\Pi} \Delta \dot{\theta},$$

где $K_{и}$ – крутизна статической характеристики измерителя угловой скорости; K_y – коэффициент усиления усилителя; K_{Π} – коэффициент передачи привода.

УДК 621.186.842

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ НА ТРУБОПРОВОДАХ

МАСИАБ А.Г.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КАШАЕВ Р.С.

Проблема выработки электроэнергии (ЭЭ) в системах электропитания автономных приборов и средств автоматики на трубопроводах в непрерывном режиме, независимых устройств зарядки аккумуляторов компьютеров, датчиков JPS-навигации, экологических устройств электропитания и других стоит достаточно остро.

В качестве такого источника возможно использование прямого преобразования перепада температур в окружающей среде с помощью термоэлектрических преобразователей (ТЭ), основанных на эффекте Зеебека. Устройства электропитания на этом принципе способны к круглосуточной (включая и ночное время) выработке ЭЭ в том случае, если использовать экзотермический эффект ФП некоторых неорганических и органических веществ. Перепады температур могут создаваться также путем нагрева теплоаккумулирующих веществ в дневное время и отдачи тепла в ночное. Устройство может найти применение в климатических зонах с резким перепадом температур в течение времени суток – в горных, пустынных местностях, на морских побережьях и др. В качестве рабочих жидкостей могут быть применены кристаллогидратные соли, имеющие температуру ФП в области 0–100 °С.

ТЭ при перепаде температур $\Delta T_{ТЭ}$ вырабатывают электрический ток, который по проводам передается в блок управления контроллера типа используемого для подзарядки аккумуляторов компьютеров Ноутбук. К емкости с рабочим веществом может быть прикреплен солнечный коллектор для поглощения солнечной радиации. В качестве примера при остывании соли $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ наблюдается, что при изменении температуры

в области ФП изменяется и напряжение. Технический результат достигается в устройстве способом выработки ЭЭ использованием ТЭ типа ТЕС1-12606С, обеспечивающих выработку тока до 2А при перепаде температур 60 °С. В устройстве по сравнению с известными ТЭ устройствами с КПД до 7 % удалось повысить КПД в 1,5–2 раза до 10–14 %, а также, что, возможно важнее, добиться круглосуточной работы ТЭАИП, т.е. увеличение времени его функционирования на 50 %.

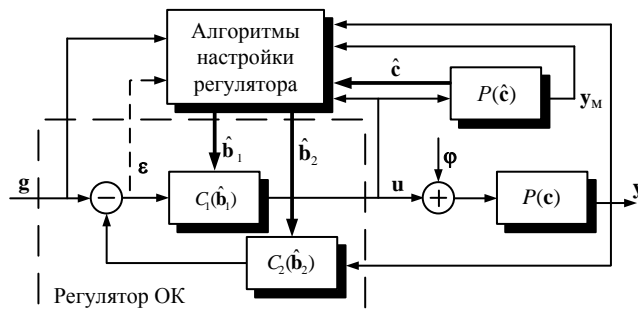
УДК 681.513

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С БЕСПОИСКОВЫМ АЛГОРИТМОМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГРАДИЕНТА ЦЕЛЕВОГО ФУНКЦИОНАЛА

МАЯМСИНА Д.Г., МАЛЁВ Н.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Одной из задач управления динамическими объектами является достижение необходимых целей в условиях, когда классические подходы к синтезу систем на основе обратных связей по измеряемым переменным состояния оказываются недостаточными из-за неполноты информационного обеспечения, возникающей в силу неконтролируемой нестационарности характеристик объекта и стохастической природы воздействий внешней среды. Эта задача может быть решена путем применения адаптивных систем управления.

Для синтеза структуры и алгоритмов адаптивного управления воспользуемся беспойсковым алгоритмом вычисления текущих значений градиента целевого функционала и настраиваемой модели объекта. Структурная схема системы изображена на рисунке.



Структурная схема адаптивной системы с поиском градиента целевого
функционала и с настраиваемой моделью объекта

Регулятор основного контура (ОК) с фиксированной структурой контроллеров $C_1(\mathbf{b}_1)$, $C_2(\mathbf{b}_2)$ настраивается параметрами $\hat{\mathbf{b}} = \text{col}(\hat{\mathbf{b}}_1; \hat{\mathbf{b}}_2)$. В алгоритмах настройки используется текущая измерительная информация в основном контуре: задание $\mathbf{g}(t)$, управление $\mathbf{u}(t)$, рассогласование $\boldsymbol{\varepsilon}(t)$, выходная координата $\mathbf{y}(t)$ и оценки текущих и неизвестных параметров ($\hat{\mathbf{c}}$) объекта управления, заданного оператором $P(\mathbf{c})$. Для вычисления оценок $\hat{\mathbf{c}}$ используется настраиваемая модель с оператором $P(\hat{\mathbf{c}})$, эквивалентным оператору $P(\mathbf{c})$.

УДК 62-83

СОЗДАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

НОСИКОВ Р.С., МАХМУТОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

Основной задачей создания исследовательского стенда является испытание электрических машин по ГОСТ 11828-86 (Машины электрические вращающиеся. Общие методы исследования).

Однако эти испытания ориентированы на нерегулируемые электроприводы. В условиях замены нерегулируемых электроприводов на частотно регулируемые электроприводы возникает актуальная проблема испытаний электрического двигателя совместно с преобразователями частоты, а также устройствами плавного пуска. В докладе рассматривается назначение, состав и структура исследовательского стенда на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором АИР 90L2У2 с преобразователем частоты ATV-58 фирмы Schneider Electric.

В данном стенде существует возможность исследования работы системы ПЧ-АД при различных видах нагрузки, а также при работе системы с электрическими фильтрами. Стенд позволяет снимать осциллограммы непосредственно с внутренних узлов преобразователя частоты. Также стенд оборудован цифровым измерителем мощности PM500 фирмы Schneider Electric. Нагрузку симулирует электрический двигатель постоянного тока с независимым возбуждением 4ПО112М2УХЛ4, управляемый либо от тиристорного преобразователя, либо по цепи обмотки возбуждения. Данные электрические двигатели соединены соосно жесткой зубчатой муфтой. После проведения экспериментов и проверки основных и вспомогательных узлов

построенного стенда будет разработана методика исследований частотно регулируемого электропривода.

УДК 621.317

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО КАНАЛА КОНТРОЛЯ УГЛА СДВИГА ФАЗ ПЕРЕМЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

ПРИМЕРОВ В.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Современные системы контроля и управления осуществляют, как правило, обработку большого числа физических величин. Отбор информации от объекта контроля при этом осуществляется периодическим подключением на определенное время его выходов (контрольных точек) к соответствующим входам системы контроля и управления. Устройство, которое преобразует пространственно разделенные аналоговые сигналы в сигналы, разделенные во времени, и наоборот называется коммутатором сигналов.

Кроме временного разделения каналов, коммутаторы используются в СКУ для подключения выходных сигналов в определенной последовательности к устройствам представления информации; для распределения сигналов, несущих служебную информацию; для формирования сложных сигналов специально. В данном проекте предложен вариант лабораторной установки по исследованию контроля угла сдвига фаз.

1. Закрепить знание конструкции, принципа действия, схемы основных типов коммутаторов и их технических характеристик.

2. Приобретение практических навыков в развитии умений в проведении экспериментальных исследований и обработке результатов эксперимента. Исполнение – переносной вариант с внешним подключением осциллографа и генератора звуковой частоты.

УДК 621.778.1.068-83-52

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАТЯЖЕНИЕМ РАЗМОТОЧНОГО АППАРАТА ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АРМАТУРНОЙ СТАЛИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

САФИН И.Р., МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

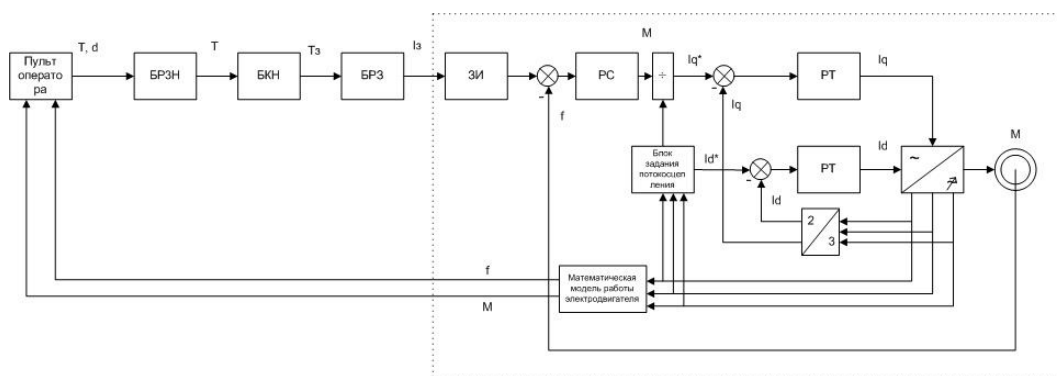
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЛУКЪЯНОВ С.И.;

канд. техн. наук, доц. БОДРОВ Е.Э.

Прокат периодического профиля является одним из основных видов продукции сталепроволочно-канатного цеха ОАО ММК-МЕТИЗ. Производительность стана ISF5 итальянской фирмы Mario Frigerio составляет 10800 тонн/год ($D = 3,0 - 10,0$ мм).

В процессе эксплуатации стана техническими службами периодически выявляется несоответствие продукции требованиям по размерам профиля и механическим свойствам арматурного проката. В связи с этим на стане были проведены экспериментальные замеры глубины насечки прутков, полученных из проволоки-заготовки диаметром 5 мм марки стали 80 на скорости линии 200 м/мин, а также из проволоки-заготовки 9,98 мм марки стали 80P на скорости линии 65 м/мин, на выходе стана. Результаты полученных измерений были обработаны средствами математической статистики. После проведения дисперсионного и регрессионного анализа были получены: значимые факторы, уравнение регрессии; доказана адекватность модели и значимость коэффициентов регрессии.

С целью повышения качества арматуры на основе полученных зависимостей была разработана новая система управления натяжением размоточного аппарата.



Структурная схема системы автоматического управления натяжением
размоточного аппарата

УДК 621.313

ФИЛЬТРАЦИЯ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА ОТ ПОСТОРОННИХ ШУМОВ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ СКВАЖИН МЕТОДОМ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЦЕМЕНТОМЕТРИИ

ТУКАЕВА Е.П., МАЛАЦИОН А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Метод виброакустической цементометрии (ВАЦ) работает на принципе эхолокации и используется при неразрушающем акустическом контроле и диагностике технического состояния водных и нефтяных скважин. Для ослабления эффектов затухания сигнала приемный и передающий тракты аппаратуры по методу ВАЦ работают в акустическом диапазоне частот (0,1–20 кГц). Такой подход может быть применен для зондирования скважин на глубинах порядка 1000 метров.

Нами установлено, что в полевых условиях на принимаемый полезный акустический сигнал оказывают значительное влияние внешние акустические шумы, исходящие как от самой скважины (подземные воды), так и от работы технологического оборудования (насосы). Поэтому актуальна проблема фильтрации полезного сигнала. По нашим измерениям с помощью микрофона грунтовые воды «звучат» на низких частотах диапазона 3–5 кГц.

Задача фильтрации полезного сигнала от шумов разбивается на следующие подзадачи: 1) проектирование и сборка малошумящих предварительных усилителей; 2) реализация диодного и программного детектирования при приеме сигнала; 3) разработка компьютерной программы цифровой фильтрации и обработки сигнала; 4) проведение лабораторных экспериментов на стенде, имитирующем скважину.

Эксперимент проводится следующим образом: 1) в трубе возбуждается продольная акустическая волна и производится прием отраженного сигнала в условиях минимума шумов; 2) мы воспроизводим шум различной амплитуды, записанный с места расположения реальной скважины. Шум воспроизводится с помощью аудиоаппаратуры, расположенной вблизи приемного тракта аппаратуры ВАЦ. При этом повторяются действия пункта 1 эксперимента с различным соотношением сигнал/шум. Нами используются различные виды фильтрации и обработки отраженного акустического сигнала.

УДК 62-50-83

СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ САУ С ЗАДАНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КАЧЕСТВА

ТЮРИН А.Р., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТЮТИКОВ В.В.

На практике чаще всего приходится управлять нелинейными объектами. Системы модального управления, которые строятся на базе безынерционных или динамических регуляторов и позволяют независимо формировать динамические и статические показатели качества, неприменимы для нелинейных объектов, из-за чего модели последних приходится существенно упрощать. Метод автоматического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) способен решать задачи обеспечения заданной динамики нелинейных систем. Однако обеспечение заданной статической точности при этом невозможно.

Для удовлетворения требований к работе в статическом и динамическом режимах предлагается синтезировать регулятор в два этапа.

На первом этапе используется метод АКАР, позволяющий синтезировать САУ нелинейным объектом, свойства которой идентичны свойствам линейной. При этом синтезируемый регулятор должен обеспечивать необходимую статическую точность, а быстродействие системы может отличаться от желаемого.

На втором этапе синтезируется регулятор, реализующий набор гибких (дифференцирующих) обратных связей, которые не оказывают влияния на статическую ошибку, но обеспечивают заданную динамику.

Таким образом, синтезированная САУ нелинейным объектом будет удовлетворять всем требованиям.

УДК 621.315

ЭЛЕКТРОПРИВОД С ПОВЫШЕННЫМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ В ЭКЗОСКЕЛЕТЕ

ШАКИРОВ Т.И., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

Экзоскелет – это такое устройство, которое предназначено для замены или дополнения частей тела любых живых существ. Экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях.

Из вышеприведенного определения следует огромный потенциал, который несет в себе это биомеханическое устройство. Экзоскелет может применяться как в военных, так и в мирных целях. Основной целью его создания было усиление возможностей человека в поднятии тяжестей, в основном в военной сфере, где и получил свое первое применение.

В результате проведенного исследования наиболее популярных из существующих экзоскелетов была выявлена проблема энергосбережения силовых частей. Так, наиболее совершенная модель *HAL-5* компании *Cyberdyne* при хороших показателях системы управления, приемлемых размерах, удобстве применения и питании от компактной батареи имеет малое время использования – всего 120 минут, которое, безусловно, недостаточно для постоянного использования.

Частично решить данную проблему можно применением принципиально нового электропривода в конструкции экзоскелета, который при тех же размерах и системе управления имеет увеличенный КПД, а значит пониженное энергопотребление. Таким образом, при той же аккумуляторной батарее можно увеличить время использования на 10–50 %.

УДК 681.2

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО КАНАЛА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЯКУПОВ В.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

При измерении напряжения все большее применение находят цифровые измерительные приборы (ЦИП), цифровые вольтметры (ЦВ) и аналого-цифровые преобразователи (АЦП) напряжения. В цифровых измерительных приборах происходит преобразование непрерывного входного сигнала в дискретный выходной сигнал, представленный в цифровой форме.

Характеристики цифровых измерительных приборов зависят от метода преобразования (измерения), его схемной реализации, параметров элементной базы, конструкции, технологии изготовления и других факторов. Эти факторы – зависимые величины, в совокупности и взаимосвязи определяющие свойства конкретных приборов. Метод преобразования и элементная база являются определяющими при получении цифровых измерительных приборов с требуемыми характеристиками. Метод преобразования характеризуется возможностью достижения определенной совокупности параметров цифровых измерительных приборов. Эти возможности данного метода реализуются его схемным решением, примененной элементной базой, конструкцией и т.п. Каждый метод преобразования характеризуется присущими только ему особенностями и позволяет создавать приборы с вполне определенными характеристиками. Аналого-цифровые преобразователи для преобразования постоянного напряжения в цифровой эквивалент (код) применяют следующие методы:

- пространственное кодирование;
- промежуточное преобразование напряжения;
- временной интервал (время-импульс метод);
- фаза;
- частота (частотно-импульсный метод);
- кодово-импульсный;
- комбинированный, сочетающий несколько методов преобразования.

Таким образом, актуальным является создание лабораторной установки для проведения экспериментальных исследований метода преобразования постоянного напряжения в цифровой эквивалент (код), основанного на промежуточном преобразовании напряжения во временном интервале.

УДК 621.313

ПЯТИФАЗНАЯ ВЕНТИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ГРИШИН Д.А., МОРОЗОВ Д.Г., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ТЕРЕШКИН В.М.

При использовании магнитной системы трехфазной машины переменного тока разработана пятифазная электрическая машина с симметричной рабочей обмоткой, которая имеет пространственный сдвиг фаз 72 электрических градуса. При этом машина выполнена так, что электромагнитные мощности пятифазной и трехфазной машин равны, а результирующая намагничивающая сила обмотки составляет $5/2$ от намагничивающей силы фазы.

Для создания кругового вращающегося магнитного поля пятифазного двигателя (временного сдвига намагничивающих сил фаз) разработан пятифазный транзисторный преобразователь с системой управления на основе микроконтроллера Atmega 16, а также прикладной программный продукт для реализации системы управления. Мощность макетного образца пятифазной вентильной электромеханической системы равна 500 Вт. В качестве двигателя применен синхронный пятифазный двигатель с возбуждением от постоянных магнитов, количество пар полюсов $p = 2$, схема рабочей обмотки – звезда.

Разработаны и исследованы алгоритмы управления силовыми ключами пятифазного преобразователя, работающего на симметричную пятифазную обмотку двигателя. Экспериментально исследованы некоторые режимы пуска пятифазного вентильного синхронного двигателя. Проведены теоретические исследования, подтверждающие возможность создания кругового вращающегося магнитного поля пятифазной симметричной обмоткой, питаемой симметричным пятифазным напряжением. Теоретически установлено, что гармонический состав намагничивающей силы пятифазной обмотки имеет преимущества по сравнению с трехфазной обмоткой. В частности пятифазная симметричная обмотка, подключенная к пятифазному преобразователю, создает прямое круговое вращающееся магнитное поле по $1, 11, 21...$ гармоникам и обратное круговое поле по $9, 19, 29...$ гармоникам.

УДК 621.317

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КАНАЛА КОНТРОЛЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

БАЙКИН Л.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

В данной работе рассмотрен контроль частоты переменных напряжений различных генераторов и функциональных преобразователей, является одной из основных групп операций при оценке вида технического состояния объектов контроля. Известно большое количество способов определения действительного значения частоты. Однако все они базируются на относительно небольшом количестве методов измерения частоты. В практике частотных измерений наибольшее распространение получили: метод сравнения измеряемой частоты с эталонной (образцовой), резонансный метод, мостовой метод. Первый метод получил самое большое распространение в современных системах контроля и управления. Это объясняется его достоинствами, а именно: высокой точностью; широкой номенклатурой средств измерений, реализующих данный метод: возможностью измерения частоты практически в любом диапазоне».

Для реализации метода необходимо иметь источник эталонной (образцовой) частоты. В зависимости от применяемых устройств сравнения, метод реализуется различными способами: гетеродинным, электронно-счетного частотомера, осциллографическим и комбинированным. В лабораторной работе исследуется метод сравнения, основанный на способе последовательного счета применительно к контролю частоты переменных напряжений. Сущность способа заключается в подсчете числа импульсов эталонной частоты в интервале времени, равном или кратном длительности одного периода измеряемой частоты.

Разработка содержит канал измерения частоты, в котором реализован способ последовательного счета импульсов эталонной частоты за интервал времени t , равный или кратный периоду T_x измеряемой частоты f_x .

УДК 621.313

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ФИРМЫ «MITSUBISHI ELECTRIC»

СОКОЛ Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

В работе приводится описание системы управления асинхронным двигателем (АД) с помощью преобразователя частоты (ПЧ) Mitsubishi Electric и программного пакета GTWorks2.

Перед запуском АД необходимо настроить преобразователь частоты, чтобы он был оптимально согласован с электродвигателем. После настройки ПЧ по разным требованиям эксплуатации можно выбирать конкретную функцию (принцип) управления, режим управления и время разгона / торможения.

Задающие сигналы передаются из ПК через программируемый логический контроллер (ПЛК) и ПЧ в АД. Во время вращения двигателя энкодер генерирует обратные сигналы в виде импульсов. Преобразователь частоты тоже генерирует сигналы рабочего состояния АД. Все обратные сигналы будут записываться и сохраняться в регистрах ПЛК в виде цифрового кода. И отсюда значение каждого регистра можно считывать и отображать в мониторе персонального компьютера с помощью программы GTSOFTGOT 1000.

Программное обеспечение GTSOFTGOT 1000 компании Mitsubishi, представляет модуль панели оператора на базе персонального компьютера (ПК), встроенный в пакете GTWorks2. Экранные изображения для GTSOFTGOT 1000 создаются с помощью программы GT Designer 2 на компьютере.

Для создания проекта в GT Designer 2 нужно выполнить следующие действия:

- настройку перед созданием экранных страниц,
- создание экранных страниц и сохранение проекта.

Таким образом, если не сравнивать с другими программными обеспечениями типа SCADA, SoftGOT является идеальным программным обеспечением за счет низкой стоимости и простоты программирования.

УДК 621.313.13

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ХАРАКТЕРОМ НАГРУЗКИ

ДАДАБАЕВ Ш.Т., ХПИТТУ, г. Худжанд

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ЛАРИОНОВ В.Н.

Типичными примерами ЭП с вентиляторным характером нагрузки могут служить насосы, компрессоры, вентиляторы. Как известно, у электродвигателей переменного тока основной проблемой являются переходные режимы, т.е. пуск и торможение электродвигателя. Эта проблема особенно актуальна для электроприводов насосов, у которых значения токов перегрузки могут достигать максимальных величин, а пусковые токи могут 5–7 раз превышать номинальных значений.

Броски тока имеют ряд негативных воздействий:

- увеличение механической нагрузки двигателя;
- нестабильность сети;
- износ и перегрев обмоток статора электродвигателя.

Кроме того, броски пусковых моментов тоже негативно влияют на работу электроприводов и обычно приводят к поломкам электрических и механических частей электрооборудований.

Оптимальное решение этих проблем привел бы к значительным экономиям финансовых и технических средств. Для решения вышеуказанных проблем на практике используют различные методы. Первый метод – это частотный метод, в котором есть возможность регулирования скорости электродвигателя в больших диапазонах. Недостатками данного метода являются высокая цена преобразователей частоты, сложность схемы и большие потери вследствие прямого падения напряжения в силовых элементах. Второй метод основан на использовании тиристорных регуляторов напряжения, которые тоже обеспечивают плавный пуск.

Устройства плавного пуска имеют многочисленные функции и возможности, вот некоторые из них: управляемый темп разгона, управляемое ограничение тока (обычно до 3–4,5 $I_{ном}$), управления пусковым моментом, тепловая защита электродвигателя, тепловая защита устройств пуска.

Основные недостатки УПП: невозможность регулирования скорости двигателя в установившемся режиме, невозможность реверсирования направления вращения, невозможность предотвратить провалы напряжения (при слабой сети).

УДК 62-83

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АКТИВНЫХ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ФИЛЬТРОВ НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

ГАЯЗОВ Р.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

В данной работе рассматривается способ коррекции частотных характеристик в электроприводе с помощью активных корректирующих звеньев на операционных усилителях, которые иначе называются фильтрами. Данная тема актуальна в связи с возрастающим применением электромеханических преобразователей во всех отраслях производства и бытовой техники, а так же с развитием и внедрением современных средств управления электроприводами (в частности, преобразователях частоты).

Рассматривается электропривод с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. В современных системах электропривода с преобразователями частоты регулирование скорости и позиционирование производится с применением обратной связи. В работе анализируется использование в цепи обратной связи тахогенератора для измерения скорости двигателя. Реализован ПИД регулятор скорости, который производит сравнение сигнала задания с выходным сигналом и формирует сигнал задания скорости вращения двигателя.

В ходе работы была построена и промоделирована в программе Matlab Simulink схема асинхронного электропривода с ПИД регулятором. Рассмотрены способы настройки контура скорости, а так же связь между параметрами регулятора и выходными параметрами двигателя. Рассчитаны параметры элементов регулятора и реализованы в виде платы активного фильтра на операционном усилителе.

Разработанная структурная схема позволяет исследовать режимы работы электропривода в переходных и установившихся процессах.

**СЕКЦИЯ 10. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ.
НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

УДК 620.91

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УСТЬ-ЯНСКОГО
УЛУСА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СЕТЕВЫХ ВЭС**

АЛЬБРАНДТ А.В., СВФУ, г. Нерюнгри
Науч. рук. ст. препод. ШАРИПОВА А.Р.

Усть-Янский улус расположен на севере Республики Саха (Якутия) за Полярным кругом и занимает площадь 120,3 тыс. км² км². Общая численность населения, по данным улусного представительства Госкомстата РС (Я) составляет 8 тыс. человек. Данная территория относится к децентрализованной зоне электроснабжения. Источником энергоснабжения девяти населенных пунктов улуса являются дизельные электростанции, обслуживаемые Янскими электрическими сетями ОАО «Сахаэнерго». Техническое состояние основных производственных фондов характеризуется высоким процентом износа: в среднем он составляет более 50,5 %. Основное оборудование выработало свой парковый ресурс и требует значительных материальных затрат на техническое перевооружение и реконструкцию. Значительной частью составляющей себестоимости вырабатываемой электрической энергии являются затраты на топливо (цена + доставка). Соответственно, снижение объемов используемого топлива является важнейшей технико-экономической задачей.

Рассматриваемый район расположен в зоне наибольшего ветрового потенциала республики. На побережье моря Лаптевых скорость ветра в большинстве составляет 6 м/с и носит постоянный (муссонный) характер. Средние годовые скорости ветра мало изменяются от года к году, наибольшее отклонение скорости в отдельные периоды не превышает 15–35 %, что является наилучшими условиями для применения ВЭУ.

В данном проекте предлагается установка ветрового парка сетевых ВЭУ ENERCON E-82 – 2, который не только поможет снизить тарифы на электроэнергию, но и улучшить ее качество. Установка ветрового парка обеспечит более надежное электроснабжение потребителей, уменьшит потери энергии в сети, снизит расход ДТ и ГСМ, уменьшит удельный

расход топлива на выработку 1 кВт электрической энергии. Сократит расход электроэнергии на собственные нужды, позволит отказаться от работы устаревшего и недогруженного оборудования, а также обеспечит бесперебойное электроснабжение потребителей и требуемый уровень качества электроэнергии.

УДК 620.97

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

АХМЕТОВ В.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

Потребление электричества во всем мире постоянно увеличивается. Очевидное преобладание теплоэнергетики в выработке электроэнергии способствует сжиганию колоссальных количеств невозобновляемых источников энергии, таких как нефть и уголь. Истощение запасов Земли и загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива, пожалуй, одни из самых главных проблем современности.

Такого рода задачи решить полностью вряд ли удастся, поэтому единственным очевидным решением является уменьшение потребления топлива. С одной стороны ключом к выходу из данной проблемы является поиск альтернативных источников энергии. Однако, возможно также применение термоэлектродвигателей в наиболее распространенных на сегодняшний день двигательных устройствах – автомобилях. Это обеспечит со временем не только замену генераторов переменного тока, которые понижают КПД ДВС и потребляют топливо, но и колоссальную экономию топлива на тепловых станциях. Современные термоэлектрические генераторные модули позволяют при разности в 100 °С генерировать мощность около 10 Вт при напряжении постоянного тока 6 В. Также ведутся разработки новых материалов с улучшенными характеристиками. Одновременно, утилизируя бросовое тепло автомобилей, хоть и незначительно, но повышается КПД ДВС.

Разумеется, преимуществами термоэлектродвигателей наряду с существующими генераторами переменного тока является отсутствие движущихся, трущихся частей, что способствует более долгой эксплуатации.

Используя термоэлектродвигатель в выхлопной трубе, где температура отходящих газов наиболее высока, возможно получение разности температур более 100 °С, а следовательно – более высокой мощности, что способствует экономии электроэнергии аккумулятора

автомобиля. Применение такой мощности можно найти в дневных ходовых огнях, популярных в настоящее время. Имея диодную структуру, они очень неприхотливы к напряжению и мощности.

УДК 620.9.004.18+ 621.311(470.55)

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

БОДРОВА Е.С., ГОРБУНОВА А.А., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НАРАЕВА Р.Р.

Уменьшение экологической нагрузки на природу является актуальной проблемой на сегодняшний день. Ежегодно в Челябинской области образуется более 1,5 млн тонн твердых бытовых отходов (ТБО) и свыше 0,5 млн тонн отходов в аграрном секторе по птицеводческим предприятиям. Эти отходы складываются, занимая огромные территории, загрязняя окружающую среду и ландшафт. В связи с этим наиболее перспективным и экологичным является переработка и утилизация отходов с помощью биогазовых технологий (БГТ) с дальнейшим получением тепловой и электрической энергии. Для оценки потенциала получения энергии из биогаза были взяты два крупных объекта области: строящийся полигон ТБО и Аргаяшская птицефабрика. Новизна работы состоит в создании экономически выгодного проекта по переработке отходов с применением БГТ для уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.

Личным вкладом авторов является получение новых результатов проведенного исследования: 1) по полигону ТБО (расчет среднего образования количества биогаза, который составляет порядка $1500 \text{ м}^3/\text{час}$; расчет окупаемости всей технологической части проекта составит порядка 6, 8 лет; расчет себестоимости 1 кВт-час электроэнергии будет находиться в пределах 1 рубля); 2) по Аргаяшской птицефабрике (расчет суточного и годового выхода биогаза при анаэробном брожении субстрата в БГУ, соответственно $21\,203 \text{ м}^3/\text{сутки}$ и $7\,739\,095 \text{ м}^3/\text{год}$; рассчитаны габаритные размеры резервуаров БГУ; с учетом вычисленного объема биогаза выбраны две когенерационные установки, обеспечивающие выход 4 МВт электрической и 3,72 Гкал тепловой энергии).

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании установок на базе возобновляемых источников энергии, а также на существующих котельных области. Реализация данного проекта поможет

решить критическую ситуацию, сложившуюся с утилизацией отходов в Челябинской области, улучшить экологическую обстановку, позволит получить дополнительную энергию для энергоснабжения потребителей, даст толчок для дальнейшего развития возобновляемой энергетики в области.

УДК 66.074.38

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ

ВАЛИУЛЛИНА В.Н., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. ЗАБОЛОТСКИХ В.В.

Проблема создания экологически безопасной среды в помещениях все более актуальна. Традиционные методы кондиционирования не справляются с задачей очистки воздуха от органических и бактериальных примесей.

На основе применения сорбционных и биологических методов для эффективной очистки воздуха в помещениях были разработаны и предложены конструкции сменных сорбционных фильтров.

В качестве исходного материала для изготовления целлюлозно-сорбционного фильтра предлагается использовать растительные отходы. Предварительный анализ показал, что в Самарской области около 40 предприятий разных категорий образуют более 10 видов растительных отходов. Использование данного вида сырья для изготовления сорбционных фильтров имеет положительные экономический и экологический эффекты: позволяет не только очищать воздух, но и утилизировать отходы.

В результате экспериментальных исследований различных видов растительных отходов (древесные опилки, лузга семечек подсолнечника, шелуха кукурузы, листья клена) была определена сорбционная способность и изучена морфологическая структура каждого сорбента. Так, листья клена, обработанные при температуре 300 °С, имели выраженную мелкоячеистую пористую структуру, благодаря которой сорбционная активность оказалась наиболее высокой – 90,54 %. Опилки ольхи и лузга семечек имели чередующиеся трубчатые и ячеистые поры. Их адсорбционная активность по йоду составила: 51,77 % – опилки ольхи, 54,03 % – лузга семечек подсолнечника. В шелухе кукурузы преобладали толстостенные крупные, лакунарные поры, сорбционная активность наименьшая – 46,76 %.

Таким образом, растительные сорбенты обладают высокой развитой сорбционной поверхностью, благодаря морфологическим особенностям

пористой структуры. Наибольшей сорбционной емкостью обладали растительные сорбенты с мелкоячеистой пористой структурой (листья клена), обработанные при температуре 300 °С, что значительно повышает площадь сорбционной поверхности и процент поглощаемых ими загрязняющих веществ.

УДК 621.227(470.55)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОТАРАННОЙ УСТАНОВКИ

ВОЛКОВА О.С., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПТАШКИНА-ГИРИНА О.С.

В настоящее время в связи с приоритетом использования энергосберегающих и экологически безопасных технологий использование гидротаранов становится вновь актуальным.

«Гидравлический таран», как устройство, способное бесплатно качать воду на высоту, получил развитие в мелиорации и для различных бытовых нужд во всем мире. Основные тенденции современных гидротаранов, предлагаемых фирмами, направлены на изготовление насосов большого диапазона входного напора и производительности; компактность, уменьшение количества шума при работе и снижение стоимости. В ходе исследований опыта внедрения гидротаранных установок в мире, мы провели маркетинговое исследование и предлагаем сравнительную характеристику гидротаранов различных производителей.

Актуальным в наше время считается создание комбинированных энергоустановок с применением гидротарана.

Мы спроектировали модель: «автоматизированная гидротаранная установка – активная турбина», которая генерирует электрическую мощность в результате трансформации гидротараном входного напора (низконапорная плотина) с последующей передачей мощности струи на активную турбину. Это позволяет использовать гидротурбину в режиме максимального КПД, что даст возможность передачи крутящего момента с турбины непосредственно на генератор без передаточного механизма. Автоматизация гидротарана по входному напору даст возможность поддерживать максимально возможную его производительность при колебаниях напора плотины, а также при использовании этого же гидротарана на плотинах с другими напорами без специальной настройки потребителем.

Предлагаемая энергоустановка позволяет включить в энергобаланс региона низконапорные гидроузлы неэнергетического назначения.

УДК 621.311.25

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РАЗНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

ВОРОНИН К.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

Солнечная энергетика является одним из актуальных направлений альтернативной энергетики. В связи с этим, в рамках соглашения о научном сотрудничестве в области возобновляемой энергетики между УГАТУ и ООО «НТЦ тонкопленочных технологий в энергетике при ФТИ им. А.Ф. Иоффе» в УГАТУ установлена система мониторинга ТФЭС.

На базе кафедры Электромеханики в настоящее время тестируются тонкопленочный фотоэлектрический модуль Pramac Luce производства компании «Хевел» на основе аморфного и микрокристаллического кремния, а также фотоэлектрический модуль TCM–210SB научно-производственного предприятия ЗАО «Телеком-СТВ», собранный из пластин кристаллического кремния по технологии фирмы Sun Power.

В ходе изучения данных, полученных с помощью электронного регистратора «Параграф PL2», были выявлены следующие изменения показателей тестовых фотоэлектрических модулей в разные месяцы их работы (июль и ноябрь):

1. Среднесуточная температура: а) Июль – 21,93 °; б) Ноябрь – 4,05 °.

2. а) Июль – при среднедневной солнечной радиации 5,414 кВт·ч/м² энерговыработка Pramac Luce составила 0,685 кВт·ч/м², а энерговыработка TCM–210SB составила 0,776 кВт·ч/м²;

б) Ноябрь – при среднедневной солнечной радиации 0,877 кВт·ч/м² энерговыработка Pramac Luce составила 0,109 кВт·ч/м², а энерговыработка TCM–210SB составила 0,211 кВт·ч/м²;

3. а) Июль – средняя эффективность преобразования солнечной энергии на Pramac Luce составила 8,85 %, а эффективность TCM–210SB составила 18,66 %;

б) Ноябрь – средняя эффективность преобразования солнечной энергии на Pramac Luce составила 8,67 %, а эффективность TCM–210SB составила 11,14 %.

Можно сделать вывод, что эффективность преобразования в июле в среднем выше, чем в ноябре, и это необходимо учитывать при проектировании подобных электростанций, а также вести дальнейшие исследования в области применения солнечных микроэлектростанций.

УДК 620.92

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИЗИЛЬНО-СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ГАЗИЗОВА Л.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

Одним из перспективных направлений развития автономного энергоснабжения, позволяющих в значительной степени решить многие проблемы, является возобновляемая энергетика, в частности, солнечная энергетика.

Республика Башкортостан характеризуется высоким солнечным потенциалом, поэтому важным направлением в развитии децентрализованного энергоснабжения является применение дизельно-солнечных станций.

Применение возобновляемых источников энергии в составе автономных энергетических систем позволяет снизить топливную составляющую в себестоимости вырабатываемой электроэнергии, что существенно повышает их технико-экономическую эффективность.

В настоящее время в мире применяются различные варианты построения гибридных станций на базе дизельно-солнечных станций, однако, вопросы оптимизации структуры и параметров системы требуют продолжения исследований. Кроме того, в вопросах математического моделирования рабочих режимов станции, алгоритмов работы, оценке экономической эффективности системы существует ряд проблем, которые до конца не решены.

Производительность комбинированных энергосистем во многом зависит от энергетических и рабочих характеристик входящих в нее установок и их режимов работы. Важной задачей является согласование режимов работы компонентов, входящих в состав дизельно-солнечных электростанций.

УДК 621.396.96

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ PLC КАНАЛОВ СВЯЗИ

ГАЙСИН Р.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

В современном мире электроэнергия стала незаменимой. За последние годы ей нашли применение в самых разных сферах нашей жизни: промышленной, транспортной, бытовой и других отраслях. Связь так же осуществляется по большей степени с помощью электрических сигналов. Существует ряд каналов связи, используемых для передачи сигнала: воздушный, кабельный, спутниковый и др.

С экономической точки зрения передача сигнала по существующим электрическим сетям является наиболее выгодной, так как не требует проведения дополнительных линий связи или обеспечение спутниковой или сотовой. Так появилась технология PLC.

В основе технологии лежит сбор данных маршрутизатором со счетчиков и других устройств учета и управления (AIU, LCU) и передача их на верхний уровень в Центр сбора информации по заданному расписанию.

Но в данной технологии есть ряд проблем, и одним из основных является слабая помехозащищенность (зашумленность) канала. Как правило, это вызвано различными бытовыми электроприборами, включенными параллельно в сеть.

Существует ряд способов борьбы с этим явлением, такие как ретрансляция, установка соответствующих фильтров, либо полная замена или отключение на определенное время «шумящее» оборудование.

Ретрансляция организована по принципу многоуровневой адресации и позволяет обеспечить связь с удаленными или «зашумленными» счетчиками. Однако для этого требуются встроенные LV-модемы.

Фильтры защищают сигнал путем очистки его от шума в магистрали на стратегических ее участках, однако это требует установки соответствующих фильтров в цепи.

Временное отключение или замена оборудования является хорошим методом борьбы с зашумленностью канала, однако использовать данный метод можно в редких случаях ввиду важности работы всех установок.

Можно сказать, что работа в этом направлении перспективна, а данная проблема достаточно актуальна, что требует вложения интеллектуальных ресурсов для решения.

УДК 622. 691. 4 Г-14

МОНИТОРИНГ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ УТЕЧЕК В НЕФТЕПРОВОДАХ

ГАЙСИН М.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. ст. преп. ОРЕХОВА Л.Г.

Всего на территории Российской Федерации находится в эксплуатации 350 тыс. км внутрипромысловых нефтепроводов, на которых ежегодно отмечается свыше 50 тыс. инцидентов, имеющих опасные последствия. Актуальность проблемы обусловлена возросшими требованиями к экологической безопасности перекачки нефтепродуктов и требованиями к охране окружающей среды.

Отечественные трубопроводы представляют собой экологически надежные объекты но, даже благодаря совершенствованию технологии и автоматизации процесса перекачки нефти, внедрению средств телемеханики и активной защиты трубопроводов от коррозии, полностью устранить аварии на магистральных нефтепроводах невозможно. Особенно актуально это становится в настоящее время, так как более 30 % нефтепроводов выработали свой ресурс и нуждаются в реконструкции. Это приводит к необходимости разрабатывать методы и способы, позволяющие предупредить возникновение аварий.

Существует несколько методов постоянного мониторинга утечек из нефтепровода: метод сравнения расходов; метод понижения давления с фиксированной установкой; метод сравнения изменения скорости расходов; корреляционный метод; метод акустической эмиссии; метод линейного баланса; метод ударных волн Жуковского; метод отрицательных ударных волн; метод гидравлической локации утечки; метод расчета местоположения утечки в магистральном трубопроводе на основе нейронных сетей.

УДК 621.311, 620.91

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

ГАЛИАКБЕРОВА Э.Ф., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САТТАРОВ Р.Р.

В современном мире наметился тренд увеличения энерговооружения различных мобильных объектов, как в гражданских организациях, так и в составе военных подразделений. При этом часто по экономическим, техническим и другим требованиям необходима независимость от внешних источников энергообеспечения – т.е. полная автономность. Основным источником энергии для мобильных объектов в настоящий момент являются топливо и аккумуляторные батареи. Несмотря на увеличение удельной энергоемкости аккумулирующих элементов, большим недостатком подобных систем является ограниченная длительность автономной работы, что соответственно уменьшает возможности мобильных систем. В этой связи разработка новых концепций энергоснабжения мобильных автономных объектов является актуальной научно-технической задачей.

Анализ принципиальных возможностей обеспечения энергетических нужд автономных мобильных объектов показывает, что основные возможные концепции энергоснабжения следующие:

1. Источниками энергии являются топливные и аккумулирующие элементы.
2. Источниками энергии являются объекты окружающей среды.
3. Энергия поступает из внешних энергосистем.

Возможно использование комбинированного подхода, когда энергия поступает в объект из всех возможных источников, который в частности принят за основу для развития электромобильного транспорта.

Все указанные возможные системы имеют ряд недостатков, ограничивающих их область применения. Невозможно указать универсальную схему, поэтому концепция энергоснабжения определяется специфическими требованиями со стороны автономной работы мобильного объекта.

В работе проведен анализ энергосистем на основе солнечной энергии с организацией беспроводной передачи электрической энергии и определены возможности подобных систем для электроснабжения автономных мобильных объектов.

УДК 621.313

АВТОНОМНАЯ МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ГАРЕЕВ Р.И., ГУМЕРОВА М.Б., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.;
д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

В последние годы во многих странах проводятся научно-исследовательские работы по созданию новых систем электроснабжения на основе «прорывных» концептуальных решений с целью реализации высокого уровня показателей экологичности, автономности, надежности, энергетической плотности и низкой стоимости. В них используется энергия солнца, ветра, текущей воды, тепла земных недр, топливных элементов, а также энергия механического движения.

При создании автономных мобильных систем электроснабжения (АМСЭ) маломощных потребителей перспективным выглядит использование возобновляемых альтернативных и экологически чистых источников энергии, таких как движение воздушных масс и излучение солнца [1, 2]. Широкое применение подобные системы могут получить при совместном их использовании с летательными аппаратами легче воздуха (аэростатами) для целей наблюдения и контроля за прилегающими территориями, освещения участков прилегающих территорий, охраны воздушного пространства.

Конструктивно АМСЭ [3] представляет собой установку, состоящую из аэростата с системами электроосвещения, наблюдения и управления (СЭНУ), удерживаемого на рабочей высоте 30–100 метров над уровнем земли при помощи системы тросов. На поверхности аэростата расположены фотоэлектрические панели. Под аэростатом расположен блок аккумуляирования, преобразования электроэнергии и управления, ниже находится ветроагрегат. Электрическая энергия, полученная от солнечных панелей и ветроагрегата, через блок преобразования идет на заряд аккумуляторных батарей или используется непосредственно в СЭНУ.

Таким образом, описанная выше АМСЭ обладает уменьшенными массогабаритными показателями, повышенной надежностью работы в целом благодаря отсутствию таких внешне уязвимых элементов как силовой кабель, элементов со значительными линейными размерами; модель является мобильной, что значительно увеличивает области ее применения.

Литература

1. Патент РФ №2356785 В64В1/00, 03.12.2007.
2. Патент РФ №2182544 В64В1/50, Н01Q1/28, 18.04.2000.
3. Патент на полезную модель № 102743 В64В, F21L, F21S, 10.03.2011.

УДК 621.313

ДЕМПФИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ С БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТНОЙ СВЯЗЬЮ

ГУМЕРОВА М.Б., ВАВИЛОВ В.Е., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

Создание надежного и долговечного оборудования позволит сделать инновационную техническую продукцию предприятий РФ конкурентноспособной на западных рынках, продлить рабочий ресурс оборудования, и как следствие сократить экономические издержки, связанные с его ремонтом и простоем, а также повысить престиж предприятий РФ перед зарубежными партнерами.

В большинстве случаев причиной аварийных ситуаций в технических системах являются механические нагрузки в целом, и механические колебания в частности. Для этих целей в данный момент применяются разного рода контактные демпферы, к основным недостаткам которых относится механический контакт между источником колебаний и исполнительным элементом. Наличие смазочных материалов в традиционных демпферах препятствует их применению в химической, атомной, медицинской, пищевой промышленности.

Для решения данной задачи могут использоваться демпфирующие элементы с бесконтактной магнитной связью (ДЭБМС). Однако ДЭБМС рассматриваются традиционно только как гасители колебаний, что является причиной потерь полезной энергии, так как вибрации – это энергия, которую при правильной конструктивной реализации ДЭБМС возможно преобразовывать в полезную электрическую с дальнейшим накоплением последней.

Предварительный математический анализ позволил разработать упрощенную математическую модель сил взаимодействия в бесконтактном элементе. Интегрирование производится численными методами в программном комплексе Mathcad. Анализ полученных показал, что в ДЭБМС

возможно достигнуть значительного демпфирования и значительной жесткости. Кроме того, энергию от колебаний возможно использовать на полезные нужды, например питания датчиков амплитуды колебаний.

Полученные в ходе НИР результаты будут служить основой нового направления исследований в области механизмов с магнитной связью, способствовать повышению долговечности и надежности оборудования. А также развитию альтернативной энергетики и энергоэффективности предприятий, что соответствует указу президента РФ об энергоэффективности. Кроме этого полученные результаты могут применяться на транспорте для повышения комфорта и надежности.

УДК 502.3:621.3.Г47

ЗАЩИТА ПРЕСНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ОТ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

ГИЛЬМУЛЛИНА Д.Р., РАХМАТУЛЛИНА Л.Р., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. ст. преп. ОРЕХОВА Л.Г.

Крупные нефтяные месторождения разрабатываются в течение нескольких десятков лет. Для вытеснения нефти из пласта повсеместно применяется система законтурного заводнения, при этом в нагнетательные скважины закачивается огромное количество соленой воды. При длительной эксплуатации резко увеличивается количество негерметичных колонн и поверхностных продуктопроводов. Вследствие чего образуются целостные очаги техногенного воздействия на запасы естественных пресных вод. Это обуславливает особую актуальность охраны окружающей среды при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Наибольшее количество нарушений отмечается в нецементированных интервалах обсадных колонн. Конструкция скважины предусматривает крепление верхней части скважины специальной кондукторной колонной. Цементирование кондуктора должно производиться с соблюдением требований экологической защиты верхних горизонтов, т.к. в них возможны перетоки высокоминерализованных вод нижних интервалов в пласты с пресной водой. На водоразделах возможны перетоки между пластами с пресными горизонтами. Возможно загрязнение пресных вод солеными водами за счет их перетока по пласту, если карстовый интервал не перекрыт кондукторной или промежуточной колонной. Качественное цементирование

кондукторных колонн необходимо и для сохранения залежей углеводородов (битумы, газ) в приповерхностной зоне.

В общем случае диагностика скважин и пластов осуществляется методами индикаторов (метод ИТПС – индикатор теплового поля скважин), термометрии, шумометрии и методом радиоактивных изотопов.

Таким образом, для того чтобы избежать загрязнения пресных вод в зонах техногенного воздействия, а также чтобы иметь возможность во- время ликвидировать возникший очаг утечки и принять меры к недопущению в дальнейшем таких явлений используют рассмотренные нами методы.

Эти методы применяются при различных условиях разработки нефтяных месторождений, что позволяет предусмотреть все возможные случаи возникновения опасности загрязнения пресных вод.

УДК 533.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ ВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ИЗ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО CO₂

ЗАКИЕВ И.Д., РАДАЕВ А.В., БАТРАКОВ Н.Р., КНИТУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. САБИРЗЯНОВ А.Н.

В настоящее время проблема освоения вязких нефтей (прежде всего карбонатных коллекторов) стоит весьма остро и в нашей стране и за рубежом. Причиной этого является наличие пороговых ограничений вторичных методов увеличения нефтеотдачи. Последние заключаются в исключительно низких значениях проницаемости карбонатов и высокой вязкости насыщающей их нефти, значительно превышающей вязкость нефтей терригенных месторождений Республики Татарстан. В этой связи выработанность карбонатных коллекторов в Республике Татарстан низка и не превышает 25–30 %, что требует разработки и применения новых методов добычи нефти.

Суть проекта заключается в разработке и внедрении на карбонатных месторождениях Республики Татарстан методов увеличения нефтеотдачи (МУН), основанных на закачке в пласт сверхкритических флюидных систем (СКФ). В настоящем проекте создана экспериментальная установка [1, 2], позволяющей исследовать процесс вытеснения нефти вязкостью до 1000 мПа·с различными вытесняющими агентами в интервале до 20 МПа, температурах до 100 °С, проницаемости пласта менее 0,01 мкм², и разработана методика проведения исследований процесса вытеснения нефти из карбонатных коллекторов.

Литература

1. Кондратьев И.А. Экспериментальная установка для исследования процесса водогазового воздействия при вытеснении вязких нефтей / И.А. Кондратьев и др. // Вестник КГТУ, 2013. – № 10. – С. 199–200.

2. Радаев А.В. Влияние термобарических условий в однородном пласте на вытеснение маловязкой нефти сверхкритическим диоксидом углерода / А.В. Радаев, Н.Р. Батраков, А.А. Мухамадиев, А.Н. Сабирзянов // Сверхкритические флюиды: теория и практика. – М: Наука, 2009. – Т. 4. № 3. – С. 7–15.

УДК 621.311.24

ВЫСОТНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

ЗОРИН Г.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

Несомненными преимуществами использования энергии ветра для производства электроэнергии являются: возобновляемость источника, дешевизна производимой электроэнергии. Однако применение традиционных ветряков имеет и существенные недостатки, такие как: шумы, зависимость от скорости и направления ветра.

Решить эти проблемы можно путем использования высотных ветров. Уже на высоте порядка 400–500 м ветер более сильный и менее изменчивый, чем на высоте 200 м, а на высотах в 8–15 км над уровнем земли скорость ветра порой может достигать отметки в 400 километров в час (так называемые высотные струйные течения).

Примерами разработанных высотных ветрогенераторов являются: «Летающий Электрогенератор», разработанный австралийским ученым Брайаном Робертсом; плавающая ветряная турбина (похожая на дирижабль), разработанная компанией Altaeros Energies; 30-метровое крыло из углеродного волокна, на котором установлены ветровые турбины, разработанное компанией Makani Power.

Однако, на мой взгляд, наиболее перспективной является технология, разработанная сотрудниками Делфтского технического университета (Нидерланды): использовать воздушный змей (или кайт), который при взлете на потоках ветра раскручивает барабан с тросом, расположенный на земле, который при вращении передает тяговое усилие на генератор. После того, как трос полностью выбран, кайт поворачивается ребром к ветру и

теряет высоту, а трос вновь наматывается на барабан, затем цикл повторяется вновь. Преимуществами данной технологии являются дешевизна, легкость конструкции, возможность использования в труднодоступных районах, использование ветров на высоте 400–500 метров. Требуется решить и ряд проблем: разработать систему автоматического управления устройством и самим кайтом, позволяющую обеспечить нахождение кайта в воздухе неограниченное время и наибольший КПД; систему накопления и преобразования вырабатываемой электроэнергии; оптимизировать высоту полета кайта с учетом веса тросов и силы ветра.

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БИОМАССЫ В БИОГАЗ

КАРПЕНКО А.В., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.

Одним из приоритетных направлений в энергетике является производство биогаза из органических отходов, преобразование его в дальнейшем в электрическую или тепловую энергию. Для практического изучения процесса образования биогаза, а также для исследования его качественных показателей разработаны технические условия для создания экспериментальной установки для производства биогаза в лабораторных условиях. Установка наглядно показывает процесс анаэробного брожения биомассы, функциональные характеристики получаемого биогаза, позволяет измерять все параметры, изучаемые в ходе опытов. Разработанный лабораторный стенд можно использовать для оценки эффективности преобразования биомассы в биогаз и возможного количества вырабатываемой энергии, взаимосвязи рабочих параметров, а также дальнейшего строительства биогазовых установок на основе полученных данных. Это позволяет не только экономить ископаемое топливо, но и решать агрохимическую, социальную, продовольственную и экологическую проблемы.

УДК 628.316

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

КАШИПОВА Н.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. АПКИН Р.Н.

Снижение концентрации загрязняющих веществ в производственных сточных водах является актуальной проблемой. Ее решение позволяет значительно сократить плату за неорганизованный сброс загрязняющих веществ.

Был проведен анализ состава сбрасываемых вод на предприятии «Казаньоргсинтез». В ходе этого анализа, мы пришли к выводу, что основными проблемами предприятия является превышение содержания в производственных сточных водах в первую очередь взвешенных веществ почти в 3 раза, общего фосфора в 3 раза, нитритов азота в 1,5 раза и этиленгликоля.

В ходе исследования биологической очистки промышленных сточных вод, было выяснено, что наиболее эффективно реализовывать биологическую очистку в мембранном биореакторе с погружными полуволоконными мембранами. При этом, несмотря на большую себестоимость данного метода, этот способ очистки позволяет получать очищенную воду самых высоких стандартов, удовлетворяющую всем природоохранным нормативам, а также сократить расходы на реконструкцию и эксплуатацию очистных сооружений.

Для достижения данных результатов предлагается установить в последние секции аэротенка ультрафильтрационные мембранные каскеты ZeeWeed500 производства компании «GE Water & Process Technologies». Кроме этого необходимо установить насос для откачки пермеата.

Далее проведен расчет мембранного биореактора. Расчет проводился с учетом количества поступающих промышленных сточных вод и с учетом заводских характеристик мембран. На основе объема поступающих сточных вод определили необходимое количество мембранных модулей для погружения в аэротенки – 58 рабочих модулей и 29 для резерва.

Данное предложение является актуальным, так как при достижении поставленной цели мы добиваемся еще и социального эффекта.

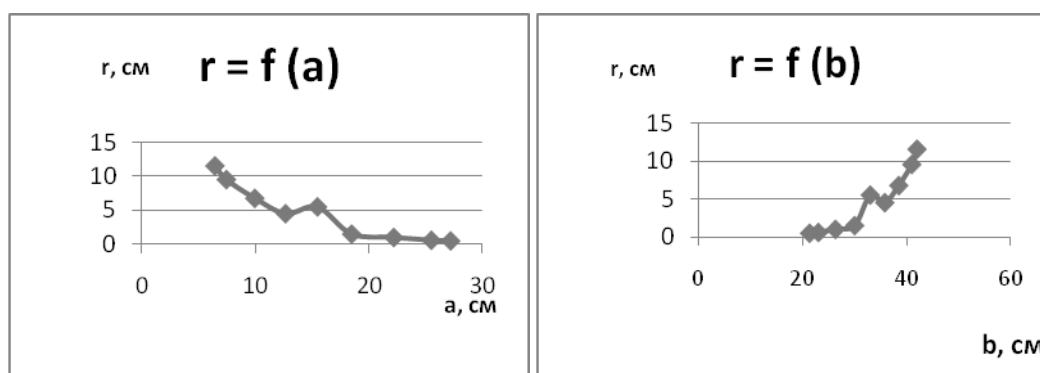
УДК 621.383

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЛИНЗЫ ФРЕНЕЛЯ ДЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ

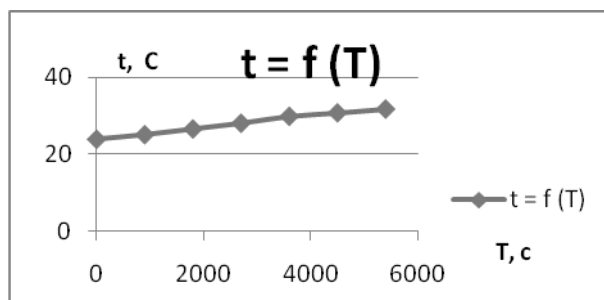
КИРИЧЕВ А.В., КИРПИЧНИКОВА И.М., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.

Одной из причин, сдерживающих развитие солнечной энергетики в России является большая рассредоточенность солнечной радиации. Для ее сбора необходимы эффективные концентрирующие устройства. Одним из примеров солнечного концентратора является пропускающая линза Френеля.

Для исследования концентрации солнечных лучей была изготовлена лабораторная установка, позволяющая перемещать линзу вдоль оси установки. В качестве источника солнечных лучей использовалась лампа накаливания мощностью 75 Вт, ось которой совпадала с точкой центра линзы Френеля, перпендикулярной плоскости перемещения с миллиметровой бумагой. Расстояние от источника излучения до линзы и принимающей плоскости (или зачерненного сосуда с водой объемом 0,23 л) фиксировалось с помощью измерительной шкалы. Исследованы зависимости радиуса площади концентрации r световых лучей от расстояния между линзой и источником a , линзой и приемником b . По полученным экспериментальным данным были построены соответствующие графические зависимости.



Графики экспериментальных зависимостей



Зависимость температуры от времени

В ходе работы было проведено экспериментальное исследование по нагреванию воды в сосуде, окрашенном в чёрный цвет. Данные зависимости температуры воды от времени работы линзы приведены на рисунке.

Были проведены сравнительные испытания для модели с линзой Френеля и модели с применением зеркальных отражающих концентраторов, испытанной ранее. Как показал анализ, в модели с линзой Френеля вода нагревается быстрее.

УДК 621.311.2.016.331

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННОГО ВОЗДУХА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПИКОВЫХ НАГРУЗОК

КИРСАНОВ М.Л., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Р.

В связи с существованием в электрических сетях перепадов потребления (пиковой нагрузки) электроэнергии появляется необходимость в ее компенсации. Энергоэффективность данного процесса можно повысить путем накопления электроэнергии в периоды спада потребления и, соответственно, пускать ее на компенсацию в моменты пика нагрузок. На данном принципе неоднородности графика электрической нагрузки построена работа гидроаккумулирующих электростанций. Однако, ГАЭС имеет ряд существенных недостатков, таких как: относительно высокая стоимость строительства, потребность в водных ресурсах, зависимость от рельефа местности (не выгодно для равнинной местности).

Перспективной технологией создания запасов энергии является сжатие воздуха и перевод его в жидкое состояние за счет доступной «дешевой» электроэнергии, передаваемой по электрическим сетям во внепиковое время.

При охлаждении и сжатии воздуха до жидкого состояния занимаемый воздухом объем сокращается до 860 раз. Сжиженный воздух хранится в специальном резервуаре. При возникновении потребности компенсации пиковой электроэнергии к нему подводится тепло, при нагревании воздуха происходит переход в газообразное состояние, а затем расширение воздуха. Расширяющийся воздух вращает турбину и генератор, преобразуя тепловую энергию в механическую, а затем в электрическую. Данный тип установки обладает высокой пиковой мощностью, это обусловлено небольшой теплоемкостью воздуха и большой разницей в объемах жидкого и газообразного состояния газа.

Для снижения себестоимости производимой электроэнергии данной установкой в качестве нагревателя можно использовать бросовое тепло, неутилизованную тепловую энергию: теплые стоки промышленных предприятий, отводимое тепло от фотоэлементов солнечных батарей.

УДК 53.06

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО СЕРОВОДОРОДА

КЛИМОВ Е.И., ЦЕЙЗЕР Г.М., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. СОЛОМИН Е.В.

Целью данного доклада является исследование основных проблем добычи и использования черноморского сероводорода и поиск оптимального способа его добычи.

Черное море является большим генератором и накопителем сероводорода. Разработка черноморского месторождения сероводорода может стать оптимальной альтернативой истощающимся месторождениям углеродного топлива.

К тому же добыча черноморского сероводорода положительно скажется на экологической ситуации в акватории Черного моря.

Основным препятствием использования черноморского сероводорода является его выделение из больших масс воды.

Более удачным в плане добычи сероводорода является использование эффекта газлифта. Нами была написана обзорная статья о проблеме добычи и использования черноморского сероводорода, находящаяся в редакции журнала «Альтернативная энергетика и экология». В дальнейшем планируется создание лабораторного стенда, который будет наглядно показывать процесс добычи сероводорода.

УДК 621.311.61

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ИЛИ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

КОВАЛЕВ А.В., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

На сегодняшний день, в связи с произошедшими авариями, существует потребность в создании видеонаблюдения за участком ж/д полотна между городами Москва и Санкт-Петербург.

Помимо этого требуются новые способы организации уличного освещения, с использованием возобновляемых ресурсов, и при этом удобные в эксплуатации.

Возможным решением может быть создание мобильных автономных комплексов с установленной на борту системой видеонаблюдения, либо осветительной установкой. Принципиальная компоновка системы: к гелиевому шару, служащему подъемным механизмом, подвешиваются следующие составляющие: солнечные батареи, вертикально-осевой ветрогенератор, аккумулятор, система видеонаблюдения либо осветительная установка. Так как потребитель использует постоянное напряжение, данная компоновка не требует преобразователей для своей работы. В светлое время суток, при ясной погоде источниками энергии являются солнечные батареи и ветрогенератор, в ночное время суток установку питает только ветрогенератор.

Подобная система будет обладать следующими преимуществами перед классическими решениями:

- возможность быстрого сворачивания\разворачивания системы;
- возможность использования системы в отдаленных ненаселенных пунктах и в городских условиях.

Использование данной системы возможно не только на железной дороге, но и на местности с полностью отсутствующей инфраструктурой.

УДК 620.92

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВМЕЩЕННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

КУНУСБАЕВА Л.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИСМАГИЛОВ Ф.Р.

На сегодняшний день основным (82 %) источником получения электрической энергии в мире является ископаемое топливо и отчасти (на 16 %) – растительное топливо. Вместе с тем, энергия, поступающая от Солнца на Землю, превышает современное энергопроизводство.

Тем не менее, до настоящего времени вопросы непосредственного преобразования энергии, которые бы предусматривали прямое преобразование тепловой и солнечной энергии в электрическую, не нашли широкого развития. В связи с этим, не случайно вопросы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в подавляющем случае решаются с использованием ЭМПЭ, которые успешно конкурируют с установками прямого преобразования энергии, например, с фотоэлектрическими преобразователями солнечной энергии, имеющими КПД на уровне 10–15%.

Учитывая, что перспектива расширенного использования НВИЭ напрямую связана с проблемой разработки новых, нетрадиционных типов ЭМ, стоят задачи углубления теоретических основ, методологии исследования возможности использования совмещенных ВИЭ, а также математического моделирования ЭМПЭ для систем нетрадиционной энергетики.

В настоящее время накопители энергии используются для полного восполнения мощности источника в моменты резкого ослабления или отсутствия используемого для данного преобразователя ВИЭ, что приводит к неоправданно большой мощности накопителя энергии. Это, безусловно, отрицательно сказывается на экономических и надежность показателях систем электроснабжения.

Таким образом, перспектива расширенного использования ВИЭ напрямую связана с проблемой разработки новых, нетрадиционных типов ЭМ и систем управления ими с целью преобразования и суммирования энергии двух и более нетрадиционных возобновляемых источников.

УДК 620.92

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ В г. ОРСКЕ

ЛУКЪЯНОВА К.С., ФАЗЛИАХМЕТОВА М.Ф., ОГТИ, г. Орск
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ГЮНТЕР Д.А

С каждым годом на бытовые нужды расходуется все большая доля электроэнергии, растет применение бытовой электрифицированной техники. Одним из способов уменьшения затрат электрической энергии является использование альтернативных источников энергии. Так в 2008 году Правительство России задалось целью довести мощность возобновляемых источников энергии до 4,5 % от общего производства энергии в стране, или 22 ГВт, к 2020 году. Наибольших успехов среди возобновляемых источников энергии достигла ветроэнергетика. Город Орск рассматривается как территория с высоким ветровым потенциалом, благодаря своему расположению в лесостепном поясе страны.

Под влиянием различных факторов природного или техногенного происхождения скорость ветра может как ослабевать, так и усиливаться. Поэтому наблюдение за ветром на площадке предполагаемого расположения ВЭУ даст исчерпывающую информацию о характере ветрового потока с учетом местных условий.

Нами была поставлена задача определения средней удельной мощности ветрового потока вблизи земной поверхности для использования в «малой» ветроэнергетике. На открытом участке, отведенном под индивидуальное строительство, в весенне-летний период (с марта по июль) были осуществлены экспериментальные измерения скорости ветра на высоте порядка 2 метров. Суммарно было произведено 197 измерений (в среднем 2–3 измерения в сутки).

Получившийся массив экспериментальных данных подвергся математической обработке. Для определения параметров интегрального распределения был применен метод наименьших квадратов. В качестве функции распределения для аппроксимации статистических данных скоростей ветра было использовано распределение Вейбулла-Гудрича.

Таким образом, зная дифференциальную функцию распределения, можно определить среднюю кубическую скорость, а также среднюю скорость ветра на рассматриваемом участке.

Скорость ветра, при прочих равных условиях, увеличивается с высотой, поэтому, было сделано допущение, что возрастание средней скорости по высоте происходит так же, как и возрастание средней

удельной мощности ветрового потока. Итак, для различных моделей ВЭУ малой мощности с высотой мачты от 10 м до 18 м и радиусом лопастей от 3 до 5 метров оценка удельной мощности дает величину вырабатываемой мощности от 300 Вт до 800 Вт с учетом КПД установки.

УДК 621.311.212.004.68 (470.55)

ВАРИАНТЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗЮРАТКУЛЬСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

МАЧУЛА И.О., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПТАШКИНА-ГИРИНА О.С.

Потребление электроэнергии в нашей стране постоянно растет. От энергетики зависит вся экономика, и ее развитие невозможно на существующих мощностях. Все более востребованными становятся предложения по созданию новых и реконструкции существующих производственных мощностей.

Предметом нашего исследования являются технические решения реконструкции Зюраткульской гидроэлектростанции.

До середины 70-х годов прошлого века на реке Большая Сатка существовала двухкаскадная деривационная гидроэлектростанция с установленной мощностью 5,6 МВт, в настоящее время это сооружение практически разрушено. Мы предлагаем следующие технические решения использования гидроэнергетического потенциала реки Большая Сатка: сооружение на участке реки «исток – поселок Магнитский» приплотинной гидроэлектростанции мощностью 400 кВт с двумя пропеллерными гидротурбинами по 200 кВт каждая, или сооружение каскада деривационных гидроэлектростанций мощностью 5,6 МВт с установкой двух турбин Френсиса по 1400 кВт на каждом каскаде. При этом плотинная гидроэлектростанция – это заново создаваемое сооружение, а деривационная ГЭС может быть восстановлена по старой схеме, полностью удовлетворяющей поставленным требованиям.

Анализ результатов экономических расчетов показывает, что проект Зюраткульской малой гидроэлектростанции является достаточно эффективным и конкурентноспособным к традиционным видам электростанций.

УДК 504.064.47

ОЧИСТКА ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ НАНОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ

МИНГАЖЕВА Ю.Г., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КРЫМСКИЙ В.В.

Представлены результаты исследования очистки воды посредством воздействия на нее наносекундными электромагнитными импульсами (НЭМИ). В качестве источника электромагнитных импульсов использовался генератор Ефанова с длительностью импульса 1 нс, амплитудой импульса 15 кВ, частотой повторения импульсов 1 кГц, импульсной мощностью каждого электромагнитного импульса ≥ 3 МВт.

Предложение использования НЭМИ для воздействия на вещества впервые в мире было сделано В.В. Крымским в 1996 г. Очистка воды методом НЭМИ обеспечивает устранение вредных примесей и тяжелых металлов.

Воздействие НЭМИ на воду аналогично процессу радиолиза воды, в результате которого образуются химически активные соединения, основные из которых: гидратированный электрон $e-aq$, атомарный водород H, перекись водорода, гидроксильный OH^* -радикал.

Гидратированный электрон, который является активным восстановителем, взаимодействует со многими веществами, ионы которых содержатся в воде, образуя нерастворимый осадок.

Были проведены экспериментальные исследования, которые показали, что:

1. Увеличение pH воды положительно влияет на ее очистку с помощью НЭМИ;

2. Проведенные эксперименты показали эффективность очистки от тяжелых металлов с помощью НЭМИ.

Представляется что, широкое внедрение этого метода, как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой воды.

УДК 620.92

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРО-ГЭС В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

МИШИНА В.В., ТИ(ф) СВФУ, г. Нерюнгри
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КИУШКИНА В.Р.

В Республике Саха (Якутия) около 60 % территории с населением более 180 тыс. человек относится к зоне децентрализованного электроснабжения. Основой энергоснабжения потребителей в отдаленных от электрических сетей районах, являются около 200 дизельных электростанций. Усредненный физический износ дизель-генераторов составляет 70 %. Низкое техническое состояние, моральный и физический износ объектов малой энергетики являются причиной низкой надежности и экономичности систем энергоснабжения и требуют кардинального улучшения. Такое обстоятельство требует в большей части случаев ввода новых современных источников энергии.

Территория республики характеризуется богатыми гидроэнергетическими ресурсами. Общая протяженность всех ее рек составляет около 2 млн км, а их потенциальные гидроэнергоресурсы оцениваются почти в 700 млрд кВт. Девять крупных рек: Лена, Вилюй, Оленёк, Алдан, Колыма, Индигирка, Олёкма, Анабар и Яна, вместе со своими многочисленными притоками, а также небольшие реки, ручьи и озера являются источниками энергии для малой гидроэнергетики – одного из наиболее эффективных направлений развития альтернативной энергетики.

На основании проведенного исследования сделан вывод о необходимости энергообъединения МГЭС с другими установками на базе ВИЭ, либо с иными энергогенерирующими источниками в единый комплекс для электроснабжения отдаленных потребителей, т.к. использование гидроэнергетических ресурсов рек в экстремальных природно-климатических условиях Севера может носить лишь сезонный характер малой длительности. Наиболее рентабельны комплексы альтернативных энергоисточников на базе МГЭС в сочетании с ветроэлектростанциями, поскольку в арктической зоне распределение годового ветропотенциала носит асинхронный характер к распределению водности рек. Комплекс МГЭС с ДЭС уменьшит нагрузку на экологию и на экономику с точки зрения транспортировки и использования топлива для ДЭС.

УДК 669.162.218+510

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ СЛОЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

МУРАТОВА Т.В., ГАБИТОВ Р.Н., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОЛИБАБА О.Б.

Слой твердых бытовых отходов представляет собой многокомпонентную неопределенную пористую структуру различного фракционного состава. Расчет процесса нагрева такой структуры невозможен без знания ее теплофизических свойств (ТФС). В большинстве случаев теплофизические свойства определяются, исходя из знания объемных долей компонент слоя ТБО и свойств этих компонент. При этом влияние температуры, порозности и влажности слоя на ТФС не учитывается.

Целью работы является определение теплофизических свойств, а именно теплопроводности слоя ТБО, при изменении его температуры и порозности.

Для исследования теплопроводности слоя твердых бытовых отходов предлагается расчетно-экспериментальный метод, не требующий знания параметров внешнего теплообмена. Сущность метода заключается в том, что образец нагревается произвольным монотонно изменяющимся тепловым потоком. Полученные расчетом значения температур в центральной точке сравниваются с экспериментальными данными в этой же точке при условии минимизации среднеквадратичного отклонения расчета и эксперимента.

Выводы

1. Предложено решение для нахождения эффективного коэффициента теплопроводности и теплопроводности пористого слоя.

2. Получена зависимость эффективной теплопроводности слоя предварительно высушенных твердых бытовых отходов от порозности, которая может быть рекомендована для расчетов процессов теплообмена в термических реакторах по переработке ТБО.

УДК 621.36

МИНИАТЮРНЫЙ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ПОДЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ ПОРТАТИВНОЙ ТЕХНИКИ

МУХТАРОВ Ф.М., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. САИТКУЛОВ В.Г.

Растущие темпы потребностей людей в электронных, портативных устройствах, таких как мобильные телефоны, интернет-планшеты, MP3-плееры и других мобильных устройств, требующие постоянной подзарядки при интенсивном использовании, вынуждают производителей техники создавать все более энергоемкие аккумуляторы. Но это все же не может решить проблему полного отказа от подзарядки любой переносной техники. Решение данной проблемы необходимо искать с помощью применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Разрабатываемое устройство – миниатюрный термоэлектрический генератор (МТЭГ), размещенный в зимней одежде, будет использоваться в холодное время года, и предназначен для преобразования отходящего тепла тела человека в электрическую энергию, чтобы подзарядать аккумуляторы индивидуальной, портативной техники.

Основными узлами МТЭГ являются: термоэлектрические модули (ТЭМ) с коммутационными и изоляционными слоями, блок стабилизации и накопления напряжения, а так же сама зимняя одежда, в которую будет установлен МТЭГ, с соединительными подкладками и застежками, обеспечивающая необходимую конструктивную целостность и надежность всего прибора.

Разрабатываемая конструкция МТЭГ уникальна тем, что в качестве источника тепла не требует создания новых, а использует отходящее тепло человеческого тела («дармовая энергия») в зимнее время года, когда на улице отрицательная температура. Тем самым мы имеем передвигающийся источник тепла (человек), а с использованием МТЭГ, следовательно, и передвижной пункт заряда аккумулятора портативной техники. Если учитывать свойства большинства аккумуляторов быстро разряжаться в холодное время года, актуальность МТЭГ становится еще более высокой.

Генерируемое напряжение с МТЭГ (при $\Delta T = 40$ °C) составляет 5 В при силе тока до 100 мА. Наличие универсального разъема для подключения к сменным переходникам, и стандартные значения вырабатываемого напряжения (+ 5 В) подходят для питания большинства портативной техники.

Таким образом, энергопитание с помощью МТЭГ поможет людям всегда быть с работающей индивидуальной, портативной техникой, и значительно продлить срок службы самих же аккумуляторов. А при массовом использовании МТЭГ поможет частично снизить нагрузку, в отопительный сезон с городских ТЭЦ.

УДК 66. 07 : 629. 113

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОТРАНСПОРТА

МНАЦАКАНЯН Л.О., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. КАДЫРОВА Р.Г.

Все виды современного транспорта наносят большой ущерб биосфере. В глобальном балансе загрязнения атмосферы доля автотранспорта составляет 13,3 %, а в городах она возрастает до 80 %. По данным Минтранса России ежегодный ущерб от негативного воздействия на окружающую среду в результате эксплуатации автотранспорта составляет 45 млрд долларов.

В настоящее время уменьшение загрязнения атмосферного воздуха токсичными веществами, выделяемыми автомобильным транспортом, является одной из важнейших проблем, стоящим перед человечеством. Решение данной актуальной, научно-технической проблемы возможно следующими путями: 1. Разработка эффективного способа очистки токсичных газовых выбросов. 2. Изыскание перспективного экологически чистого моторного топлива. Целью работы является выбор способа эффективной очистки токсичных выхлопных газов автотранспорта. Важное место в этом плане принадлежит системам нейтрализации отработавших газов: окисление их в термических реакторах, применение каталитических нейтрализаторов. Из анализа данных по способам нейтрализации следует, что наиболее технологичным является метод окисления выхлопных газов в термических реакторах путем подачи к ним дополнительного воздуха. Достоинства метода: термическое доокисление токсичных компонентов осуществляется за счет собственного тепла отходящих газов, термическая нейтрализация не зависит от вида топлива. Однако, термические реакторы не дают полного окисления токсичных газов. Современные трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы, содержащие платину, палладий и родий, полностью окисляют токсичные газы. Для нормальной их работы необходимо использовать только качественный бензин и строго соблюдать состав топливной смеси в сочетании с системой впрыска топлива с электронным управлением. В плане применения каталитических

нейтрализаторов проводятся исследования по использованию неблагородных металлов. Другой путь уменьшения загрязнения атмосферного воздуха – использование перспективного экологически чистого моторного топлива, которым является водород. С 2001 г. в промышленно развитых странах приняты крупные государственные программы НИОКР в области водородной энергетики на период до 2020 г.

УДК 638.147.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИКРОКЛИМАТА ПЧЕЛИНЫХ УЛЬЕВ

ОСТАШЕНКОВ А.П., МарГУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЫБАКОВ Л.М.

При построении математической модели функционирования системы для энергоснабжения комплекса, обеспечивающего контроль микроклимата внутри пчелиных ульев, одним из условий является учет динамики возмущающих воздействий, что подразумевает учет факторов, связанных с содержанием биологических организмов. Последнее предусматривает создание оптимальных условий по температуре, влажности и содержанию углекислого газа в воздухе внутри помещения, предназначенного для размещения пчелиных семей.

Целью работы является математическое моделирование функционирования системы энергоснабжения на базе возобновляемых источников энергии в течение периода зимовки пчелиных семей.

Наиболее распространенным подходом к математическому моделированию систем энергоснабжения является описание исследуемых объектов через построение графических диаграмм причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени. В этой связи, при моделировании функционирования системы энергоснабжения комплекса для контроля микроклимата внутри пчелиных ульев следует учитывать специфику работы потребителя, обусловленную особенностями температурного и влажностного режимов пчелиных семей, что подразумевает совмещение графиков энергопотребления комплекса и параметров энергогенерирующего оборудования. При этом результаты анализа выходных данных, полученных в результате выполнения вычислительного эксперимента на разработанной математической модели, могут быть использованы для разработки предложения по номинальному ряду энергогенерирующих элементов, а также компоновки системы энергоснабжения для конкретного пасечного хозяйства.

УДК 620.91

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА
ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

ОЩЕПКОВА Я.О., ТИ (ф) СВФУ, г. Нерюнгри
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КИУШКИНА В.Р.

В настоящее время эффективными технологиями в области исследования потенциала возобновляемых источников энергии (ВИЭ) являются географические информационные системы (ГИС). Данные технологии базируются на больших массивах информации, включающие ресурсную базу потенциалов возобновляемых источников энергии, природные и экономические характеристики регионов. Поэтому одной из первых задач при моделировании геоинформационных систем ВИЭ РС (Я) является сбор и анализ атрибутивных данных, электронных карт о потенциалах возобновляемых источников.

Инструментом, группирующим большое количество информации в единое хранилище, выступает база данных, которая благодаря своей функциональности дает возможность вводить актуальные данные о ресурсах ВИЭ, осуществлять оперативный поиск, анализ, отображать необходимые пространственные данные для принятия решения размещения установок на базе ВИЭ. Ввиду автоматизированности процесса, открытой визуализации, скорость и эффективность управления данными увеличивается по сравнению с поиском информации из бумажных носителей. Поэтому создание интегрированной информационной базы возобновляемой энергетики Республики Саха (Якутия) является важным и уместным этапом в рамках разработки ГИС ВИЭ РС (Я).

Сформирована информационная база ВИЭ РС (Я), получены сопряженности показателей потенциалов ВИЭ и расчетных характеристик для выбора установок на базе ВИЭ, произведена классификация исходных параметров в кластерном анализе для разработки рациональной типовой структуры и критериев построения автономных систем электроснабжения на базе ВИЭ.

Интегрированная информационная база поможет принятию управленческих решений в области возобновляемой энергетики РС (Я), окажет положительное влияние в энергообеспечении изолированных зон Якутии с невысокими показателями надежности.

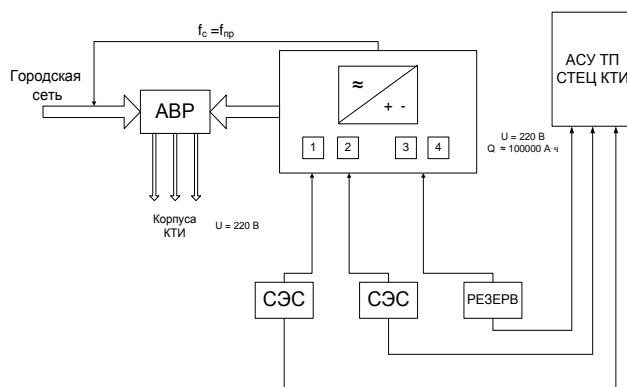
УДК 620.92

КРЫШНАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ КОРПУСА КТИ (ФИЛИАЛ) ВОЛГГТУ

ПАСМЕНКО О.С., КТИ (ф) ВолгГТУ, г. Камышин
Науч. рук. доц. ГАЛУЩАК В.С.

Наша разработка – технический проект крышной солнечной установки (СЭУ) мощностью 20 кВт, которая может быть установлена на крыше одного из учебно-лабораторного корпуса КТИ (филиал) ВолгГТУ, потребляющего в среднем 200 000 кВт·час в год.

В проекте закладываются солнечные панели Рязанского завода металлокерамических приборов, мощностью по 75 Вт. Для мощности СЭС 20 кВт достаточно 267 солнечных панелей, размещенных на крыше корпуса, площадью 960 м². При этом стоимость крышной СЭС с использованием данных солнечных панелей составляет 4 710 000 руб.



Блок-схема работы СЭС

В перспективе возможна установка более эффективных солнечных батарей на гетерозлектрических ФЭП, разработанных в г. Дубне. У гетерозлектрического фотоэлемента КПД видимого спектра (54 %).

Нами предлагается применение голографической солнечной панели. Ее голограмма – мультиплексная – это огромное количество голограмм, наложенных одна на другую и «работающих» при падении на них солнечного света под любым углом.

Упрощение конструкции панелей, где нет механизма слежения за солнцем, увеличивает надежность бесперебойной работы СЭУ.

Построив крышную СЭУ на заданную мощность, мы снизим затраты на покупную электроэнергию на 20 %, что позволит институту выполнить задание по энергосбережению, определенные Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ.

УДК 621.3

АВТОНОМНЫЕ ВЕТРО-СОЛНЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

ПАШАЛИ В.М., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДЕМИН А.Ю.

При эксплуатации автономные ветро-солнечные системы освещения (АВССО) имеют следующие преимущества: снижение затрат на их установку и обслуживание; не требуется прокладки кабелей электропитания; эффективное использование (низкое потребление) энергии; длительный срок службы, простое техническое обслуживание и т.д. В среднем заряда, который АВССО получают от солнечного модуля (далее СМ) и ветроэнергетической установки (далее ВЭУ) хватает не менее, чем на двенадцать часов работы.

Авторами разработана АВССО для освещения пешеходных переходов для любой климатической зоны, предназначенная для повышения безопасности пешеходных переходов, снижения травматизма и экономии электроэнергии. Авторами учтены инновационные разработки в области повышения безопасности пешеходных переходов, такие как: 3D-зебра и звуковые эффекты. Для повышения надежности СМ выполнен из нескольких параллельно соединенных батарей. Для повышения надежности (охлаждения и очищения от пыли, снега и других загрязнений) СМ предлагается размещать на кронштейне с возможностью поворота и установки под углом максимального обдува лопастями ВЭУ. АВССО способна автоматически информировать водителей о наличии пешеходов в зоне пешеходного перехода, а пешеходов о приближении автомобилей, освещать пешеходный переход в темное время суток и в условиях недостаточной видимости во время тумана, дождя, снега, при этом используется инновационный дополнительный световой эффект «зебра в небе» и звуковые эффекты.

УДК 621.3

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ЧАСТНЫХ ДОМАХ

ПОПОВ Е.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. асс. РЫБАЛКО Т.А

Системы электроснабжения сельских районов имеют большой удельный вес в энергетическом хозяйстве страны. Основные проблемы, связанные с их электроснабжением, являются:

1) Ухудшение параметров качества электрической (ПКЭ) энергии. Для сельских распределительных сетей наиболее значимые являются ПКЭ, характеризующие несимметрию трехфазной системы напряжений.

2) Долгий срок возобновления электроснабжения после обрыва или короткого замыкания воздушной линии из-за протяженности дорог. А в осенний и весенний период часто невозможно произвести ремонт, т.к. в некоторых районах во время проливных дождей полотно дороги превращается в болотистую местность.

Чтобы избежать этих проблем, необходимо исключить из процесса «производство – потребление» электроэнергии процесс передачи. Для этого можно использовать: дизель-генератор, газотурбинный генератор, ветрогенератор или солнечные батареи.

Для создания проекта частично или полностью энергонезависимого дома как наиболее эффективный, требующий минимальных затрат при установке и не требующий топлива, выбирается солнечная батарея.

Срок окупаемости установки при правильно выбранной мощности и максимально эффективном использовании составляет от 4 до 6 лет при сроке службы 30 лет. Крайние температурные границы эксплуатации от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$, что подходит для использования практически во всех районах России.

Для повышения энергоэффективности всего дома необходимо применение элементов «умного дома», например, диммирование общего освещения.

УДК 621.311.24

ФОРСУНКА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПЕРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

САФИН Р.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАСАНОВ З.М.

Двухконтурные турбореактивные двигатели к настоящему времени стали основным типом газотурбинных двигателей (ГТД) для пассажирских самолетов гражданской авиации. По мере накопления опыта эксплуатации конкретного типа авиадвигателя, конструкторы вносят в его конструкцию соответствующие изменения, технологи совершенствуют процесс его изготовления, эксплуатационники улучшают методы технического обслуживания и применяющееся при этом оборудование.

Главным технико-экономическим показателем надежности служит ресурс, то есть наработка, в течение которой поставщик несет ответственность за сохранение технического состояния объекта.

При горении реактивных топлив образующийся нагар может отлагаться на форсунке или вокруг форсунки, что может привести к изменению формы распыленной струи, а это влечет еще большее нагарообразование и снижение КПД процесса горения. Для предотвращения перегрева кожуха стакана и коксообразователя на торцах сопел распылителей предусмотрен обдув их воздухом, который поступает из диффузора камеры сгорания через отверстия в кожухе стакана и выходит в жаровую трубу через зазор между стаканом и кожухом стакана и через 2 ряда отверстий на торце кожуха стакана. Для предотвращения осадений существуют присадки в топливо. Но при этом они меняют рабочие характеристики последнего.

УДК 620.93

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В СЛОЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

САМЫШИНА О.В., ВЛАСОВА В.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОЛИБАБА О.Б.

Любой эксперимент по теплообмену должен отвечать следующим основным требованиям: возможность получения на опытной установке результатов, адекватных практическим целям; простота и возможно меньшая продолжительность и затратность опыта; минимальная погрешность измерительной схемы и наличие точной оценки этой погрешности; простота и точность математической обработки получаемых результатов.

Наиболее точные результаты при изучении теплообмена дают методы физического моделирования.

Экспериментальное определение коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи неоднородных по фракционному составу крупнодисперсных материалов методом физического моделирования вызывает ряд затруднений. Это обусловлено необходимостью соблюдения значительного количества требований, определяющих размеры исследовательской установки и характер проведения опыта.

Коэффициент теплоотдачи может быть отнесен не к единице поверхности, а к единице объема и определен из выражения критерия Нуссельта:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_3^2}{\lambda}$$

где α – коэффициент теплоотдачи; λ – коэффициент теплопроводности газа; d_3 – эквивалентный диаметр куска слоя ТБО.

В условиях эксперимента объем кусков слоя ТБО может быть установлен опытным путем непосредственно без какого-либо предположения о форме куска, что является наиболее верным с точки зрения точности получаемых результатов. Однако при этом возникнут трудности при практическом использовании полученных результатов, поэтому при обработке результатов необходимо делать допущение о форме куска.

В результате проведенных экспериментальных исследований, обработанных с использованием теории подобия, получено критериальное уравнение вида:

$$Nu = 0,414 \cdot Re^{0,59}$$

УДК 574.46 (470.41)

ПОЛУЧЕНИЕ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

СИТДИКОВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань

В настоящее время переработка (обработка, очистка и утилизация) органических отходов представляет собой сложную задачу для современной пищевой промышленности. В значительной степени рост образования отходов в пищевой промышленности связан с сахарной промышленностью, отходы этого сектора в Республике Татарстан ежегодно составляют более 800 тыс. тонн. Основными отходами сахарной промышленности являются свекловичный жом, меласса, рафинадная патока, фильтрационный осадок, свекловичный бой, хвостики свеклы. Кормовые отходы сахарных заводов – жом, патока и другие – широко используются в сельском хозяйстве. Вопрос утилизации этих отходов в настоящее время стоит особо остро, так как хранилища для этих отходов занимают большие территории и в процессе хранения и дальнейшего разложения они загрязняют окружающую среду.

При получении биогаза органические вещества разлагаются в отсутствие кислорода. Этот процесс включает в себя два этапа: на первом сложные органические полимеры под действием природного сообщества разнообразных видов анаэробных бактерий разлагаются до более простых соединений, на втором этапе метанообразующие бактерии превращают органические кислоты в метан, углекислый газ и воду. На метан приходится до 90 % энергии, что формирует основу биогаза, высокоэнергетического топлива с малым количеством вредных выбросов

углекислого газа. В отличие от природных ископаемых, биогаз является возобновляемым источником энергии, а использование его в качестве топлива ведет к экономии энергоресурсов.

Получение биогаза и биоудобрения на специально сконструированных биогазовых установках позволит решить ряд экологических и экономических проблем, связанных с утилизацией этих отходов:

- снижение загрязнения в результате хранения отходов;
- сокращение выбросов парниковых газов;
- уменьшение использования минеральных удобрений;
- возвращение полезных биогенных элементов обратно в почву;
- экономия затрат на очистные сооружения и хранилища для отходов;
- выработка электроэнергии и тепла с возможностью их использования на нужды предприятия.

УДК 621.3.07

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

СИРОТКИН Е.А., ЗАХАРОВ В.В., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.;
д-р техн. наук, проф. СОЛОМИН Е.В.

Из мировой практики использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) известно, что при скоростях ветра 20...30 м/с может произойти разрушение ветроколеса, либо возгорание генератора. Для того чтобы предотвратить поломку, необходимо ограничивать частоту вращения ротора ВЭУ.

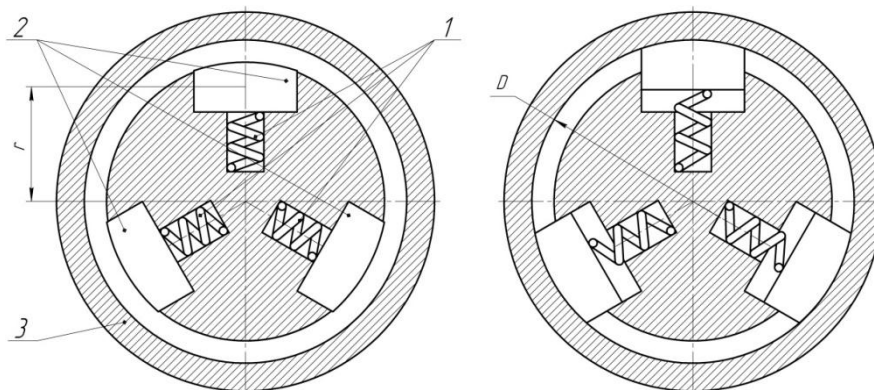
В данном докладе представлено устройство, позволяющее регулировать частоту вращения ротора ВЭУ с помощью фрикционного торможения. На рисунке изображена схема устройства. При раскрутке ротора выше номинальной скорости кулачки 2 под действием центробежных сил начинают растягивать пружины 1 и контактируют со стенками мачты 3; возникает фрикционное трение, за счет которого происходит торможение ветроколеса. При понижении скорости вращения ротора до величины меньше номинальной центробежная сила уменьшается, и кулачки под воздействием пружин возвращаются в исходное положение, торможение прекращается.

Также в докладе представлена методика проектирования данного устройства в зависимости от параметров ротора.

$$KT < 0,5 \cdot (mr\omega^2 - F) \cdot f \cdot z \cdot D,$$

где m – масса кулачка, r – расстояние от центра тяжести кулачка до оси вращения, ω – окружная скорость, F – сила, с которой пружина притягивает кулачок к центру, f – коэффициент трения, z – число кулачков, D – внутренний диаметр мачты, K – коэффициент запаса, T – крутящий момент.

Преимущества устройства: безопасность эксплуатации ВЭУ, высокая надежность, простота конструкции, низкая стоимость, ремонтпригодность.



Кулачки в сжатом и разжатом положениях

УДК 620.91

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

СМИРНОВА В.А., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. экон. наук, доц. ИВАНОВА О.Е.

Целью энергетической политики является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций. Ученые в один голос твердят о необходимости замены традиционных источников энергии возобновляемыми (ВИЭ).

Использование ВИЭ стало одной из наиболее быстрорастущих областей экономики. В ведущих странах Евросоюза (ЕС) по оценкам Международного энергетического агентства (МЭА) производство энергии из ВИЭ ежегодно растет на 10–20 %.

Согласно данным Евростата, если в 2004 году в ЕС 7,9 % электроэнергии было получено за счет ВИЭ, то в 2011 году этот показатель составил уже 13 %.

По прогнозам Европейского совета по возобновляемой энергетике к 2040 году возобновляемые источники смогут обеспечить 50 % производства энергии в мире. В соответствии с решением Европарламента доля ВИЭ в энергобалансе ЕС в 2020 году должна составить 20 %, в 2040 году – 40 %.

Лидерами в использовании ВИЭ в ЕС являются Норвегия (64,7 %), Швеция (46,8 %), Латвия (33,1 %) и Финляндия (31,8 %).

Одну из ведущих позиций по уровню развития практически всех видов ВИЭ занимает Германия. В 2004 году в Германии был принят специальный закон («EGG»), который предусматривает расширение доли ВИЭ в электроэнергетике к 2020 году до 35 %, 2030 году – до 50 %. В 2011 году этот показатель составил 20 %.

Потенциал государств-участников СНГ по использованию ВИЭ значителен, но пока не используется в полной мере. Вместе с тем расширение использования ВИЭ может оказать позитивное воздействие на развитие науки и техники стран СНГ, темпы роста экономики и уровня жизни населения.

УДК 620.9

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СТАНКОВ-КАЧАЛОК

ХУСАЕНОВ И.А., ДЕНИСОВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЕНИСОВА А.Р.

Развитие нефтяной промышленности России в последние годы происходит на фоне заметного ухудшения структуры запасов нефти, что в основном связано со значительной выработкой многих крупных высокопродуктивных месторождений, а также открытием и вводом в разработку месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Растет доля месторождений, расположенных на труднодоступных территориях, что требует применения новых технологий и технических средств и как следствие прокладки новых протяженных линий электропередач на высоком напряжении для питания потребителей небольшой мощности, в частности нефтедобывающих станков-качалок и установки собственной трансформаторной подстанции. Такие линии обычно имеют большие потери электроэнергии, а трансформаторы низкий коэффициент загрузки, что экономически не выгодно.

В качестве альтернативных источников энергии могут быть использованы: попутный газ (мини ТЭС), ветряная энергия, солнечная

энергия. Наиболее доступной является солнечная энергия. Солнечная энергетика – направление нетрадиционной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии.

Так как основным требованием электроснабжения является надежность, то для обеспечения бесперебойного электроснабжения, уменьшения необходимой мощности солнечной батареи, емкости аккумуляторной батареи, целесообразно использование гибридной ветросолнечной электростанции. При этом, в зимнее время, основная выработка электроэнергии приходится на ветроэлектрическую установку, а летом – на солнечные фотоэлектрические модули.

В результате проведенных технико-экономических расчетов, получение энергии с использованием гибридной ветросолнечной электростанции имеет короткие сроки окупаемости. Такая установка позволяет получить дешевую электроэнергию для питания удаленных от энергосистем потребителей без вреда окружающей среде.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

ШИХАМОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАРИПОВ Д.К.

Анализ литературы, посвященной ветроэнергетике, свидетельствует, что территория Среднего Поволжья является мало изученной по сравнению с другими регионами России. Однако, при исследовании характеристик физико-географических и климатических особенностей Среднего Поволжья, было получено подтверждение, что в данном регионе есть потенциал в использовании ветрогенераторов.

Развитие компьютерных технологий и систем связи позволяет интегрировать выходные данные ветрогенератора в общедоступные информационные системы.

Целью данной работы является создание программного комплекса сбора и обработки информации с ветрогенераторов, позволяющего строить прогноз выработки энергии на будущее. Преимуществом прогнозирования является возможность заранее определить количество получаемой энергии с ветрогенератора и перенаправить полученную энергию в необходимое питаемое устройство.

Одним из преимуществ программного решения является использование панели мониторинга. Владелец программы сможет оперативно использовать

важные сведения о состоянии ветрогенератора с помощью данной панели. Панель мониторинга включает: систему показателей; ключевые индикаторы производительности; индикаторы; фильтры; отчеты. Системы показателей – это элементы панели мониторинга, показывающие производительность для одной или нескольких метрик. Ключевые индикаторы производительности – это метрики, используемые в системе показателей. Фильтры – это отдельные элементы панели мониторинга, позволяющие пользователям панели мониторинга сконцентрироваться на определенных сведениях. Отчеты – это элементы панели мониторинга, которые отображают данные в диаграммах или таблицах. Примерами могут служить линейчатые диаграммы, графики, круговые диаграммы и таблицы.

Ключевой особенностью данного программного решения является то, что у пользователя нет острой необходимости иметь в своем распоряжении полный пакет программ.

УДК 621.3

МЕТОД ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПАРКОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

ШЕСТАКОВА В.В., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.

На сегодняшний день очень актуальна проблема энергосбережения. Одним из приоритетных направлений в развитии новых технологий является разработка альтернативных источников энергии, энергосберегающих технологий. В нашей работе в качестве альтернативного источника энергии рассматривается автомобиль – при его движении на поверхность искусственной дорожной неровности передаются колебания, которые можно преобразовывать в электрическую энергию. В ходе исследования мы разработали и создали устройство, преобразующее колебания в электрические сигналы, аккумулированная мощность которых может быть достаточной для обеспечения освещения парковки в ночное время. Расчет выработки электроэнергии показал целесообразность его использования в практических целях. Разработанное устройство можно использовать на площадках повышенной проходимости (супермаркеты, кинотеатры), а также на автозаправках, автостанциях, в том числе находящихся вдали от электрических сетей. Это позволит получить значительную экономию в рамках города, области и страны в целом.

УДК 620.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЦЕЛЯХ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЗАЙНАШЕВА З.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

Сахарная промышленность, относится к наиболее материалоемким и энергоемким видам производства. В настоящее время доля затрат сахарной промышленности на электрическую и тепловую энергию составляет около 8 %. Использование органических отходов сахарной промышленности в качестве сырья для биоэнергетических установок может снизить данные затраты на 50 % за счет использования биогаза. Отходы этого сектора только в Республике Татарстан ежегодно составляют более 800 тыс. тонн.

В соответствии с предлагаемой биотехнологией отжатый свекольный жом может транспортироваться в приемный резервуар биогазовой установки типа «ZORG» с общим объемом реакторов 30 тыс. м³, способной принять отходы в количестве 1200 тонн в сутки, влажностью 75 %, где субстрат разбавляется до необходимой влажности и доводится до оптимальной температуры для мезофильного сбраживания. Полученная масса перекачивается в блок метантенков, где происходит анаэробное разложение органических веществ, входящих в состав жомоводяной массы. В результате анаэробного разложения происходит образование биогаза и биоудобрения.

Полученный газ очищается от серы, а органический остаток разделяется в сепараторе и накапливается в сифоне для удобрений. Очищенный газ попадает в газгольдер, после чего сушится, компрессируется и отправляется в котельную ТЭЦ, оснащенную специальными горелками для сжигания биогаза.

Результаты расчетов показали, что при запуске описанной биогазовой установки возможно получение 2,4 кВтч из 1 м³ биогаза. Производство биогаза в объеме 146000 м³ в сутки с содержанием метана 55–60 %, что эквивалентно 350400 кВтч выработки электричества в сутки. Использование этой энергии значительно экономит расход природного газа для производственных целей.

УДК 628.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ТЭЦ

ШАЙХУЛИСЛАМОВА Г.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

В настоящее время в РТ значение пресной воды в качестве природного сырья постоянно возрастает. Использование водных объектов в промышленности приводит к его загрязнению различными веществами. Их источниками служат нефтепроводы, нефтебазы, перекачивающие станции и наливные пункты и пр.

Потребление энергии в России и в мире неуклонно возрастает. Энергетика, в том числе теплоэнергетика, является в настоящее время базой для развития всех отраслей промышленности, транспорта и сельского хозяйства. Развитие же самой энергетической отрасли порой сдерживается недостаточной проработкой вопросов защиты окружающей среды от неблагоприятного воздействия энергообъектов.

В своей работе я рассмотрела загрязнение водных объектов сточными водами, содержащие нефтепродукты и взвешенные вещества на предприятии теплоэнергетики.

На данный момент проблема защиты водной среды от загрязнений нефтепродуктами и взвешенными веществами является актуальной, так как она ведет к заболачиванию и гибели водной экосистемы.

В теплоэнергетике очистка сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ осуществляется в 3 этапа:

- отстаивание в приемных резервуарах;
- фильтрация через механические фильтры;
- фильтрация через угольные фильтры.

Анализ экологических проблем очистных сооружений показал, что наиболее значимой экологической проблемой предприятия являются возможные на очистных сооружениях аварийные ситуации, так как используемое оборудование предприятия имеет значительный физический износ и недостаточную степень очистки сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Изучив систему очистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами и взвешенными веществами, и рассмотрев новые методы очистки сточных вод, а именно конструкции и технические характеристики разных типов флотаторов, предлагаю установить напорный радиальный флотатор.

Внедрение напорного радиального флотатора уменьшит затраты на обслуживание фильтров и предотвратит аварийный сброс нефтепродуктов за счет дополнительной ступени очистки сточной воды. В связи с тем, что сточная вода очищается до минимального содержания нефтепродуктов, ее повторное использование в системе оборотного водоснабжения позволит увеличить экономическую эффективность работы ТЭЦ.

УДК 504.03:534.83

РАСЧЕТ ШУМА В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

БУХОНОВ В.О., КОМЛИК Е.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

В настоящее время акустическое загрязнение является одной из серьезных экологических проблем и оказывает комплексное негативное воздействие в условиях урбанизированных территорий. Вредное воздействие интенсивного шума на организм человека многообразно и не ограничивается воздействием на орган слуха.

Авторами анализируются источники городского шума и методички расчета шума в условиях урбанизированных территорий. Предлагается ряд новых подходов к расчету шума.

Одним из основных источников акустического загрязнения окружающей среды в городских условиях является автомобильный транспорт. Авторы провели ряд расчетных и экспериментальных исследований уровня автотранспортного шума на территории городского округа Тольятти. При разработке методик расчета учитывались такие параметры, как вид урбанизированной территории, количество и высота зданий и сооружений, виды промышленных предприятий и строительных площадок, находящихся на урбанизированной территории, плотность потока автомагистралей, примыкающих к урбанизированной территории, вид и характер распространения акустического загрязнения по территории жилой застройки, спектральный состав шума и др. Расчетные параметры выбирались исходя из особенностей источника акустического загрязнения. Так, для расчета шума, создаваемого при движении шинами автотранспортного средства, учитывались следующие факторы:

- скорость движения транспортного средства;
- характеристики дорожного покрытия;
- климатические характеристики (температура окружающей среды, осадки в виде дождя или снега и пр.);
- конструктивные характеристики шины транспортного средства;

- рисунка протектора автомобильной шины;
- габаритные размеры транспортного средства;
- масса транспортного средства;
- мощность двигателя;
- давление в шине;
- плотность среды внутри шины и т.д.

Сравнение экспериментальных данных с расчетными показывает высокую точность разработанных методик расчета и программных продуктов.

УДК 504.064.4

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ВАСИЛЬЕВ В.А., ДЕГТЕРЕВА М.С., ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

Проблема обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами в России становится все более актуальной. Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд тонн всех видов отходов, из которых используется лишь 2 млрд тонн, или 28,6 %. Обсуждаются особенности организации системы обращения с отходами в Самарской области, где создан и успешно развивается кластер вторичных ресурсов – уникальный в условиях России. Основная цель кластера – обеспечение эффективного взаимодействия всего множества специалистов, решающих частные задачи в области переработки вторичных ресурсов.

В Самарской области действует областная целевая программа «Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления и формирование кластера использования вторичных ресурсов на территории Самарской области». Основные цели программы – создание единой системы управления в области обращения с отходами производства и потребления при условии консолидации и объединения государственных служб со всеми слоями нашего общества, привлечение инвестиций в экономику Самарской области, создание дополнительных рабочих мест, обеспечение экологически безопасного хранения, переработки и уничтожения отходов.

Правительством Самарской области создаются условия для привлечения инвестиций в эту сферу. Прежде всего, инвестиции направлены на строительство сортировочных станций, логистику, создание условий для временного хранения и переработки отходов. На более

высоком технологическом уровне организуются сбор и временное хранение отходов, создаются новые контейнерные площадки. Важной задачей является разделение отходов и повторное использование ресурсов, что позволит снизить антропогенную нагрузку на природу, сократив количество полигонов и объемы мусора, вывозимого на них. Внедрение отдельной системы сбора отходов является важной и комплексной задачей, требующей в том числе большой работы по организации экологического просвещения и воспитания, мотивации граждан разделять мусор от бумаги, стекла, пластика.

В области непрерывно совершенствуется региональная и муниципальная законодательная база в области обращения с отходами. При этом большое внимание уделяется развитию системы обращения ЧС с отходами в наиболее крупных городах Самарской области: Самара, Тольятти, Сызрань, Жигулёвск.

Таким образом, для решения важной задачи снижения негативного воздействия отходов производства и потребления на человека и окружающую среду в Самарской области созданы необходимые условия и достигнуты значительные успехи.

УДК 629.113:534.83

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ТЕРЕЩЕНКО Ю.П., ТЕРЕЩЕНКО И.О., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

Оценка экологических рисков необходима для выявления и определения вероятности наступления событий, имеющих неблагоприятные последствия для состояния окружающей среды, здоровья населения и вызванных загрязнением окружающей среды, нарушением экологических требований, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Существующие методики оценки экологического риска урбанизированных территорий не всегда позволяют точно определить степень экологической опасности от основных загрязняющих веществ и других вредных факторов промышленных городов. Они не учитывают совместное сочетанное воздействие на человека факторов различной природы (физических, химических, биологических). Проведение соответствующих исследований необходимо для более точной и полной оценки экологических рисков территорий.

Авторами проведен сравнительный обзор и сравнительный анализ программных средств в области оценки экологического риска. На базе аккредитованной научно-исследовательской лаборатории «Виброакустика, экология и безопасность жизнедеятельности» (НИЛ-9) Тольяттинского государственного университета по результатам анализа научно-технической литературы и проведения патентного поиска был разработан ряд программных продуктов, позволяющих выполнять расчеты по оценке риска здоровью населения и нанесения ущерба окружающей среде. Их особенностью и новизной является то, что они позволяют проводить комплексную оценку рисков и учитывать сочетанное воздействие приоритетных физических и химических факторов на организм человека, с учетом возможных токсических эффектов, а также осуществлять автоматизированную обработку и оценку результатов измерений различных физических и химических воздействий и проводить расчеты интегральных показателей и сочетанного воздействия факторов различной природы.

На модули программного обеспечения «Sound City Test», «Monitoring of chemical pollutions»), «Integrated monitoring of physical and chemical pollutions получены свидетельства об официальной регистрации.

Обсуждаются результаты апробации разработанных программных продуктов в условиях территории городского округа Тольятти и сравнения полученных расчетных значений с данными натурных измерений параметров различных физических и химических загрязнений окружающей среды.

УДК 621.313.322

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

ШИШОНИН Ю. О., КНИТУ-КАИ, г. Нижнекамск

Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ИЗОТОВА П.А.

Ученые подсчитали, что общий ветроэнергетический потенциал земли приблизительно в 30 раз превосходит годовое потребление электричества во всем мире. Для нормальной работы ветроустановок скорость воздушных потоков не должна в среднем за год падать меньше 4–5 м/с, и в то же время не должна превышать 50 м/с. Сегодня будущее принадлежит ветрогенераторам мощностью от 5 до 100 кВт, которые будут обеспечивать в основном нужды сельского хозяйства и небольших поселений.

Главной проблемой применения ветровой энергии является непостоянство ветра. В ходе эксплуатации ветрогенераторных установок возникают различные проблемы:

- неправильное устройство фундамента. Если в расчете фундамента неверно определены параметры, или неправильно выполнен дренаж фундамента, то башня от сильного порыва ветра может упасть;

- обледенение лопастей и других частей генератора. Обледенение способно увеличить массу лопастей и снизить эффективность работы ветрогенератора. Для эксплуатации в арктических областях части ветрогенератора должны быть изготовлены из специальных морозостойких материалов. Жидкости, используемые в генераторе, не должны замерзать. Может замерзнуть оборудование, замеряющее скорость ветра. В этом случае эффективность ветрогенератора может серьезно снизиться. Из-за обледенения приборы могут показывать низкую скорость ветра, и ротор останется неподвижным;

- удары молний. Удары молний могут привести к пожару. На современных ветрогенераторах устанавливаются молниеотводящие системы;

- отключение. При резких колебаниях скорости ветра срабатывает электрическая защита аппаратов, входящих в состав системы, что снижает эффективность системы в целом. Так же для больших ветростанций большая вероятность срабатывания защиты на отходящих ЛЭП.

- нестабильность работы генератора из-за использования в промышленных ветрогенерирующих установках асинхронных генераторов, стабильная работа которых зависит от постоянства напряжения в ЛЭП.

УДК 621.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ, УСТАНОВКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТНУ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

БАБОНОВА В.В., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.

В условиях перенаселения городов и увеличения малоэтажного строительства, удаленного от централизованных источников тепло- и газо-снабжения, становятся актуальными автономные системы теплоснабжения зданий и сооружений. К таким системам относятся системы на базе ТНУ. В настоящее время при росте стоимости энергоресурсов правительством России и др. стран поднимаются задачи применения энерго-эффективных технологий и расширение использования возобновляемых источников энергии. На данный момент на Южном Урале чаще всего устанавливаются и применяются системы на базе геотермальных систем ТНУ. На базе опыта некоторых из них становится возможным определить наиболее оптимальные и эффективные системы.

Для исследования на базе экспериментального опыта были введены в эксплуатацию и исследованы пять установок систем ТНУ для комплексного использования с другими источниками энергии в климатических условиях Южного Урала. В ходе эксплуатации (от нескольких месяцев до 3 лет) были выявлены особенности применения, установки и эксплуатации различных ТНУ в климатических условиях Южного Урала.

УДК 621.1:622.276.45

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЛЛЕТНЫХ КОТЛОВ НА БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ

ГАСИЛИНА И.А., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХИТОВА Р.И.

Для обеспечения работоспособности буровой установки требуются пар на технологию (не менее 1 т/ч), тепловая энергия на отопление передвижных помещений (вагончиков) для работников.

В настоящее время для этих целей применяются передвижные котельные установки, использующие в качестве топлива нефть, что является дорогим и неэкологичным мероприятием. При сжигании нефти образуются такие соединения как: двуокись углерода, оксиды азота, серы, железа, ванадия, хлориды различных металлов и других неорганических соединений. Все эти составляющие нефти, которые при сжигании наносят вред окружающей среде. С целью снижения вредных выбросов и снятия экологической напряженности предлагается заменить топливо на более экологичное.

Предлагается взамен котельных установок, работающих на нефти, использовать паровой пеллетный котел. Средняя цена 1 тонны нефти равна 13000 руб., средняя цена 1 тонны пеллет 3500 руб. Удельная теплота сгорания нефти 10300–10800 ккал/кг, пеллет 4500 ккал/кг.

Пеллеты изготавливаются из древесной щепы, опилок, стружек и пыли, которые в избытке накапливаются на деревообрабатывающих предприятиях страны.

Основные преимущества котлов на пеллетах: эффективность (КПД) 90–93 %; вредных выбросов. Используется безопасное и экологичное топливо; взрыво- и пожаробезопасность; для установки не требуется каких-либо согласований и разрешений.

По нагрузке, которая требуется на буровой установке, подобран паровой котел ЕКРs-PEL, изготовленный из стали и предназначен для производства пара из гранул. Производительность пара от 1116 кг/час до 2480 кг/час. Макс. давление 6 бар и макс. температура пара $T = 165$ °С.

Применение пеллетных котлов вместо котельных установок, работающих на нефти, снижает экологическую напряженность, улучшает экономическую целесообразность, снижает себестоимость нефти.

УДК 621.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ЧЕТОШНИКОВ С.А., ЮУрГУ, г. Челябинск

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КИРПИЧНИКОВА И.М.

Для того чтобы обеспечить нормальную работу ветроэнергетической установки (ВЭУ), необходимо постоянно отслеживать ее основные параметры. Это особенно важно на начальном этапе эксплуатации ВЭУ.

Предлагается использовать схему, в которой измерения с контроллера ветроустановки передаются запросом на удаленный сервер. При получении запроса сервер обрабатывает входные данные и сохраняет их в базу данных. Одновременно сервер может принимать сигналы от нескольких ветроустановок.

Для получения доступа к данным, пользователю необходимо выйти в интернет и открыть страницу веб-сервиса.

Через веб-интерфейс пользователь сможет запросить любые данные о каждой из подключенных к серверу ветроустановок.

Таким образом, осуществление мониторинга с помощью описанного веб-сервиса значительно упрощается. Чтобы отслеживать работу ветроустановки не потребуется специального программного обеспечения, достаточно будет иметь доступ в интернет.

УДК 621.311.15

ОПТИМИЗАЦИЯ И ОБУЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ

МИРГАЯЗОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Прогнозирование потерь электрической энергии (ЭЭ) в электросетях является одной из важнейших задач в работе энергосбытовых организаций. Это необходимо как для решения задач внутриобъектного технико-экономического регулирования работы сетей, так и для представления отчетной информации вышестоящим организациям. В настоящее время

требования к качеству расчета и прогноза потерь ЭЭ постоянно возрастают – это объясняется переходом на рыночную систему отношений в электроэнергетике.

Основной проблемой при расчете потерь ЭЭ при помощи искусственных нейронных сетей (ИНС) в сетях 0,4–20 кВ является недостаток статистических данных для обучения ИНС. Последнее обусловлено недостаточной оснащенностью подстанций средствами телеизмерений, а также нерегулярной фиксацией параметров режима.

Для решения проблемы нехватки статистической информации предложено обучать ИНС. При проектировании используется пакет прикладных программ Neural Networks Toolbox системы MATLAB используя данные, полученные в результате математического моделирования работы электрической сети за расчетные периоды. Модель при этом строится на основе известных обобщенных параметров работы сети и характеризующих ее нагрузки в течение продолжительного срока. Полнота и адекватность модели зависит от объема этих начальных данных о характере нагрузок сети.

Нейронная сеть принимает входную информацию и анализирует ее способом, аналогичным тому, что использует наш мозг. Во время анализа сеть обучается (приобретает опыт и знания) и выдает выходную информацию на основе приобретенного ранее опыта.

ИНС являются незаменимыми при анализе данных, в частности, для предварительного анализа или отбора, выявления «выпадающих фактов» или грубых ошибок человека, принимающего решения.

УДК 620.97

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В БИОГАЗОВОЙ СИСТЕМЕ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

ТРИФОНОВ В.Д., ТКАЧЕВ В.К., СамГТУ, г. Самара
ЧУГУРОВ В.В., МБОУ СОШ № 124, школа молодого энергетика, г. Самара
Науч. рук. ТРУБИЦЫН К.В.

В исследовании авторы произвели необходимые расчеты выработанной при помощи солнечного коллектора энергии (количества теплоты), предназначенной для сушки продуктов переработки биомассы после анаэробного сбраживания в биогазовой системе БГС-1.

Биогазовая система БГС-1, подробное описание и проектирование которой представлено авторами в предыдущих исследованиях, состоит из метантенка (реактора), газгольдера, систем загрузки и выгрузки, устройства смешения, выпускного газопровода, а также дополнительных

элементов системы, предназначенных для хранения газа, производства тепла и т.д. Для наиболее эффективной ферментации БГС-1 дополняется устройствами теплообмена, в которых в качестве теплоносителя используется вода, подогретая до 50–60 °С.

Для получения концентрированных сухих органических удобрений (влажность не более 15 %) необходимо испарить минимум 65 % воды из оставшихся после выделения биогаза продуктов переработки биомассы. Для этого необходимо нагреть продукты переработки с 30 °С до температуры кипения воды.

Помимо теплоты, необходимой для нагрева продуктов переработки до температуры кипения воды, требуется учесть то количество теплоты, которое пойдет на перевод воды в газообразное состояние (пар).

Нами была рассмотрена возможность применения солнечного коллектора в устройстве сушильной установки. Сопоставляя полученную энергию с количеством теплоты, необходимым для получения заданного количества сухих концентрированных органических удобрений, сделан вывод, что для этого следует использовать солнечный коллектор *FT-XF-II-15* с 15 вакуумными трубками. Применение солнечного коллектора в составе сушильной установки позволит получать концентрированные удобрения более высокого качества и в намного более короткие сроки в большем объеме.

УДК 533.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЕСНЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО CO₂

РАДАЕВ А.В., ЗАКИЕВ И.Д., БАТРАКОВ Н.Р., КНИТУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. САБИРЗЯНОВ А.Н.

В настоящее время нефтяные месторождения Республики Татарстан вступили в позднюю и завершающую стадию разработки, которая характеризуется увеличением доли трудноизвлекаемых нефтей. Освоение их с применением вторичных методов увеличения нефтеотдачи затруднительно вследствие наличия пороговых ограничений по вязкости нефти, проницаемости и степени обводненности пласта. С целью повышения эффективности освоения такого рода месторождений предлагается разработать технологию с применением сверхкритических вытесняющих агентов, которые позволят преодолеть пороговые ограничения вторичных методов увеличения нефтеотдачи и достичь новых лицензионных требований по коэффициенту извлечения нефти.

С целью разработки технологии были проведены лабораторные исследования процесса вытеснения нефти сверхкритическим диоксидом (СК) углерода на экспериментальной установке [1, 2] в интервале вязкостей нефти 1-38 мПа·с на изотермах 313–353 К при давлениях от 7 до 14 МПа, которые показали, что увеличение давления нагнетания СК CO₂ приводит к увеличению коэффициента вытеснения нефти (КВН), а увеличение температуры нагнетания – к уменьшению, что связано со значительным изменением растворимости диоксида углерода при сверхкритических параметрах состояния. Кроме того, были проведены исследования процесса заводнения и довытеснения нефти СК CO₂ на обводненном пласте, которые показали высокую эффективность CO₂ при сверхкритических параметрах состояния, как вытесняющего агента.

Литература

1. Кондратьев И.А. Экспериментальная установка для исследования процесса водогазового воздействия при вытеснении вязких нефтей / Кондратьев И.А. и др. // Вестник КГТУ, 2013. – № 10. – С. 199–200.
2. Радаев А.В. Влияние термобарических условий в однородном пласте на вытеснение маловязкой нефти сверхкритическим диоксидом углерода / А.В. Радаев, Н.Р. Батраков, А.А. Мухамадиев, А.Н. Сабирзянов // Сверхкритические флюиды: теория и практика. – М: Наука, 2009. –Т. 4. –№ 3. – С. 7–15.

СЕКЦИЯ 11. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, НАНОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

УКД 699.865

ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ

ЖДАНОВ Н.Н., КНИТУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАРИПОВ Р.М.

Традиционные теплоизолирующие материалы не обеспечивают надёжной долговременной теплоизоляции из-за чувствительности их к увлажнению, подслоной коррозии, деструкции под влиянием тепла и светопогоды.

Комплексные исследования проблемы создания и применения теплоизоляционных покрытий для снижения потерь тепловой энергии

позволили разработать теплозащитный составов на основе полимерной композиции, полых стеклянных микросфер и функциональных наноразмерных наполнителей. Такой материал образует при высыхании антикоррозионное теплозащитное покрытие с высокими теплозащитными и адгезионными свойствами. [1]

В качестве полимерного связующего в теплозащитном составе предложены дисперсии на основе функционализированных акриловых сополимеров, которые образуют полимерную матрицу с повышенными когезионными, пластичными и износо-химстойкими характеристиками по сравнению с известными акриловыми сополимерами. Это достигается за счет присоединения эпоксидных и гидроксильных групп к мономеру.

Для придания покрытию огнезащитных свойств в качестве полимерного связующего в теплозащитном составе предложена композиция жидкого натриевого стекла и наноразмерного гидроксида кремния.

Уменьшение содержания оксида натрия в гидрозоле оксида кремния в результате модификации ионом алюминия повышает устойчивость к растрескиванию и водостойкость покрытия. Гидрозоли оксида кремния представляют собой водные коллоидные системы с наноразмерными частицами. Размер частиц составляет от 7 до 10 нм в зависимости от марки гидрозоля. Увеличение содержание жидкого натриевого стекла повышает огнестойкость и термостойкость покрытия. Использование неорганического связующего с наноразмерными частицами придает теплозащитному покрытию повышенные свойства негорючести, теплозащиты и адгезии к поверхностям различной природы.

Литература

1. Гарипов Р.М. Теплофизические характеристики увлажненных теплозащитных материалов. / Р.М. Гарипов, Н.Н. Жданов, Р.Х. Фатхутдинов, В.В. Уваев, В.А. Маслов / Вестник КНИТУ–2013, № 15. – С.49–52

УДК 543.572.3

ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СЕКУЩЕМ ТРЕУГОЛЬНИКЕ LiF-Li₂CrO₄-KBr ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ ВЗАИМНОЙ СИСТЕМЫ Li,K||F,Br,CrO₄

НЕНАШЕВА А.В., ЧУДОВА А.А., ДЕМИНА М.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ГАРКУШИН И.К.

Одним из перспективных направлений использования исследований по диаграммам состояния многокомпонентных систем является разработка расплавляемых электролитов химических источников тока и топливных элементов.

В качестве объекта исследования выбран секущий треугольник $\text{LiF-Li}_2\text{CrO}_4\text{-KBr}$, полученный в результате разбиения четырехкомпонентной взаимной системы $\text{Li, K} \parallel \text{F, Br, CrO}_4$ на симплексы. Элементами ограничения треугольника $\text{LiF-Li}_2\text{CrO}_4\text{-KBr}$ являются три двухкомпонентные системы ($\text{LiF-Li}_2\text{CrO}_4$, LiF-KBr и $\text{Li}_2\text{CrO}_4\text{-KBr}$), характеризующиеся эвтектическим типом плавления. Анализ элементов ограничения исследуемой системы позволил предположить, что в треугольнике $\text{LiF-Li}_2\text{CrO}_4\text{-KBr}$ будет присутствовать тройная эвтектика. Экспериментальное исследование проводили методом дифференциального термического анализа. В соответствии с правилами проекционно-термографического метода в поле самого тугоплавкого компонента, LiF , выбран разрез AC ($A[20\% \text{LiF} + 80\% \text{Li}_2\text{CrO}_4]$, $C[20\% \text{LiF} + 80\% \text{KBr}]$), из T-x диаграммы которого определено направление на состав с минимальной температурой плавления и соотношение концентраций $\text{Li}_2\text{CrO}_4\text{:KBr}$. Дальнейшим исследованием разреза $\text{LiF}-\bar{E}-E$ установили состав эвтектики: 6 % LiF , 81% Li_2CrO_4 , 13 % KBr , температура плавления 400 °С.

Данный состав может быть рекомендован к использованию в качестве расплавляемого электролита для химического источника тока.

УДК 621.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМОРФНОЙ СТАЛИ В МАГНИТОПРОВОДАХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

САЙГАФАРОВА Л.Х., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РОГИНСКАЯ Л.Э.;

канд. техн. наук, доц. ПАШАЛИ Д.Ю.

В последнее время приняты важные государственные документы, касающиеся энергосбережения. Один из них – Распоряжение Правительства РФ от 1 декабря 2009 г. № 1830-р «План мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в Российской Федерации». В указанном плане правительству РФ дано указание на формирование предложений по ограничению (запрету) оборота энергетических устройств, характеризующегося неэффективным использованием энергоресурсов. Одно из таких предложений – замена трансформаторов с магнитопроводами из электротехнической стали на энергоэффективные трансформаторы.

Аморфные сплавы, по сравнению с традиционными кристаллическими материалами, являются сравнительно новым классом магнитных материалов. Эти материалы вызывают большой интерес, поскольку могут обладать

уникальными физическими (в том числе и магнитными) свойствами. Использование в магнитопроводах аморфных материалов, вместо традиционной трансформаторной стали позволяет сократить потери холостого хода в 4–5 раз. В результате при снижении потерь холостого хода снижается температура трансформатора и увеличивается его срок службы; снижаются затраты при передаче электроэнергии; имеет место общее сокращение энергопотребления в энергетике страны; и как результат общее существенное снижение объема сжигания органического топлива для выработки электроэнергии и вредных выбросов в атмосферу.

В качестве магнитопровода предлагается применить аморфную сталь – сплав 5ВТМ, точка Кюри данного сплава 350 °С.

В последние годы получены важные результаты при изучении механических, электрических и магнитных свойств аморфных материалов. И, хотя, такие трансформаторы имеют большую стоимость, за счет своей экономичности, в долгосрочной перспективе оказываются более выгодным вложением.

УДК 691.421

КАРБОНАТСОДЕРЖАЩИЙ ОТХОД КАК КОМПЛЕКСНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИЦЕВОЙ КЕРАМИКИ

БОГДАНОВ А.Н., ЧУТАЕВ Б.Р., КГАСУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АБДРАХМАНОВА Л.А.

В качестве сырья для производства керамических изделий кирпичным заводам все чаще приходится использовать низкокачественные красножгущиеся керамические умеренно или среднепластичные суглинки, высокочувствительные к сушке, приводящие к необходимости смягчения режима сушки и увеличения ее длительности с 48–72 часов до 120 часов, а так же к повышению количества брака (растрескивание сырца), который на отдельных предприятиях может достигать до 30 %.

Подобные проблемы свойственны и при производстве кирпичных изделий светлых тонов. В настоящее время производство подобного кирпича основано на применении мергелистых светложгущихся глин, залежи которых ограничены, а их разработка часто сопряжена с трудностями, вызванными глубиной залегания. Еще одной проблемой использования мергелистых глин является непостоянство их состава в пределах карьера, что вызывает неоднородность цвета изделия не только в пределах партии, пачкино и отдельно каждого кирпича.

Настоящие исследования проведены на светложгущемся глинистом сырье Тузи-Чуринскогои красножгущихся суглинках Яушского

месторождений Республики Чувашия. Полезный пласт мергелистого сырья Тузи-Чурицкого месторождения залегает на глубине 12–18 м. Анализ зависимости цвета черепка после обжига позволяет сделать вывод о том, что устойчивый цвет светлых оттенков приобретается при соотношении $\text{CaO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$ как 3,2–4,0. В других случаях цвет черепка варьировался от розового до розовато-желтого. Материал, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 530-2012, с применением мергеля в «чистом виде» получен не был. Модификация глинистой шихты проводилась карбонатсодержащим отходом – продуктом утилизации нефтемасел в виде тонкодисперсного минерального порошка, содержащего до 50 % кальцита и портландита. При соблюдении оптимальной дозировки мергеля и предлагаемого модификатора возможно получение кирпичных изделий, соответствующих требованиям ГОСТ. Рекомендуются к применению кальцийсодержащий отход позволяет снизить чувствительность сырья к сушке и уменьшить общую усадку изделий.

УДК 678.644

ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ПРОЧНОСТИ

ШАТИЛОВА Е.А., СТРУКОВА Ю.С., ВГЛТА, г. Воронеж

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ПОПОВ В.М.

Соединения на клеях на основе полимерных клеев находят широкое применение в различных областях техники. В целом ряде случаев в процессе эксплуатации металлических конструкций с клеевыми соединениями к последним предъявляются требования по хорошей теплопроводности клеевых прослоек при сохранении высокой прочности соединений. Для решения данной задачи предлагается оказывать воздействие магнитным полем на неотвержденную клеевую прослойку из клея с наполнителем ферромагнитной природы. На специальном стенде оказывалось воздействие магнитным полем на образцы, которые в дальнейшем испытывались на теплопроводность и прочность при сдвиге. Применялись пластины из стали СТ-3 КП, склеенные внахлестку. Исследовались клеи К-153 и ВК-3 с наполнителем. Напряженность магнитного поля H изменялась от 0 до $24 \cdot 10^4 \text{ А/м}$. Время воздействия полем составляло 20 мин. Полученные в процессе исследований результаты представлены в табл. 1 и 2.

Зависимость коэффициента теплопроводности клеевых прослоек (концентрация ПНК 20 % от объема клея) и предела прочности при сдвиге клеевого соединения на клее К-153 от напряженности поля

Марка клея	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·к) при различной напряженности поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м				
	0	4	10	16	24
ВК-3	0,28	0,6	0,73	0,77	0,8
К-153	0,34	0,66	0,78	0,83	0,91
Концентрация наполнителя, %	Предел прочности при сдвиге τ , МПа в зависимости от напряженности поля $H \cdot 10^{-4}$, А/м				
	0	4	10	16	24
0	17,9	19,6	21,0	24,2	25,8
20	14,8	17,8	18,3	19,1	22,8
40	12,6	15,0	17,0	17,9	19,5
60	10,0	13,8	14,4	15,4	17,0

Как видно из таблицы клеевые соединения, подвергнутые обработке в магнитном поле, имеют более высокую прочность и теплопроводность.

УДК 544.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИОННОГО ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

ЮСИН С.И., ИХТТМ СО РАН, БАННОВ А.Г., ТИМОФЕЕВА А.А.,
НГТУ, г. Новосибирск

Одним из важных свойств электродных материалов для применения их в суперконденсаторах является величина плотности накопленной энергии. Её значение можно повысить, используя электрохимические системы на основе композиционных материалов, позволяющих накапливать заряд за счёт двойного электрического слоя и обратимых фарадеевских процессов, протекающих на поверхности электродного материала. В качестве основы для композиционного материала применяется сажа, углеродные волокнистые материалы, нанотрубки и другие углеродные материалы. Суперконденсаторы, разработанные на основе такого механизма, позволяют накопить значительный заряд. В качестве величины, на основании которой оценивалась эффективность использования углеродной базы для композитного материала, была выбрана удельная емкость. Для основы электродного материала были выбраны: (1) активированный углеродный волокнистый материал (АУВМ) марки «УВИС-АК-В-240» (Россия), (2) терморасширенный графит «ЕЗ-Т-15»

и (3) модифицированные углеродные нанотрубки «МУНТ 4060». (2) и (3) были синтезированы в НГТУ. На эти материалы электрофорезом было нанесено соединение $\text{Ni}(\text{OH})_2$ из коллоидного раствора ($C = 0,005 \text{ M}$, $V = 0,1 \text{ л}$). Раствор пропускался прямо током через материал, закреплённый в электрохимической ячейке, со скоростью $0,01 \text{ мл/с}$ при анодной поляризации материала. Для измерения ёмкости использовался метод циклической вольтамперометрии.

Марка материала	$C_{\text{уд}}$, Ф/г	
	исходный	после электрофореза $\text{Ni}(\text{OH})_2$
АК-В-240	44,2	325,7
ЕЗ-Т-15	98,4	144
МУНТ 4060	18,5	267,1

Результаты синтеза композиционного материала представлены в таблице. Из таблицы следует, что наибольшим значением удельной ёмкости обладает терморасширенный графит, а наименьшей – МУНТ. После нанесения $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ёмкость у всех материалов возрастает в 1,5–14 раз. Самое высокое значение удельной

ёмкости получено на композиционном материале АК-В-240 с нанесённым $\text{Ni}(\text{OH})_2$. Это свидетельствует о перспективном использовании активированного углеродного волокнистого материала как основы для получения композиционных электродов для суперконденсаторов.

УДК 541.6

К ВОПРОСУ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА AUTODESK INVENTOR ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗА НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕТАЛИ ПОД НАГРУЗКОЙ

БАШИРОВА Э.И., КОТЛЯЧКОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШИБАЕВ П.Б.

Инженерам приходится производить большое количество расчетов, связанных с определением различных параметров деталей. Например, нередко перед специалистами стоит задача определить, какую максимальную силу можно приложить к телу так, чтобы оно не испытало деформацию изгиба.

Существует большое количество программ, позволяющих облегчить работу инженеров. Для расчета напряжений в детали используется программа Autodesk Inventor. Она позволяет выполнять расчет деталей на прочность, проводя анализ напряжения.

В процессе анализа напряжения определяется материал, пограничные условия (включая нагрузки и зависимости), указываются условия контакта и, при необходимости, предпочтения для сетки. Сразу

после ввода критериев можно запустить процесс моделирования и увидеть поведение модели в определенных условиях.

Анализ напряжения в Inventor подразумевает быстрое выполнение различных видов моделирования. Мы можем выполнить исследование параметрических размеров моделей, чтобы выяснить, какое влияние на наши проекты может быть оказано геометрическими переменными. Моделирование помогает идентифицировать проблемы при работе и подобрать для проектов наилучшие альтернативные решения.

Ключевыми функциями анализа напряжений являются структурный анализ одного или нескольких моделирований; широкий выбор пограничных условий (нагрузок и зависимостей); фиксация сборки, детали, элемента и размера в модели Inventor для наилучшей визуализации модели и параметрического анализа. Оценка и сравнение различных альтернатив проектирования, влияние изменений геометрии на функциональное поведение продукта; использование оптимизации по множеству критериев и утверждение альтернатив проектирования в ходе работы; кроме того, можно увидеть полученные результаты и отчет о проделанной работе.

Таким образом, Autodesk Inventor является хорошим помощником в решении инженерных задач и обладает перспективой развития.

УДК 666.3:6-022.532

ВЛИЯНИЕ ТИПА СТРУКТУРЫ ГИДРОЗОЛЯ АЛЮМИНИЯ И МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАОЛИНИТСОДЕРЖАЩИХ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

ВУ К.К., БЕЛОЗЕРСКИЙ Ю.В., КГАСУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЖЕНЖУРИСТ И.А.

Изучению влияния типа стабилизирующего иона гидрозоль оксида алюминия и микроволновой энергии на прочностные свойства каолинит содержащей глинистой керамики посвящена эта работа.

Каолинит является основным компонентом огнеупорных глин и большинства составов алюмосиликатной керамики, отвечает за прочностные и технологические характеристики материала. Кристаллическая решетка каолинита характеризуется относительно плотным строением с наименьшим расстоянием между пакетами за счет наличия анионов $(OH)^-$ на одном конце пакета и катионов H^+ на другом, неподвижна и легко отдает воду. Каолинит огнеупорных глин значительно меньше разбухает в воде и при сушке сравнительно свободно отдает присоединенную воду.

Поскольку процессы формирования алюмосиликатного комплекса керамического материала связаны с электростатическими процессами в межслоевом пространстве алюмосиликатов, то полярность пространственного расположения аниона и электромагнитное поле, должны играть не последнюю роль в формировании структуры алюмосиликатов.

В работе использовали огнеупорную глину Нижнеувельского месторождения. Изучали влияние стабилизирующего иона алюмозоля и микроволновой энергии на прочность сформованных по пластической технологии керамических образцов. Образцы, сформованные из порошков, обработанных в микроволновой печи, показали повышенные прочностные характеристики. Отмечено сильное влияние на прочностные характеристики типа стабилизирующего иона алюмозоля.

УДК 666.3:6-022.532

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КВАРЦСОДЕРЖАЩИХ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ОТ СТРУКТУРЫ ГИДРОЗОЛЯ АЛЮМИНИЯ И МИКРОВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ

ГИЗАТУЛЛИН Р.Р., ШАМОВ Е.А., КГАСУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЖЕНЖУРИСТ И.А.

Работа посвящена изучению влияния типа гидрозоля оксида алюминия и микроволновой энергии на прочностные свойства глинистой керамики. Ранее отмечалось действие гидрозолей Al и Si на обменный комплекс глинистых минералов и кварцевую составляющую песчано-глинистой смеси. Установлено, влияние механоактивации или модификацией обменного комплекса золями Al и Si на технологические параметры смесей.

Одним из основных компонентов большинства алюмосиликатной керамики формовочных смесей, отвечающих за прочностные и технологические характеристики смесей, являются бентонитовые глины. Монтмориллонит – трехслойный минерал бентонитовых глин, состоящий из кремнекислородных тетраэдров и катион-кислородных октаэдров. Концы наружных слоев тетраэдров оксида кремния алюмосиликатного пакета состоят из O^{2-} и, будучи одноименно (отрицательно) заряжены, сравнительно слабо связаны между собой. Благодаря этому кристаллическая решетка монтмориллонита является подвижной и склонной к набуханию, а глинообразующие минералы находятся в метастабильном кристаллическом состоянии, при котором кристаллическая решетка может меняться под действием различных факторов.

В работе использовали бентонитовую глину Емельяновского месторождения и Калининский суглинок. Изучали влияние стабилизирующего иона алюмозоля и микроволновой энергии на прочность сформованных по пластической технологии керамических образцов. Образцы, сформованные из порошков, обработанных в микроволновой печи, показали повышенные прочностные характеристики. Отмечено сильное влияние на прочностные характеристики типа стабилизирующего иона алюмозоля.

УДК 621.187

КЛАССИЧЕСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ВОДОПОДГОТОВКЕ НА СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

ГИЛЬФАНОВ Б.А., РАЗАКОВА Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. ЧИЧИРОВ А.А.

Увеличение мощности современных теплоэлектростанций в результате модернизации оборудования приводит к значительному возрастанию объемов потребляемой воды. Увеличение скорости потока теплоносителя с учетом его агрессивности, усиленной высокой температурой и давлением, ускоряет процессы коррозии и осадкообразования на всем пути следования теплоносителя. Очевидно, что система водоподготовки при этом требует постоянного совершенствования с целью минимизации отмеченных негативных воздействий компонентов теплоносителя.

Неотъемлемой частью водоподготовки является химический анализ воды как на входе в теплоэнергетическую систему, так и систематический мониторинг состава теплоносителя на определенных этапах технологического процесса: анализ котловой, оборотной, конденсатной воды.

Классический химический анализ, использующий методы титриметрии и гравиметрии, позволяет получать данные о жесткости воды, ее кислотности, щелочности, окисляемости, о концентрации хлорид-, сульфат-, фосфат-, силикат-ионов.

В работе освоены и отработаны методики указанных характеристик на чистых и природных образцах озерной и речной воды.

Из способов очистки воды рассмотрены возможности метода электродиализа с использованием лабораторного макета многокамерного электромембранного аппарата. Эффективность этого инновационного подхода определила успешное внедрение его в водоподготовке на современных теплоэнергетических установках.

УДК 620.9

НЕТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЭНЕРГЕТИКУ И ЭКОНОМИКУ

ЕФРЕМОВА А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЮДИНА Н.А.

Постоянно растущее потребление энергии заставляет человечество искать радикальные способы покрыть увеличивающийся энергодефицит. Одной из технологий, способной совершить переворот в мировой энергетике, является применение нетрадиционных способов добычи природного газа из сланцевых месторождений, основанных на использовании горизонтального бурения, гидравлического разрыва пласта и четырехмерного компьютерного моделирования.

Несмотря на достаточно высокую в сравнении с традиционным способом себестоимость добычи сланцевого газа (около \$150 за тысячу кубометров), использование этого вида углеводородов сегодня считается крайне перспективным и способным изменить мировую сырьевую энергетику и экономику.

В начале 2000-х годов на территории США были получены первые объемы газа из горючих сланцев. За прошедшее десятилетие доля добычи сланцевого газа в Америке повысилась с 10 до 37 % и продолжает увеличиваться по сей день. Сегодня разведанные запасы сланцевого газа в мире предварительно оцениваются в 200 трлн кубических метров, из них 24 трлн располагаются на территории США, 10 трлн – Российской Федерации. Согласно отчетным данным, годовая добыча этого газа в США превышает 50 млрд, а в России составляет менее 10 млрд кубометров.

Россия обладает значительным сланцевым потенциалом, и начало масштабной разработки и добычи газа из сланцевых пород внутри страны может обеспечить экономию, исчисляемую сотнями миллиардов рублей, ускорить экономический рост государства, сократить сжигание угля, а также снизить выбросы в атмосферу парниковых газов. Однако есть и потенциальные экологические риски, сопряженные с разработкой сланцевых месторождений: загрязнение воздуха, почвы и грунтовых вод в районе добычи, сейсмическая нестабильность, рост онкологических заболеваний людей.

На сегодняшний день перед Россией стоит важнейший и требующий скорого решения вопрос: продолжит ли российская энергетика движение по рельсам привычных способов добычи углеводородов или же рискнет воспользоваться нетрадиционными способами, которые несут в себе большую пользу и большую опасность одновременно.

УДК 541.6

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА AUTODESK INVENTOR В ПЛАНЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

КАЗАКОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШИБАЕВ П.Б.

В настоящее время очень распространено вместо реальных экспериментов проводить виртуальные эксперименты в специальных программных средах. Это обусловлено тем, что виртуальный эксперимент проводится намного быстрее, компьютер не требует много места, а так же это намного дешевле, т.к. специальные установки и аппаратура в разы дороже чем компьютер. В этом исследовании в качестве приложения для расчета сварных соединений выбран один из популярных программных пакетов – Autodesk Inventor, и определены его возможности.

В ходе исследования проделана следующая работа:

1. Проведён виртуальный эксперимент в Autodesk Inventor – смоделированы сварные соединения и проведены расчёты с помощью доступных в данном приложении инструментов.

2. Проанализированы полученные результаты

3. Составлен объективный список достоинств и недостатков данного приложения

Достоинства программного пакета Autodesk Inventor:

1. Программа довольно проста в освоении

2. Удобный интерфейс и эргономичность

3. Процесс моделирования объектов и сварных соединений очень быстр, легок и удобен.

Недостатки программного пакета Autodesk Inventor:

1. Во время моделирования сварного соединения программа не учитывает природу материала, из которого состоят свариваемые детали. Например, мы можем создать две пластины – одну из стекла, другую из резины, и сварить их чугуном, хотя такое в реальности не возможно.

2. Во время расчёта сварного соединения, с помощью «калькулятора сварного шва», он так же не учитывает природу материала.

«Калькулятор сварного шва» и смоделированный объект не влияют друг на друга, то есть калькулятор рассчитывает не смоделированный шов, а отдельно занесённые в него данные.

УДК 541.6

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ В ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

МАЛАХОВ А.С., МАНАХОВ В.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. СИРОТКИН Р.О.

Полимеры и материалы на их основе, наряду с металлами и керамикой, находят широкое применение в тепло- и электроэнергетике благодаря сочетанию ряда ценных свойств. В работе сделана попытка проанализировать причины специфических свойств полимерных материалов на основе анализа их структуры (начиная с химической структуры). При этом отмечено, что химия полимеров, во многом, возникла в связи с созданием А.М.Бутлеровым теории химического строения.

Рассмотрены основные понятия, связанные с физикохимией полимеров, их синтезом и переработкой, а также основные виды классификации полимеров.

Показано, что структура полимеров определяет их свойства, которые, в свою очередь, обуславливают применение материалов на основе полимеров в тепло- и электроэнергетике: диэлектрические свойства, высокая химическая стойкость, низкая плотность при достаточно высоких механических характеристиках и др.

В частности, полимеры (прежде всего органические) являются основой или обязательными компонентами практически всех элементов изоляции электрических машин, аппаратов и кабельных изделий. В свою очередь, материалы на основе неорганических (безуглеродных) полимеров обладают высокими термостойкостью, прочностью, твердостью, износостойкостью и устойчивостью к действию агрессивных сред.

УДК 541.6

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ О СООТНОШЕНИИ КОМПОНЕНТ ГЕТЕРОЯДЕРНЫХ СВЯЗЕЙ МИКРОСТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

ПАВЛОВ Д.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

Данная работа посвящена исследованию влияния химической микроструктуры неорганических веществ со связями элемент-кислород (Э-О) и материалов на некоторые свойства, технологии и области применения, в

том числе: оценку общего характера изменения соотношения компонент химической связи Э-О (т.е. степеней ковалентности (C_K), металличности (C_M) и ионности (C_I)) в периодах Периодической системы элементов (ПС), включая влияние на них стехиометрии; оценку влияния компонент связи на электропроводность (ЭПр), температуру плавления ($T_{пл}$), кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства и тепловой эффект (ΔH) реакций; определению наиболее перспективных областей практического применения полученных данных в химии и технологии неорганических веществ и материалов.

Данные о соотношении компонент связей микроструктуры некоторых неорганических веществ и материалов позволяют определить следующие основные направления практического использования полученных результатов:

- устанавливать специфику химической микроструктуры электронно-ядерного уровня организации неорганических веществ (молекулярная и немолекулярная и т.д.);
- проводить оценку способности материала к образованию кристаллических (преимущественно металлических или ионных немолекулярных) и аморфных или стеклообразных (ковалентно-молекулярных) структур;
- проводить оценку влияния соотношения C_M , C_K и C_I гетероядерной связи на возможность образования Д/Э, П/П и П;
- определить влияния соотношения трех компонент на $T_{пл}$ материала;
- проследить возможность изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств материалов.

УДК 541.6

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ИНТЕРНЕТА
ПО ОЦЕНКЕ СООТНОШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТ
И СВОЙСТВ ГОМОЯДЕРНЫХ СВЯЗЕЙ И СОЕДИНЕНИЙ
КАК ИНСТРУМЕНТ НАПОЛНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ
СОДЕРЖАНИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА**

МАЛОЛЕТКОВ П.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

В настоящей работе предпринята попытка создания компьютерной программы для дальнейшего ее использования через интернет с целью обеспечения широкого доступа к получению количественных данных о соотношении компонент гомоядерных химических связей с использованием

электроотрицательности (X или ЭО) и потенциалов ионизации (I_1) элементов в рамках ее единой модели для металлов и неметаллов и подходов, предложенных в 1991–1992 годах О.С. Сироткиным и Р.О. Сироткиным. В результате пользователь имеет дело не с Периодической системой атомов Д.И. Менделеева (ПС), а с левой стороной «Химического треугольника» (ХТ), представляющего собой Систему химических связей и соединений (СХСС) О.С. Сироткина. Причем эта левая сторона, хотя и имеет вид Периодической Системы, но в ее «клеточках» расположены уже не индивидуальные атомы, а гомоядерные связи и соединения. Настоящая программа позволяет не только оценить специфику гомоядерной химической связи, но и влияние соотношения ее металлической и ковалентной компонент на структуру и свойства гомоядерных соединений (так называемых «простых веществ»), том числе и на их разделение на две группы: металлы и неметаллы.

УДК 661.566.097

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА

ШАЙХУТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СУХАРНИКОВ А.Е.

В технологическом процессе производства азотной кислоты на второй стадии окисления аммиака применяют оксидные катализаторы. Ранее была сделана попытка заготовить корреляцию между физико-химическими свойствами оксидов и их каталитической активностью. При этом были проанализированы следующие магнитно-электрические свойства оксидов: магнитный момент иона, число d -электронов, радиус иона, ширина запрещенной зоны, тип проводимости, работа выхода электрона, энергия связи катализатор-кислород. Установить однозначную связь указанных параметров с кристаллической активностью не удалось.

В нашей работе проанализирована связь каталитической активности некоторых оксидов металлов и неметаллов через квантовые свойства электронов. Установлено, что наибольшую каталитическую активность имеют металлы ряда: Pt>Pd>Cu>Ag>Ni>Au>Fe>W>Ti, и окислы: Co₃O₄>Cr₂O₃>Fe₃O₄>Mn₂O₃>Bi₂O₅>CuO, Ag₂O>CeO₂>PbO>NiO>Sc₂O₃>V₂O₅>ZnO>Al₂O₃>WO₃>MoO₃>SiO₂.

Поэтому мы поставили цель: проанализировать магнитные и электрические, а также свойства атомных каталитически активных металлов и окислов, чтобы найти альтернативу дорогостоящему катализатору – Pt.

УДК 538.9

ИССЛЕДОВАНИЕ МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЯ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

БЕНЕВОЛЕНСКАЯ Н.Н., КГЭУ; БОГДАНОВА Л.Р., КИББ КазНЦ РАН;
г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, проф. ЗУЕВА О.С.

При растворении поверхностно-активных веществ (ПАВ) при определенной концентрации растворенного вещества – критической концентрации мицеллообразования – появляются наноразмерные частицы дисперсной фазы, называемые мицеллами. Они представляют собой ассоциаты, состоящие из множества молекул с упорядоченной самоорганизованной структурой. В полярных жидкостях (например, в воде) молекулы ПАВ образуют прямые мицеллы – сфероидальные ассоциаты, ядро которых сформировано углеводородными радикалами ПАВ, а полярные головные группы ориентированы к объемной фазе. Мицеллообразование ПАВ в водных растворах интенсивно исследуется экспериментально и теоретически, поскольку строение мицелл определяет такие их свойства, как термодинамическая устойчивость, солубилизационная емкость по отношению к гидрофильным и гидрофобным соединениям и другие характеристики, определяющие многообразие практического использования растворов ПАВ.

Появление мицелл происходит при критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и может быть зарегистрировано по излому концентрационных зависимостей многих величин. В данной работе исследовано мицеллообразование додецилсульфата натрия в водных растворах методом кондуктометрии, при котором изучается зависимость электропроводности от концентрации ПАВ в растворе. Вблизи ККМ и в достаточно широком интервале концентраций выше ККМ (примерно на один порядок) образуются мицеллы, форма которых близка к сферической. Диаметр мицеллы примерно равен удвоенной длине молекулы ПАВ, а радиус ядра прямой мицеллы близок к длине алкильной цепи.

Исследования показали, что помимо перегиба вблизи критической концентрации мицеллообразования (ККМ) на концентрационных зависимостях электропроводности существует еще один перегиб выше ККМ. Предложена модель, объясняющая природу этого перегиба, основанная на перекрытии диффузных областей двойных электрических слоев мицелл.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (13-02-97055- р_поволжье_a).

УДК 538.9

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ И МИЦЕЛЛООБРАЗОВАНИЕ В РАСТВОРАХ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА ЛИТИЯ

ШАРИПОВА Э.А., КГЭУ; БОГДАНОВА Л.Р., КИББ КазНЦ РАН;
г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, проф. ЗУЕВА О.С.

Физической характеристикой, отражающей специфику структурного состояния ПАВ в водном растворе, может служить электрическая проводимость системы. Источниками свободных зарядов в растворе ионного ПАВ являются ионизованные молекулы ПАВ и их противоионы.

В данной работе исследовано концентрационное изменение удельной электропроводности растворов додецилсульфата лития, имеющего химическую формулу $C_{12}H_{25}OSO_3^-Li^+$ и содержащего в своей углеводородной цепи 12 атомов углерода. Электропроводность растворов ПАВ измерялась с использованием кондуктометра ОК 102/1 (Radelkis, Венгрия) на частотах 80 Гц и 3 кГц. Измерения проводились в термостатируемой плоско-параллельной ячейке. Температура контролировалась с точностью $\pm 0,5$ °С. Погрешность измерений не превышала 3 %.

График полученных результатов для концентрационной зависимости удельной электропроводности раствора ДСЛ имеет два характерных изгиба. На начальном участке электропроводность линейно возрастает с ростом концентрации. При некоторой концентрации, называемой критической концентрацией мицеллообразования, наблюдается излом, говорящий о появлении в растворе мицелл, фиксируемый по уменьшению скорости роста электропроводности. Найденное по данному излому значение критической концентрации мицеллообразования для додецилсульфата лития, равно 6,3 мМ. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ наклон концентрационной зависимости остается неизменным, отражая лишь увеличение количества мицелл. Их форма близка к сферической в достаточно широком интервале концентраций. Однако затем наблюдается еще одно изменение наклона, выше которого скорость прироста электропроводности с увеличением концентрации ПАВ возрастает. Это говорит о новых структурных изменениях в исследуемом растворе ПАВ. Объяснены возможные причины изменения удельной электропроводности додецилсульфата лития при изменении его концентрации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (13-02-97055- р_поволжье_a).

УДК 538.9

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЮБИЛИЗАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТОВ НАТРИЯ И ЛИТИЯ

БОРОВСКАЯ А.О., КГЭУ; БОГДАНОВА Л.Р., КИББ КазНЦ РАН;
г. Казань

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, проф. ЗУЕВА О.С.

Мицеллярные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ) обладают уникальными свойствами, позволяя проводить солюбилизацию – аккумуляцию внутри мицеллы веществ, плохо растворимых в жидкой дисперсионной среде. В результате солюбилизации происходит коллоидное растворение, т.е. молекулы растворяемого вещества, переходят во внутреннее пространство мицелл. Солюбилизационная емкость может быть весьма значительной, т.е. коллоидная растворимость может быть больше истинной на несколько порядков. Практическое значение явление солюбилизации для энергетики чрезвычайно важно, поскольку лежит в основе приготовления водотопливных эмульсий.

Для исследования солюбилизационной емкости мицелл ПАВ в растворах додецилсульфата натрия и додецилсульфата лития в качестве зонда использовали п-нитрофениллаурат (ПНФЛ). К растворам ПАВ заданной концентрации добавляли ПНФЛ и через определенное время отфильтровывали их для удаления нерастворившегося зонда. Затем проводили щелочной гидролиз с последующим фотометрическим определением концентрации п-нитрофенола. Солюбилизационную емкость растворов ПАВ определяли как отношение растворимости ПНФЛ в растворе ПАВ к его растворимости в воде. Значение критических концентраций мицеллообразования определялось в независимом эксперименте. Число агрегации ПАВ в мицеллах ДСН и ДСЛ принималось равным 64 для всех концентраций ПАВ.

На основании этих данных было оценено количество молекул ПНФЛ, приходящихся на одну мицеллу для различных концентраций ПАВ в растворах додецилсульфата натрия и додецилсульфата лития. Полученные концентрационные зависимости достигают насыщения при достижении концентраций ПАВ, соответствующих началу взаимодействия мицелл ПАВ. Объяснены причины этого явления. При сравнении концентрационных зависимостей исследуемых ПАВ видно, что принципиальных различий в характере солюбилизационных свойств растворов ДСН и ДСЛ не имеется.

Итак, в данной работе установлено, что тип исследованных противоионов (литий и натрий) практически не оказывает влияния на структурные изменения раствора ПАВ и его солубилизационные свойства.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (13-02-97055-р_поволжье_а).

УДК 541.123.3

СЕКУЩИЕ ТРЕУГОЛЬНИКИ KCl-KBr-Li₂WO₄ И KCl-KBr-LiKWO₄ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОЙ ВЗАИМНОЙ СИСТЕМЫ Li,K||Cl,Br,WO₄

РЕДЮШЕВ А.К., ЯРЁМЕНКО И.М., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАРКУШИН И.К.;
асс. РАДЗИХОВСКАЯ М.А.

Методом дифференциального термического анализа (ДТА) исследованы секущие треугольники KCl-KBr-Li₂WO₄; KCl-KBr-LiKWO₄ четырехкомпонентной взаимной системы Li,K||Cl,Br,WO₄.

Секущий треугольник KBr-KCl-Li₂WO₄ образован двумя квазибинарными системами эвтектического типа (Li₂WO₄-KCl и KBr-Li₂WO₄) и двухкомпонентной системой с непрерывными рядами твердых растворов (KCl-KBr). Исследованием политермического разреза АВ (А [20 %KCl+80 %Li₂WO₄], В [20 %KBr+80 %Li₂WO₄]) установлено наличие в секущем треугольнике двух кристаллизующихся фаз – вольфрамата лития и непрерывных рядов твердых растворов на основе хлорида и бромида калия. Ликвидус системы KBr-KCl-Li₂WO₄ представлен двумя полями кристаллизации – вольфрамата лития и непрерывными рядами твердых растворов K₂Cl_xBr_{1-x}. Для моновариантной кривой e₁e₂ существует фазовое равновесие $ж \rightleftharpoons Li_2WO_4 + K_2Cl_xBr_{1-x}$.

Элементами ограничения секущего треугольника KBr-LiKWO₄-KCl являются две квазибинарные эвтектические системы KBr-LiKWO₄ и KCl-LiKWO₄ и одна двухкомпонентная система с непрерывными рядами твердых растворов KBr-KCl. Экспериментально исследование секущего треугольника KBr-KCl-Li₂WO₄ проведено аналогично исследованию треугольника KBr-KCl-Li₂WO₄. Исследованием политермического разреза FG (F [10 %KCl+90 %LiKWO₄], G [10 %KBr+90 %LiKWO₄]) было установлено, что в треугольнике кристаллизуются соединения на основе вольфрамата лития и калия. Точки нонвариантных равновесий

отсутствуют. Ликвидус системы $\text{KBr-LiKWO}_4\text{-KCl}$ представлен двумя полями кристаллизации – LiKWO_4 и $\text{K}_2\text{Cl}_x\text{Br}_{1-x}$. Для моновариантной кривой e_3e_4 существует фазовое равновесие: $\text{ж} \rightleftharpoons \text{LiKWO}_4 + \text{K}_2\text{Cl}_x\text{Br}_{1-x}$.

В обоих исследованных секущих треугольниках отсутствуют точки невариантных равновесий и наблюдается образование непрерывных рядов твердых растворов $\text{K}_2\text{Cl}_x\text{Br}_{1-x}$.

УДК 620.178.152.2+620.181.4

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СТАРЕНИЕ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ

МАДАЕВ Р.Э., ОГУ, г. Оренбург

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОЯРКОВА Е.В.

Основная задача данной научно-исследовательской работы – оценка степени старения металла сварных соединений пароперегревателей, длительно эксплуатировавшихся при высоких температурах. Объектами исследования выступили фрагменты пароперегревателей из стали 12Х1МФ после эксплуатации при температуре 545 °С в течение 93, 180, 253 и 290 тыс. часов. Примененные методики исследования: металлографический анализ различных зон сварных соединений; оценка степени сфероидизации структуры (ОСТ 34-70-690–96); измерение твердости методом Роквелла по сечению сварных соединений; оценка коэффициентов старения металла.

В ходе исследования выявлено, что старение металла сварных соединений пароперегревателей приводит к сфероидизации перлита в основном металле (ОМ) и бейнита – в зоне термического влияния (ЗТВ) и металле шва, а также коагуляции карбидов. Максимальная сфероидизация структуры выявлена после 253 и 290 тыс. часов эксплуатации (причем в большей степени в ЗТВ соединения). После 290 тыс. часов степень сфероидизации ОМ и ЗТВ одинакова и составляет порядка 7 баллов, что является недопустимым с точки зрения жаропрочности.

Установлено увеличение твердости по сечению сварного соединения от ОМ к металлу шва (МШ) вследствие формирования закалочных структур. МШ при этом во всех исследуемых фрагментах является упрочняющей прослойкой. Длительная эксплуатация способствовала снижению твердости МШ относительно твердости ОМ из-за изменений в его структуре. После 290 тыс. часов твердость его приблизилась к твердости ОМ вследствие формирования однородной феррито-карбидной структуры по всему сечению сварного соединения. Увеличение времени эксплуатации приводит к снижению коэффициентов эксплуатационного старения металла сварных

соединений из стали 12Х1МФ из-за сфероидизации фазовых составляющих и сопровождается снижением прочности металла.

УДК 669.14.018.8

ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

МОХУНОВ А.С., ОГУ, г. Оренбург
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОЯРКОВА Е.В.

Большая часть теплосилового оборудования работает при повышенных температурах под действием умеренных напряжений. И, как известно, в зависимости от скорости развития процессов ползучести происходит зарождение и рост несплошностей и разрушение деталей. Морфология разрушения материала теплоэнергетического оборудования определяется теми же процессами, которые контролируются величиной скорости ползучести. При отклонениях от расчетных режимов работы, возможно преждевременное разрушение при воздействии высоких температур и высокого уровня напряжений. Наблюдается два основных вида разрушения, зависящие от длительности и температуры перегрева – кратковременный и длительный. Причины кратковременного перегрева: слабая циркуляция и малая скорость рабочей среды; упуск воды; закупорка сечений. Длительный перегрев может быть вызван отложениями солей и оксидов на внутренней поверхности металла труб, присутствием сварочного грата в трубах, нарушении гидродинамики в отдельных змеевиках и т.п.

Исследованию подлежали фрагменты трубы ширмового пароперегревателя (ШПП), разрушившейся после кратковременного перегрева и трубы выходного пакета конвективного пароперегревателя (КПП), разрушившейся в результате длительного перегрева. Материал исследования – теплоустойчивая низколегированная сталь 12Х1МФ.

Для выявления особенностей морфологии строения изломов исследуемых фрагментов был выполнен микрофрактографический анализ поверхности разрушения с помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM-6460LV. Структурные изменения и накопленные повреждения в процессе разрушения поверхностей нагрева привели к значительным изменениям механических свойств металла. В ходе данной исследовательской работы было установлено влияние уровня и длительности воздействия высоких температур на результирующий характер поведения металла в процессе разрушения поверхностей нагрева котлоагрегатов.

УДК 541.49: 546.723 + 621.315

КРАСКИ НА ОСНОВЕ БИМЕТАЛЬНЫХ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОВ МЕТАЛЛОВ

КУЗЬМИНА Л.С., ТАТАРИНЦЕВА Т.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, с.н.с. ТАТАРИНЦЕВА Т.Б.

Пигменты, малярные и типографские краски, цветная бумага и чернила все это вырабатывается на основе различных окрашенных гексацианоферратов (ГЦФ) металлов. Одним из древнейших красителей является берлинская лазурь. ГЦФ железа(III) издавна применяется в качестве основы при получении синей краски. Она также используется в производстве печатных полиграфических красок, синей копирки, подкрашивания бесцветных полимеров, в частности полиэтилена, в лакокрасочной промышленности при приготовлении масляных, эмалевых и нитролаковых красок. В качестве основы красной и зеленой красок нашли применение «московская красная» и «арагонская зелень» – это ГЦФ меди(II) и никеля(II).

В системах монометалльный гексацианоферрат d-металла – соль d'-металла, где d- и d'- это марганец(II), железо(III), кобальт(II), никель(II), медь(II), цинк(II) и кадмий(II), получено тридцать шесть новых биметалльных гексацианоферратов. Эти соединения окрашены практически по все цвета радуги (каждый охотник желает знать, где сидит фазан).

Был проведен эксперимент по получению масляных, эмалевых и нитролаковых красок из соответствующих эмалей белого цвета (цинковых или титановых) с добавлением синтезированных биметалльных гексацианоферратов металлов и их использованию для окрашивания деревянных, металлических, полимерных и каменных поверхностей.

В ходе апробации красок на основе представленной группы красителей получено высокое качество окрашивания перечисленных объектов.

Обнаружено, что укрывистость красок составляет от 7 г/м^2 для более светлых до 17 г/м^2 у темных, а их маслосъемность не ниже 30–50 г/100 г.

Отмечено, что данные красящие материалы найдут широкое применение при проведении ремонтных работ, а также в технологии полимерных материалов.

УДК 541.6

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ НАНОСТРУКТУИРОВАННЫЙ КАТАЛИЗАТОР

БУНТИН А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

Исследования направлены на создание высокоэффективного многофункционального катализатора на основе возобновляемых промышленных отходов газомазутных тепловых электростанций. Производство такого катализатора одновременно решить две важнейшие задачи: за счет ликвидации одного источника загрязнений – промышленных отходов тепловых электростанций, ликвидировать другие источники экологической опасности – выбросы токсичных газов промышленными предприятиями и транспортом.

Катализатор может быть применен в процессах очистки газовых выбросов от оксидов азота, окисления аммиака в процессе получения азотной кислоты, окисления диоксида серы в процессе получения серной кислоты, для нейтрализации отработавших газов автомобильного транспорта. Его изготовление катализатора возможно на существующем оборудовании ФКП КГ КПЗ, при частичной его модернизации и изготовлении специфической технологической оснастки.

Проведенные научно-исследовательские работы показали, что разрабатываемый катализатор по ряду физико-химических характеристик близок к более дорогим зарубежным аналогам (BASF), а при модифицировании нанодисперсными частицами превосходит их. Катализатор испытан на сертификационном стенде Всероссийского теплотехнического института и экспериментальной газоочистной установке ГРЭС.

На катализатор разработаны технические условия. Катализатор и производство катализатора соответствуют государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Мингалеева Г.Р. Перспективы и научные основы создания малых автономных энергетических объектов, работающих на твердом топливе.	4
Ахметов Т.Р. Современные вопросы теплоснабжения.	11
Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Ахметов И.М., Асташев М.Г. Шевелев А.В. Основные защиты фазоповоротного устройства с тиристорным коммутатором для воздушных линий 220 кВ.	17

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

СЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ

Абдуллин Л.И. Экспериментальное исследование однофазных замыканий на землю.	23
Абдульмянов А.Р. Трансформаторное масло на основе возобновляемого растительного сырья.	24
Амбросов О.С. Система группового регулирования активной мощности Жигулевской ГЭС.	25
Али Язид С.С. Гибридные электрогенерирующие системы: солнце и ветер.	26
Аль Зеркани Б.Ф. Разработка мероприятий по модернизации энергосистемы республики Ирак.	26
Аль-Кайси И.Д.А. Перспективы развития энергетики и Ираке проектирование «солнечная башня» мощностью 100 МВт. . .	27
Аношкин А.А. Надежность передачи дискретной информации по средствам протокола GOOSE в системах РЗА на цифровых подстанциях.	28
Ахмаева А.Р. Анализ структурно-группового состава тм по данным спектроскопии в уф и видимом диапазонах.	29
Ахметшин А.Р. Методики энергосбережения в распределительных электрических сетях 0,4–10 кВ.	30
Ахунова Е.А. Влияние географических особенностей на определение стоимости сооружения ЛЭП.	31
Балабанчик С.В. Управляемый шунтирующий реактор трансформаторного типа.	33

Бататова А.М. Исследование количества, размеров, состава неоднородных структур в трансформаторном масле.	33
Бахтеев К.Р. Моделирование переходных процессов в синхронных машинах систем промышленного электроснабжения. .	34
Баширов А.Б. Трансформаторное масло на основе эфира пентаэритрита.	35
Билалов И.И. Погрешность цифровых каналов данных на цифровой подстанции.	36
Валиахметов И.Р. Достоверизация исходной информации о параметрах режимов сети 0,4 кВ.	37
Галеев Р.И., Галиев Р.Ф. Модернизация системы электроснабжения ОАО «КЗСК-Силикон»	38
Галиев Р.Ф., Галиев Р.И. Автоматизация расчета режимов сложных электроэнергетических систем.	39
Ганиев И.Д. Математическая модель синхронной машины постоянной структуры.	40
Гареева А.А. Перспективы строительства торфяной ТЭЦ в Республике Татарстан.	41
Гилметдинов И.Ф. Влияние электромагнитных полей линии электропередач на смежные линии.	42
Гусаков Д.В., Каримов Р.Д. Трехфазный трехстержневой ленточный магнитопровод для антирезонансного трансформатора напряжения.	43
Джебрил М.Р. Анализ методов диагностики состояния изоляции силовых трансформаторов.	44
Есиргепов Э.Р. Математическое моделирование проходной изоляции с целью создания диагностической модели.	45
Жаворонков А.Е. Неразрушающая диагностика кабельных линий.	46
Загирова Д.Н. Исследование высокотемпературных проводов при гололедных нагрузках.	47
Загустина И.Д. Кибербезопасность на цифровой подстанции.	48
Зайнуллин Э.Р. Перспективные жидкие диэлектрики на основе силикона и их использование в электроэнергетике.	49
Зайцева А.В. Некоторые возможности использования геотермальной энергетики.	50
Зарипов Р.Ф. Свойства фторорганических жидкостей и их использование диэлектрика в маслонаполненном электрооборудовании.	51

Зиганшин А.И. Распределение активной и реактивной мощности в энергосистеме Татарстана.	52
Ислентьев И.С. Диагностика силовых трансформаторов на подстанции Киндери-500.	53
Ислентьева Л.А. Анализ молниезащиты подстанции Киндери-500.	54
Киржацких М.Н. «Бережливое производство» в электроэнергетике.	55
Козлов А.М. Оценка возможности применения солнечных батарей в качестве основного источника питания дома.	56
Колногоров А.С. Свойства особой области заземлителя.	57
Колузаев Д.А. Автоматическое управление системами коррекции формы кривых тока и напряжения.	58
Коротеева О.В. Модернизация систем энергоснабжения Елабужской ТЭЦ.	59
Костарев И.А. О выборе резистора при комбинированном заземлении нейтрали для устойчивости функционирования новой защиты от однофазных замыканий на землю.	60
Кувандыков Ф.Р. Исследование способов определения состояния кабельных линий 110 кВ.	61
Кузнецов А.В. Проектирование прибора для диагностики изоляционных устройств.	62
Кузнецова Л.О. Анализ реконструкции распределительных устройств.	63
Латипов Л.Ф. Потенциальные возможности криогенных турбогенераторов.	64
Максимова С.Е. Пожаробезопасность силовых масляных трансформаторов.	65
Малахов Р.И. Диагностика трансформаторных масел и маслонаполненного оборудования.	66
Мигранова Р.Г. Режимы работы трансформатора и автотрансформатора в условиях резкопеременной нагрузки и особенности выбора номинальной мощности.	67
Миннебаев Р.Ф. Исследование механизма образования осадка в трансформаторном масле.	68
Мохаммед Абдуллах. Перспективы развития энергетики в Ираке проектирование ГТУ мощностью 250 МВт.	69
Мусаев Т.А. Выбор оптимальной точки деления городской сети.	70

Насибуллин А.Р. Потенциальные возможности и перспективы развития ветроэнергетических установок.	71
Ндайзейе Мартин. Оценка состояния обмоток силовых трансформаторов методом низковольтных импульсов (НВИ)	71
Негодина А.А. Анализ потерь в технологическом процессе производства электрической энергии.	72
Ндайзейе Мартин. Методика диагностики измерительного трансформатора напряжения НКФ-110 основанная на измерении сопротивления обмоток постоянному току.	73
Новиков С.И. Определение параметров схемы замещения трансформатор напряжения по осциллограммам однофазного замыкания на землю.	74
Новокрещенов В.В. Определение расстояния до места озз разностно-дальномерным способом с использованием вейвлет преобразования.	75
Нтсилулу П.К. Повышение надежность защиты подстанций от волн грозových перенапряжений, набегающих с линии.	76
Охотников Т.П. Проектирование дальней электропередачи сверхвысокого напряжения питающий РЭС 110 кВ. Расчет статической устойчивости системы.	77
Парамонов М.А. Ремонт турбогенератора на основании уровня частичных разрядов.	78
Парамонов М.А. Модели распределения электрического поля вдоль обмотки статора генератора в среде COMSOL.	79
Репина Ю.Г. Определение скорости растяжения дуги отключения.	80
Рунцов А.А. Проектирование ЭМС в системе ELECTRICS STORM с использованием данных раскладки кабелей.	81
Сиразутдинов Н.Р. Особенности моделирования тепловых режимов силового трансформатора в программной среде ANSIS. . .	82
Смехов А.Ю. Исследование характеристик частичных разрядов в изоляции кабельных линий из сшитого полиэтилена. . . .	83
Тенников Р.П. Защиты цифровых подстанций.	84
Турченко А.Б. Применение транспонированного провода в обмотках силового трансформатора.	85
Уканеева Е.Р. Блок питания на основе трансформатора тока.	86
Фатхутдинов А.А. Выявление зоны дефектов изоляторов на ЛЭП.	87
Хайбуллин И.И. Анализ и оптимизация установившихся режимов районной электрической сети.	88

Хайруллин И.И. Геоинформационные системы в электроэнергетике технологии mes на предприятиях электрических сетей. .	89
Хамматов А.Д. Взаимное влияние двухцепных линий 110 кВ на качество электроэнергии.	90
Хаметова Е.И. Высокотехнологичные приёмы осушки трансформаторных масел.	91
Хасаншин А.И. Диагностика полимерного изолятора при развитии дефекта.	92
Шадриков Т.Е. Актуализация применения управляемой схемы умножения в устройствах диагностики силовых кабелей с разными типами изоляции.	93
Шайбеков А.Ф. Асинхронизированный синхронный генератор.	94
Шарафеев А.С. Исследование влияния размещения оборудования подстанций на надежность системы электроснабжения.	95
Шафигуллин А.А. Информационно-вычислительное обеспечение устройства технического учёта электроэнергии на воздушной линии электропередач 10 кВ.	96
Юдицкий Д.М. Совершенствование методики расчета грозоупорности ВЛЭП 110-220 кВ.	97
Юдицкий Д.М. Вероятность возникновения обратных перекрытий при ударе молнии в ЛЭП.	98
Ямалов И.И., Фаррахов Д.Р. Переходные процессы заряда и разряда конденсатора в емкостной системе зажигания для снегохода.	99
Яхина О.Г. Борьба с гололедом на проводах воздушных линий электропередачи с помощью высокочастотной электромагнитной волны.	99
Хакимова И.И., Вавилов В.Е., Якупов А.М. Поплавковая электростанция на трехкоординатном электромеханическом преобразователе энергии колебаний.	100
Моисеев Д.Ю. Резервирование каналов связи в системах РЗА на цифровых подстанциях.	101
Ерашова Ю.Н. Оценка остаточной емкости аккумуляторных батарей электростанций и подстанций.	102
Бабораик А.М. Оценка состояния изоляции высоковольтного электрооборудования на основе метода частичных разрядов.	103
Фаррахов Д.Р., Ямалов И.И., Шаймарданов Т.Р. Блок защиты, регулирования и управления самолёта.	104
Буланов А.В., Габрахманов А.Н. Электронный искатель скрытой проводки.	105

Абдуллазянов Р.Э. Идентификация места повреждения при оозз по параметрам сети.	106
Харисов Р.Р., Чупин И.Н. Анализ применения современных диэлектрических материалов.	107
Зиганшин А.Д. Гибридный накопитель электроэнергии для системы собственных нужд электростанций и подстанций.	108
Зиганшин А.Д. Повышение надежности электроснабжения предприятия с непрерывными технологическими процессами.	109

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Абдрахманов А.Х., Шарифуллин А.Ф. Влияние характеристик коммутационных аппаратов в цепочке каскадного отключения.	111
Абдрахманов Р.Р. Обеспечение надежности электроснабжения ответственных потребителей. Автономные источники питания.	112
Абдулвелеев И.Р. Применение комплексного инженерного анализа для оценки надежности воздушных линий 35 кВ.	113
Абдулхаликова А.А. Исследование статической устойчивости питающих линий электропередачи промышленных электрических сетей сложной конфигурации.	115
Абдулвалеева А.Х. Анализ несинусоидальности кривой напряжения в характерных узлах системы электроснабжения.	116
Аль Джурни Рагхад А.М. Выбор структуры фотоэлектрической системы.	117
Арефьев Е.А. Повышение надёжности системы электроснабжения промышленных предприятий.	118
Бариев Р.Р. Автоматизация и управления системой вентиляции и кондиционирования.	119
Беляевский Р.В. Исследование структуры технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям территориальных сетевых организаций.	120
Вагурова Ю.А. Эффективность применения бавр на нефтехимических предприятиях.	121
Валиуллин К. Р. Концепция сотовой энергетики.	122
Габрахманов А.Н., Буланов А.В. Электронный искатель скрытой проводки.	111
Галиев И.Ф. Управление и регулирование напряжения в осветительных сетях.	123

Галиева Г.Н. Выбор ценовой категории тарифа на электроэнергию для крупного промышленного предприятия.	124
Галимов Ф.Р. Солнечная энергетика как средство энергосбережения в системах электроснабжения.	125
Гарапшина А.И. Исследование параметров режима сети при наличии несимметрии напряжения обусловленной различными причинами.	126
Гарипов И.Х. Математическое моделирование самозапуска двигателей подстанции.	127
Гибадуллин Р.Р. Статистическая обработка физико-химических характеристик трансформаторного масла.	128
Гусев С. О. Анализ объемов электропотребления в быту.	129
Дуглав В.А. Системы управления асинхронным двигателем. . .	130
Журавлёв П.Ю. Повышение живучести особо ответственных электроприёмников металлургического производства при провалах напряжения.	131
Иванов Д.А. Системный подход к оценке функционирования распределительных сетей.	132
Иванова З.Г. Название тезисов доклада.	133
Ионцева О.А. Существующие проблемы в расчетах электрических нагрузок.	134
Исаков Д.Г. Анализ работы защиты от замыкания на землю в сетях с низкоомным заземлением нейтрали.	135
Казанов М.С. Технические проблемы внедрения распределенной генерации в системах промышленного электроснабжения.	136
Кузнецов Р.О. Повышение качества электроэнергии в распределительных сетях за счет снижения несинусоидальности кривой напряжения.	137
Куксов С.В., Николаева И.А. Влияние дополнительных факторов на ток подпитки от высоковольтных двигателей при симметричном коротком замыкании.	138
Кунакбаев Я.В. Повышение энергоэффективности силового оборудования промышленных предприятий.	139
Куснади С. Генераторы для ветро и гидро электростанции. . .	140
Лакиенко С.В. Исследование гармонического состава напряжения и тока при работе мощной нелинейной нагрузки.	141
Лапшина Ю.Е. Перспективы использования постоянного тока для электроснабжения систем искусственного освещения.	142
Логачева А.Л. Оценка срока службы многофазного асинхронного двигателя.	143

Ложкин И.А. Обеспечение надёжности системы электроснабжения металлургического завода «ММК-Metalurji»	144
Марочкин А.Д. Исследование надёжности функционирования цеховой сети.	145
Моисеева В.Д. Выбор оптимального тарифа на электроэнергию.	146
Мухаметзянова А.Ф. Несоответствие максимального значения коэффициента полезного действия трансформатора его минимальным потерям.	147
Мухаметшин А.И. Совместное использования солнечной и ветровой электростанции.	148
Набиуллин А.Х. Статическая устойчивость нагрузки.	149
Назаралиева П.Б. Реконструкция закрытого распределительного устройства 6 кВ подстанции восточная с применением микропроцессорных защит.	150
Низамиев М.Ф. Анализ методов исследования виброакустических характеристик деталей сложной формы и технических средств обработки сигналов сложной формы.	151
Нуруллин И.Р. Оптимизация структуры систем электроснабжения.	152
Павлова Ю.В. Защита от перенапряжений низковольтных электроустановок.	153
Решетников А.П., Садыков И.Р. Измерительно-диагностический комплекс для контроля электротехнических изделий сложной формы.	154
Салахов М.Г. Зоновая концепция защиты от перенапряжений в сетях до 1 кВ.	155
Саматов А.Р. Динамическая устойчивость нагрузки.	156
Сахапов А.А. Хроматографический анализ растворенных газов в трансформаторном масле.	157
Станкевич М.В. Особенности осветительных сетей.	158
Степанов П.Н. Снижение потерь электроэнергии в силовых трансформаторах.	159
Сухорецкий А.Е. Защита электродвигателей 6–10 кВ приводов технологических механизмов промышленных предприятий от перенапряжений.	160
Усачева А.В. Средства и методы снижения электроэнергии в системах электроснабжения, их обоснование.	161
Фазуллин И.Ф. Применение программного комплекса Matlab (Simulink) для имитации различных режимов работы систем электроснабжения.	162

Файзуллин А.М. Частотно-регулируемый электропривод как инструмент энергосбережения в энергетике.	162
Хаерова А.Н., Шагидуллин А.В. Применение методики оценки эффективности функционирования низковольтных аппаратов и цеховых сетей.	163
Хайрутдинов Б.Р. Оптимизация систем бесперебойного питания в электроснабжении.	165
Хамидуллин И.Н. Выбор технических мероприятий по повышению надежности воздушных линий 10(6) кВ в условиях гололедно-ветровых нагрузок.	166
Хамидуллин И.Н. Выбор материала опор воздушных линий электропередачи 6–20 кВ.	167
Хамидуллин Р.Р. Методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ.	168
Цаплин Д.Ю. Автоматизация энергетических процессов на основе программируемых контроллеров.	169
Чемоданов Е.В. Математическое моделирование электротехнических систем в программной среде Matlab.	170
Чернов А.А. Оптимизация энергопотребления широкополосных станов горячей прокатки.	171
Шаранов М.В. Оценка электромагнитной совместимости при работе мощных активных выпрямителей в системе внутривзаводского электроснабжения.	172
Шарафиев И.М. Газоизолированные линии электропередачи.	173
Юсупов А.Р. Зависимость загрузки силовых трансформаторов, применяемых во внутривзаводских сетях, на уровень потребляемой реактивной мощности.	174
Шишканова А.С. Моделирование колебания напряжения на различных участках систем электроснабжения.	175
Мисулин Д.А. Применение основных принципов энергонедежмента в условиях коксохимического производства предприятия черной металлургии.	176
Закирова Л.Ш. Резервное питание от дизель-генераторных установок.	177
Кузьмичёв А.Э. Раздельное питание потребителей электроэнергии.	178
Исаев Р.Ю. Автоматическая компенсация реактивной мощности.	179
Павлов Р.В. Особенности монтажа, эксплуатации и ремонта трансформаторных подстанций в тяжелых условиях.	180
Храмов М.А. Расчет потерь мощности в ветви промышленной сети с учетом нагрева.	181

Венюков Н.В. Оптимизация ВЛ 10–35 кВ с точки зрения повышения надежности.	182
Федоров А.С. Использование современных шинопроводов на промышленных предприятиях.	182

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ

Арков А.В. Моделирование однофазных замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью в программе схемотехнического моделирования Multisim.	184
Ахметгалиев Л.Ф., Гибадуллин А.Р. Применение программной среды LabVIEW для отладки встраиваемых систем. ...	185
Ахметшин М.Я. Спектральный анализ сигналов при виброиспытаниях изделий авиационной промышленности.	186
Ахметшин Р.Ф. Обоснование рациональной номенклатуры аккумуляторных батарей для систем оперативного постоянного тока энергообъектов на основе минимаксного критерия рациональности. ...	187
Ахметьянов Р.Р. Импульсно-плазменная система зажигания повышенной эффективности.	188
Барабанов А.Ю. Метод определения энергии искровых разрядов в стреляющих полупроводниковых свечах.	189
Безроднов П.А. Разработка электрической части системы кондиционирования офиса с серверной комнатой.	190
Власов А.Н. Схемотехника квадратичного вольтметра.	191
Воронцов А.С. Перспективные методы энергообеспечения космических аппаратов.	192
Габдрахманов И.Т. Диагностика дисбаланса ротора с переносным вращением опор.	193
Галиев Р.В. Электроразрядные процессы в емкостной системе зажигания пульсирующего разряда.	194
Галиуллин И.И. Повышение качества смешения топливо-воздушной горючей смеси электромагнитным полем.	195
Гатауллин Р.С. Импульсный двухчастотный способ определения остаточной емкости аккумуляторной батареи систем оперативного постоянного тока энергосистем.	196
Гильманов М.Ф., Ровнейко Р.В. Емкостная система зажигания с повышенной стабильностью выходных параметров.	197
Гильманов М.Ф., Ровнейко Р.В. Плазменная система зажигания переменного тока.	198

Горбунов А.С. Имитационное моделирование многофазных трансформаторов для электротехнологий.	199
Горячев М.П. Применение стека Wake протокола для создания самоорганизующейся сети в рамках технологии Smart Grid.	200
Демиденко О.В. Разработка серии магнитожидкостных герметизаторов для вакуума и газовых сред.	201
Долгих И.Ю. Исследование температурных процессов при индукционном нагреве.	202
Закиров И.И. Разработка коммутирующего устройства для включения освещения и вызова лифта от сигнала домофона.	203
Заякина А.А. Численное исследование магнитного поля электромагнитного мембранного насоса с магнитной жидкостью.	204
Иквучегбани Г.О. К выбору магнитного усилителя в стабилизаторе частоты.	205
Исмагилов И.Р., Семенников А.В. Построение 3D-образа поверхностной трещины на основе временного теневого способа лазерно-акустического контроля.	206
Казанцев А.А. Устройство измерения сопротивления сильноточных контактов.	207
Каменский А.В. Моделирование зарядно-разрядных процессов в емкостной системе зажигания с одним преобразователем на две свечи.	208
Карамов А.Ф., Ахметов Ф.Н. Автоматизированная система контроля параметров топливорегулирующей аппаратуры.	209
Каримов Р.Д., Гусаков Д. В. Намагничивающая установка.	210
Корепанов В.В. Схемы источников питания для испытания танталовых чип-конденсаторов.	211
Красноперов Р.Н., Мельников А.В. Двигатель постоянного тока с постоянными магнитами.	212
Крымов Б.С. Электромагнитный подвес в индукционных измерительных преобразователях вибрации.	212
Латыпов А.Р. Магнитнополупроводниковый высокочастотный источник питания для электротехнологии.	213
Макарова Н.А. Создание виртуальных стендов для лабораторных работ в программной среде LABVIEW.	214
Нектяев Н.О. Моделирование блока усиления системы управления антеннами ЗРК «ОСА» в ПП «MULTISIM»	215
Новикова С.С. Численное исследование магнитожидкостного герметизатора вращающегося вала с регулируемыми эксплуатационными параметрами.	216
Нуриев А.Т. Регистрация динамических характеристик высоковольтного масляного выключателя в среде графического программирования LabVIEW.	217

Нуртдинов И.Г. Мобильный комплекс инженера телемеханики. .	218
Сабиров Р.Р. Разработка учебной платы для исследования таймерных модулей встраиваемых систем.	219
Самаринский С.А. Гальваническая изоляция 1-WIRE с паразитным питанием.	220
Сибгатуллин Б.И. Устройство для отбраковки танталовых конденсаторов нового поколения.	221
Синюгин И.Е., Марданов Г. Д. Система анализа частичных разрядов возникающих в высоковольтной изоляции, с использованием среды LABVIEW.	222
Сташкевич А.С. Актуальность применения автоматизированных систем диагностики для контроля состояния энергетического оборудования.	223
Тимофеев А.О. Автоматизированная система телеметрии состояния штанговых скважинных насосов.	224
Хабибуллин Р.Н. Разработка ПЛИС в измерительно-тестирующем комплексе.	225
Хамидуллин А.Н. Разработка повышающего импульсного преобразователя постоянного напряжения.	226
Чечнев В.О. Система управления на основе инвертора на IGBT-транзисторах для маломощного асинхронного двигателя.	227
Шайхутдинов З.К. Оптимизация программ локализации места пониженного сопротивления изоляции в системах оперативного постоянного тока энергосистем.	228
Шамсутдинов Р.Р. Комбинированная импульсно-плазменная система зажигания.	229
Шкляев М.О., Шилохвостов Е.В. Моделирование управляемых выпрямителей для типовых и нетиповых режимов работы.	230
Айгузина В.В. К определению радиальной составляющей напряженности внешнего магнитного поля машин переменного тока. .	231
Иванов Н.А., Казанцев А.А. Токоограничитель с жидкометаллическими контактами.	232
Мартыненко С.А., Титов Д.Е. Выявление момента начала образования отложений на проводах ЛЭП.	233
Шаронов И.П. Некоторые сберегающие технологии в электроаппаратостроении.	234
Лапочкин М.С. Мобильные установки для плавления снежно-ледяной массы на базе воздействия СВЧ-нагрева.	235
Лапочкин М.С. Метод определения уровня жидкой фазы в системе снег-лед-вода измерением КСВ в рабочей камере при СВЧ-нагреве.	237

Григорьев Д.П., Благих Р.А. Расчет высокоизбирательного полосового резонансного контура.	238
Бахтеев Ш.Р. Умная крыша.	239

СЕКЦИЯ 4. СВЕТОТЕХНИКА, МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Акмалова Г.И., Марданова А.И. Вредное воздействие электромагнитных полей на человека.	240
Алхамсс Ясер Шафик. Определение времени стабилизации светового потока светодиода и величины его.	241
Большакова Ю.Н., Гайнутдинов А.Р. Интерактивный информационный стенд.	242
Бопаге Рангика С.К. Воздействие шумового загрязнения на здоровье.	243
Ваджипова А.Ш., Довлетова Б.Б. К вопросу о проблеме алкоголизма в молодежной среде.	244
Вафина С.А. Рекомендации по стандартизации размеров экранов электронных средств визуального отображения информации.	245
Воронин В.А. Исследование влияния различных факторов на качество освещения.	246
Данилин А.А. Радиация, ее влияние на организм человека и методы защиты от нее.	247
Ипаев М.В. Понятия и основные черты катастроф и чрезвычайных ситуаций.	248
Миляхов В.В. Автоматическая система управления уличным освещением.	249
Файзетдинова Я.Т. Психологические и эргономические аспекты БЖД.	250
Халикова К.Н. Оценка эффективности использования сфокусированных антенн для радиотермографии.	251
Хузиев А.А. Медико-биологические аспекты БЖД.	252
Шамигулова А.М. Курение – угроза современного общества.	253
Хуснутдинов Р.А., Тиркия А.А. Прототип ядерного квадрупольного резонанс детектора опасных веществ.	254
Яковлев А.В. Разработка установки для демонстрации оптических явлений и измерений.	255
Ямбаева Т.Г. Выбор датчика для автоматизированной системы управления освещением.	256

Егуданова Е.А. Негативное влияние солнечной энергии на окружающую среду и на человека.	257
Барышев А.Е. Цветовой калькулятор.	258
Гарипов Р.Р. Исследование зависимости световых параметров светодиодного светильника от температуры окружающего пространства.	259
Айхайти Исыхакэфу, Гарипов Р.Р. К изысканию способов повышения мощности светодиодной лампы при ее проектировании.	260
Фархутдинов Р.Р. Оценка светотехнических параметров люминисцентного освещения.	261
Нигматуллин А.М. Воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты, на здоровье людей.	262

СЕКЦИЯ 5. ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

Гавриленко А.Н., Хабибуллин И.Х., Шмидт Е.В. Исследование медного рудного концентрата методом ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ в локальном поле.	263
Севастьянов И.Г. Невербальная оценка остаточных знаний с помощью ЭЭГ комплекса.	264
Зайнуллин Р.Р., Сеницын А.М. Электронный парамагнитный резонанс примесных ассоциатов ($\text{Fe}^+ - \text{Fe}^{3+}$) в кристаллах BaF_2	265
Шульгин Д.А., Батретдинов М.Н., Шмидт С.В. Исследование полупроводниковых соединений со структурой делафоссита методом ядерного квадрупольного резонанса.	266
Чернова А.Д. Гибридные методы многокритериального анализа для решения задач энергосбережения.	267
Зотов А.В. Особые управления параллельно соединенными цилиндрическими резервуарами.	268
Халитов К.Ф. О взаимосвязи строения и их электронных свойств в соединениях вида ЭХ_3	269

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Мессо Ф.К., Никитин Р.Ф. Совершенствование организации технического обслуживания колесных пар электроподвижного состава.	270
Никитин Р.Ф., Мессо Ф.К. Контроль технического состояния колесных пар.	271
Хаертдинова А.А., Фандеев Д.В. Методика формирования диагностической модели контрольно-проверочной аппаратуры.	272
Фандеев Д.В., Хаертдинова А.А. Перспективные направления решения проблемы качества токосъема для ВСНТ.	273
Рамазанов Р.Р., Сунцова Е.Д. Основные виды тормозного оборудования подвижного состава.	274
Николаев С.П., Галяув И.Р. Методика построения структурной схемы надежности электрических машин.	275
Давлетшин А.А., Хайруллин Р.Р. Использование защитных устройств для уменьшения пробоев полимерного изолятора.	276
Давлетшин А.А., Шушакова Л.А. Применение нано композитных материалов в полимерных изоляторах для повышения надежности.	277
Люсов С.С., Тухватуллина Г.Т., Максимова Г.Г. Электротехнические комплексы для тяговых подстанций железных дорог.	278
Агзамов А.А., Кабиров Д.Р., Хайбуллина Э.Р. Технологии предотвращения техногенных катастроф в транспортной отрасли	279
Наумов Д.В., Макаров И.В., Лукоянов А.А. Повышение эффективности управления сложными организационно-техническими системами транспортной отрасли	280
Соловьева А.П., Макарова Е.В., Наумова Т.П. Инновационный подход в организации системы городского электрического транспорта современного мегаполиса.	281
Хуснутдинов А.Н., Захаров П.П. Диагностика аккумуляторных батарей.	283
Филина О.А. Бездемонтажная диагностика сложно-энергетических систем.	284
Ахметов Ф.Н., Карамов А.Ф. Об эффективности применения ксеноновых ламп с волоконно-оптическими преобразователями для лобового освещения легковых автомобилей.	285
Ахметзянова И.Р. Управление моментом асинхронного двигателя в частотно-регулируемом электроприводе троллейбуса.	286

Галимов А.Р., Литвинчук А.П. Асинхронный вентильный каскад с улучшенными характеристиками для автономного электропривода.	287
Ишмухаметова Р.А., Салихов А.Р., Казакова Р.В. Асинхронный вентильный каскад с улучшенными характеристиками для автономного электропривода.	288
Давлетов И.М., Курбангалеев Р.А. Компенсатор реактивной мощности на основе фильтра-стабилизатора.	289
Антипанова И.С, Зинина Е.В. Исследование маломощных трансформаторов.	290
Савельев А.А. Перспективы перехода железных дорог от постоянного к переменному току.	291
Шуртаева О.К., Кусяпова Э.С. Асинхронный электропривод с нечетким регулятором.	292
Салихов А.Р., Казакова Р.В., Ишмухаметова Р.А. Унификация узлов гибрида и электромобиля.	293
Казакова Р.В., Салихов А.Р., Ишмухаметова Р.А. Схемотехническая реализация обработки сигнала с датчиков температуры ТЭД.	294
Захаров П.П., Хуснутдинов А.Н. Оценка влияния отрицательных температур на аккумуляторные батареи.	295
Зинина Е.В., Антипанова И.С., Чекаева М.А. Использование малой гидроэнергетики РТ как альтернативного источника энергии при организации автономных зарядных станций электромобилей.	296
Габбасов М.Ф., Моисеева Р.Р. Компенсация реактивной мощности.	297
Чекаева М.А., Зинина Е.В. Исследование контролируемых параметров бандажей колесных пар по толщине (электропоезд ЭР9Е депо Казань)	298
Хомутов А.А. Система релейно-векторного управления электропривода.	299
Хомутов А.А., Ахметзянова И.Р. Силовой преобразователь электропривода с симметричным законом управления.	300
Ле С.Х. Оценка эффективности альтернативных систем тягового электропривода по значениям их КПД.	301
Маматов А.А. Исследование алгоритмов управления вентильно-индукторным приводом транспортного средства.	302
Нгуен Ч.Л. Выбор диодов и трансформаторов в схеме двенадцатипульсового выпрямителя для метрополитена.	303

Смолькин В.В. Защита тяговых сетей постоянного тока от малых токов коротких замыканий.	502
--	-----

СЕКЦИЯ 7. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Альмеева А.А., Денисов Д.В. Исследование воздействия внешних электромагнитных полей на качество передаваемой энергии в кабельных линиях.	305
Асадуллин Р.Н., Казанцев А.А. Исследование болтового контактного соединения в электролизной обшивке.	306
Валиева Д.З. Современный метод электроснабжения.	307
Грузков Д.Н. Использование беспилотного летательного аппарата для обследования линий электропередач.	308
Давлетова А.Р., Вавилов В.Е. Определение сил отталкивания в магнитном подвесе на постоянных магнитах по закону Кулона.	309
Давыдов А.С., Кутьянов Р.Р. Применение установок высоковольтных и низковольтных батарей конденсаторов.	310
Егоров М.С. Энергоэффективные системы освещения.	311
Ефремов Н.С., Иванов А.В. Обоснование использования светодиодных источников в условиях тепличных хозяйств.	312
Забеглова Е.А. Исследование мероприятий по снижению потерь в трансформаторах.	312
Загидуллин Г.Г. Проектирование и обоснование параметров энергоэффективной ветро-гидроаккумулирующей установки.	313
Зюзин М.О. Разработка математической модели системы электроснабжения для оценки влияния геоиндуцированных токов на режимы ее работы.	314
Игнатьев А.Г. Автоматизированная система управления водогрейных котлов.	315
Казанцева Н.С. Определение коэффициента теплоотдачи при турбулентном течении теплоносителя.	316
Дегтярев А.А., Тыщенко Д.С. Энергосберегающие оптические электротехнологии переменного облучения применяемые в тепличном производстве.	317
Молчанов И.Н., Пустовойтова Е.В. Энергосберегающие технологии применяемые в тепличном производстве.	318

Гаптуллина А.О. Энергосберегающая система освещения птичника для кур несушек.	319
Копылова А.М. Интеллектуальная система управления внутренним освещением административных зданий.	320
Крылов К.А. Влияние несинусоидального напряжения на работу силовых трансформаторов.	321
Кыштамова М.О., Макаров Я.В. Терминал направленной токовой защиты нулевой последовательности.	322
Лаптев И.К. Снижение потребления электроэнергии осветительными установками.	323
Маслов Р.А. Основные положения автотрансформаторных преобразователей числа фаз.	324
Низамеев А.А. Мероприятия по энергосбережению как перспективные методы экономии энергоресурсов в различных областях.	325
Николаев А.В. Повышение энергоэффективности воздухоподготовки на горнодобывающих предприятиях в холодное время года.	326
Николаев А.М. Автоматизация и диспетчеризация в системе водоснабжения ЖКХ.	327
Новицкий И.Д. Проблемы энергосбережения промышленных предприятий.	328
Алишев А.Ж. Устройство компактных люминесцентных ламп	329
Дьяконов А.А. Использование светодиодной продукции.	329
Копылов Д.А. Использование компактных люминесцентных ламп.	330
Промасюк Р.О. Разработка методики проектирования системы электроснабжения центра обработки данных в соответствии с нормативно-правовой базой.	331
Рыбалко Т.А. Компьютерное моделирование и анализ высших гармонических составляющих силового трансформатора при геомагнитных бурях.	332
Сабирзянов А.Н. Анализ высоковольтного коронного разряда	333
Семин В.Е., Макаров Я.В. Проблемы формирования приложения № 10 энергетического паспорта объекта.	334
Сморчков А.О. Задача индукционной закалки сферических поверхностей.	335
Сулейманова Л.Р. Гравитационный генератор для получения свободной энергии.	336

Фунт А.Н., Карташова А.А., Усманов Н.Т. Применение озона в питьевом водоснабжении.	337
Хасанов И.В. Экономия при применении пьезоэлементов в качестве микрогенератора.	338
Хуснутдинова И.Г. Электромагнитный инденторный метод диагностики металлических конструктивных элементов электротехнического и электроэнергетического оборудования.	339
Юмагузин У.Ф. Повышение ресурса безопасной эксплуатации оборудования нефтегазовых производств.	340
Юшкова О.А., Бойков В.А., Айгузина В.В. Определение коэффициентов внешнего магнитного поля электрических машин для обеспечения энергоэффективности производства.	341
Яруллин Р.Ф. Автоматизация котла.	341
Акулов В.Р. Способы продления срока службы люминесцентных ламп.	342
Муртазин Р.Р. Перспективы развития микро-гидроэнергетики. .	343
Минияров А.Х., Тарасов Н.Г. Исследование влияния температуры на характеристики высокоэрцитивных постоянных магнитов марки NdFeB.	344
Соловьева Т.О. Мероприятия по энергосбережению в установках с электродвигателями.	345
Обухова Ю.В. Пути повышения энергоэффективности предприятий.	346
Мальков М.Ю. Энергоэффективность и энергобезопасность производства.	348
Ненахов А.И. Возможности современных компенсирующих устройств.	351
Ридзель А.Н. Топливные элементы для СЭС регионов с частыми перебоями в электроснабжении.	353
Казанов М.С. Технические проблемы внедрения распределенной генерации в системах промышленного электроснабжения.	354
Быстров А.В. Алгоритм выбора системы заземления экранов однофазных силовых кабелей 6–500 кВ.	355
Аарон В.В. Применение методов нелинейной динамики для моделирования феррорезонансных процессов в распределительных сетях.	356
Фомин В.В. Решение задачи обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей, чувствительных к провалам напряжения.	357

СЕКЦИЯ 8. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мустафин К.А. Интерактивная база данных объектов диспетчеризации операционной зоны филиала СО ЕЭС РДУ Татарстана.	358
Беляев Е.В. Влияние высших гармоник на устройства защиты энергосистемы.	359
Дайнеко А.В. Применение средств автоматизации и управления в сетях уличного освещения.	360
Иванов А.С. Автоматика подстанций на логических контроллерах.	361
Чугунова М.С. Ускорение резервных защит линий 110–220 кВ в терминалах защит «НПП ЭКРА».	362
Шарипова С.Ф., Путинцева А.А., Савин Д.А. К вопросу о дифференциальной защите электродвигателей.	363
Куксов С.В. Определение критического времени работы АВР для выполнения самозапуска асинхронных электродвигателей.	364
Абанина Е.И. Повышение чувствительности защиты шин при применении микропроцессорной ДЗШ.	365
Миналиев И.В., Оконников И.Н. Организация температурного мониторинга воздушных линий электропередачи.	366
Селиванов Р.С. Система контроля и диагностики состояния высоковольтных вводов силового трансформатора на основе измерения характеристик частичных разрядов.	367
Челякова Н.В. Применение приборов влагогазосодержания в системе контроля изоляции силовых трансформаторов.	368
Радионов А.С. Противоаварийная автоматика с температурной коррекцией.	369
Соколов Д.В. Определение факторов, влияющих на электропотребление в регионах с высоким уровнем промышленного производства (на примере Республики Татарстан).	370
Исаков Д.Г. Анализ работы защиты от замыкания на землю в сетях с низкоомным заземлением нейтрали	371
Абдрахманов А.Х., Шарифуллин А.Ф. Поведение измерительных органов сопротивления при замыканиях на землю в сетях 10 кВ.	372
Винокурова Т.Ю., Воробьева Е.А. О выборе рабочего диапазона частот устройств защиты от замыканий на землю на основе переходных процессов в кабельных сетях 6–10 кВ.	373

Здоренко С.Б. Использование меток приоритета класса обслуживания в механизме передачи GOOSE-сообщений.	374
Касимов В.А. Способ локализации гололедно-изморозевых отложений на линии электропередачи при локационном зондировании.	375
Яруллин М.Р. Методы обнаружения гололеда на линиях электропередачи.	376
Исаев И.А. Автоматизация технического обслуживания цифровых устройств релейной защиты и автоматики	377

СЕКЦИЯ 9. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

Алимбаев А.Б. Потребляемая мощность асинхронного двигателя от геометрической точности воздушного.	378
Аллямов А.Д. Телеметрический контроль бортового оборудования летательного аппарата.	379
Аникин В.В. Разработка математической модели электропривода дымососа с векторным управлением.	380
Апет А.А. Внедрение системы автоматического диагностирования продольной трещины непрерывнолитого сляба. .	381
Ахметов Р.Р. Повышение эффективной работы электропривода длинноходной насосной установки.	382
Байтимиров И.Г., Панфилов В.В., Юртаев Д.В., Якупов А.Д. Организация дистанционного управления программно-технологическим комплексом «YOKOGAWA» с системой управления «CENTUM CS 3000»	383
Бузыкаев Б.Б. Формирование технологических усилий вытягивания слитка электроприводом тянущих роликов МНЛЗ	384
Бычков К.Ю. Стабилизированный электропривод на основе двухфазного асинхронного двигателя.	385
Веремеев А.А. Актуальность применения программно-измерительного стенда анализа асинхронного двигателя.	386
Вотчинников А.В. Постановка задачи проектирования фильтров в среде MATLAB.	387
Галиева А.Р., Малёв Н.А. Синтез регулятора положения методом Бесекерского.	388
Галиуллин К.Д. Расчетно-экспериментальное оценивание характеристик системы УПП-асинхронный двигатель.	389
Давлетов Р.Р. Двухзвенный преобразователь частоты с улучшенной электромагнитной совместимостью.	390
Журкин Е.М. Исследование и разработка канала допускового контроля напряжения постоянного тока.	391

Идиятуллин Т.Р. Разработка программы для беспроводного управления бортовым компьютером электровелосипеда.	392
Магсумов Д.Д. Лабораторный стенд с программным управлением шаговым двигателем.	393
Малацион А.С. Моделирование распространения звука в двух упруго связанных средах «труба-цементное кольцо»	394
Малёв Н.А., Мартынов Д.В. Система стабилизации угловой скорости вращения космического аппарата с линейным законом управления.	395
Масиаб А.Г.Н. Термоэлектрический автономный источник питания приборов и средств автоматики на трубопроводах.	396
Маямсина Д.Г., Малёв Н.А. Адаптивная система управления с беспоисковым алгоритмом вычисления градиента целевого функционала.	397
Носиков Р.С., Махмутова Л.Р. Создание исследовательского стенда частотно-регулируемого электропривода и разработка методики проведения исследования электропривода.	398
Примеров В.И. Исследование и разработка аналого-цифрового канала контроля угла сдвига фаз переменных напряжений.	399
Сафин И.Р. Разработка системы управления натяжением размоточного аппарата линии по производству арматурной стали с целью повышения качества продукции.	400
Тукаева Е.П., Малацион А.С. Фильтрация полезного сигнала от посторонних шумов при диагностике скважин методом виброакустической цементометрии.	401
Тюрин А.Р. Синтез нелинейных САУ с заданными показателями качества.	402
Шакиров Т.И. Электропривод с повышенным энергосбережением энергосбережением в экзоскелете.	403
Якупов В.Г. Постановка задачи исследования и разработки аналого-цифрового канала контроля напряжения постоянного тока.	404
Гришин Д.А., Морозов Д.Г. Пятифазная вентильная электромеханическая система.	405
Байкин Л.С. Разработка и исследование канала контроля частоты переменных напряжений.	406
Сокол Л.Р. Исследование системы регулирования скорости с помощью преобразователя частоты фирмы «Mitsubishi Electric».	407
Дадабаев Ш.Т. Перспективные методы пуска электроприводов с вентиляторным характером нагрузки.	408
Гаязов Р.И. Проектирование активных корректирующих фильтров на операционных усилителях в электроприводе.	409

**СЕКЦИЯ 10. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ.
НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

Альбрандт А.В. Модернизация электроснабжения Усть-Янского улуса путем внедрения сетевых ВЭС.	410
Ахметов В.Р. Перспективы развития термоэлектрогенераторов. .	411
Бодрова Е.С., Горбунова А.А Перспектива развития биогазовых технологий в Челябинской области.	412
Валиуллина В.Н. Использование растительных отходов в качестве сырья для производства сорбционных фильтров	413
Волкова О.С. Повышение эффективности энергоснабжения автономных потребителей с использованием гидротаранной установки	414
Воронин К.А. Сравнение эффективности солнечных микроэлектростанций в разное время года.	415
Газизова Л.Р. Автономные системы электроснабжения на основе дизельно-солнечных электростанций.	416
Гайсин Р.А. Повышение надежности PLC каналов связи.	417
Гайсин М.А. Мониторинг возникновения и предупреждения утечек в нефтепроводах.	418
Галиакберова Э.Ф. Энергоснабжение автономных мобильных объектов.	419
Гареев Р.И., Гумерова М.Б. Автономная мобильная система электроснабжения.	420
Гумерова М.Б., Вавилов В.Е. Демпфирующие элементы с бесконтактной магнитной связью.	421
Гильмуллина Д.Р., Рахматуллина Л.Р. Защита пресных водоносных горизонтов от техногенного воздействия при разработке нефтяных месторождений.	422
Закиев И.Д., Радаев А.В., Батраков Н.Р. Исследование процесса вытеснения вязких нефтей из карбонатных коллекторов с использование сверхкритического CO ₂	423
Зорин Г.А. Высотная ветроэнергетика.	424
Карпенко А.В. Разработка экспериментальной лабораторной установки для изучения процесса преобразования биомассы в биогаз. . .	425
Кашипова Н.А. Реализация системы снижения концентрации загрязняющих веществ в производственных сточных водах.	426
Киричев А.В., Кирпичникова И.М. Демонстрационная модель линзы Френеля для концентрации солнечных лучей.	427

Кирсанов М.Л. Использование сжиженного воздуха для компенсации пиковых нагрузок.	428
Климов Е.И., Цейзер Г.М. Перспективы использования черноморского сероводорода.	429
Ковалев А.В. Использование мобильной системы автономного электропитания для видеонаблюдения или освещения территории.	430
Кунусбаева Л.Р. Оценка эффективности использования совмещенных возобновляемых источников энергии.	431
Лукиянова К.С., Фазлиахметова М.Ф. Определение удельной мощности ветрового потока на экспериментальном участке в г.Орске. .	432
Мачула И.О. Варианты реконструкции зюраткульской гидроэлектростанции Челябинской области.	433
Мингажева Ю.Г. Очистка воды с помощью наносекундных электромагнитных импульсов.	334
Мишина В.В. Перспективы использования микро-гэс в автономных системах электроснабжения республики Саха (Якутия). ...	435
Муратова Т.В., Габитов Р.Н. Определение эффективных коэффициентов теплопроводности и температуропроводности слоя твердых бытовых отходов.	436
Мухтаров Ф.М. Миниатюрный термоэлектрический генератор для подзарядки аккумуляторов портативной техники.	437
Мнацаканян Л.О. Способы очистки выхлопных газов автотранспорта.	438
Осташенков А.П. Математическая модель функционирования системы энергоснабжения комплекса для контроля микроклимата пчелиных ульев.	439
Ощепкова Я.О. Формирование информационной платформы для моделирования ресурсной базы возобновляемых источников энергии республики Саха (Якутия).	440
Пасменко О.С. Крышная солнечная электростанция для корпуса КТИ (филиал) ВОЛГГТУ.	441
Пашали В.М. Автономные ветро-солнечные системы освещения.	442
Попов Е.А. Применение солнечной энергетики в частных домах.	442
Сафин Р.А. Форсунка с электромагнитным переобразователем. ...	443
Самышина О.В., Власова В. А. Исследование конвективного теплообмена в слое органической части твердых бытовых отходов.	444
Ситдикова Р.Р. Получение биогаза из отходов сахарной промышленности в Республике Татарстан.	445
Сироткин Е.А., Захаров В.В. Регулирование частоты вращения ротора вертикально-осевой ветроэнергетической установки.	446

Смирнова В.А. Перспективы развития возобновляемых источников энергии.	447
Хусаенов И.А., Денисов Д. В. Возобновляемые источники энергии для питания нефтедобывающих станков-качалок.	448
Шихамов Р.Р. Применение ветрогенераторов на территории среднего Поволжья и в Республики Татарстан.	449
Шестакова В.В. Метод энергосбережения для освещения парковок с использованием альтернативных источников энергии. ...	450
Зайнашева З.Р. Использование альтернативных источников энергии в целях снижения энергопотребления предприятий сахарной промышленности.	451
Шайхулисламова Г.Г. Модернизация системы очистки сточных вод на ТЭЦ.	452
Бухонов В.О., Комлик Е.А. Расчет шума в условиях урбанизированных территорий.	453
Васильев В.А., Дегтерева М.С. Особенности организации системы обращения с отходами в условиях Самарской области.	454
Терещенко Ю.П., Терещенко И.О. Новые подходы к оценке экологического риска урбанизированных территорий.	455
Шишонин Ю.О. Проблемы эксплуатации ветряных электроустановок.	456
Бабонова В.В. Определение особенностей применения, установки и эксплуатации различных ТНУ в климатических условиях Южного Урала.	457
Гасилина И.А. О возможности применения пеллетных котлов на буровых установках.	458
Четошников С.А. Проектирование ВЕБ-сервиса для мониторинга работы ветроэнергетических установок.	459
Миргаязов А.Р. Оптимизация и обучение искусственной нейронной сети для прогнозирования электропотребления в системе. ...	459
Трифонов В.Д., Ткачев В.К. Применение солнечных коллекторов в биогазовой системе при получении органических удобрений.	460
Радаев А.В., Закиев И.Д., Батраков Н.Р. Исследование процесса вытеснения трудноизвлекаемых нефтей с использованием сверхкритического CO ₂	461

**СЕКЦИЯ 11. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ХИМИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, НАНОСИСТЕМ
И ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Жданов Н.Н. Функционализированное связующее для теплозащитных составов.	462
Ненашева А.В., Чудова А.А., Демина М.А. Изучение фазовых равновесий в секущем треугольнике LiF-Li ₂ CrO ₄ -KBr четырехкомпонентной взаимной системы Li,K F,Br,CrO ₄	463
Сайгафарова Л.Х. Перспективы использования аморфной стали в магнитопроводах трансформаторов.	464
Богданов А.Н., Чутаев Б.Р. Карбонатсодержащий отход как комплексная добавка для производства лицевого керамики.	465
Шатилова Е.А., Струкова Ю.С. Интенсивная технология создания клеевых соединений повышенной теплопроводности и прочности.	466
Юсин С.И., Баннов А.Г., Тимофеева А.А. Оценка эффективности различных углеродных материалов как основы композиционного электродного материала для суперконденсаторов.	467
Баширова Э.И., Котлячкова А.А. К вопросу возможностей программного пакета Autodesk Inventor для моделирования конструкций и анализа напряжений в детали под нагрузкой.	468
Ву К.К., Белозерский Ю.В. Влияние типа структуры гидрозоля алюминия и микроволновой энергии на прочностные характеристики каолинитсодержащих глинистых минералов.	469
Гизатуллин Р.Р., Шамо́в Е.А. Зависимость прочностных характеристик кварцсодержащих глинистых минералов от структуры гидрозоля алюминия и микроволновой энергии.	470
Гильфанов Б.А., Разакова Р.И. Классический химический анализ в водоподготовке на современных теплоэнергетических установках.	471
Ефремова А.Е. Нетрадиционные способы добычи природного газа как фактор влияния на энергетику и экономику.	472
Казаков А.С. Возможности программного пакета Autodesk Inventor в плане моделирования и расчёта сварных соединений.	473
Малахов А.С., Манахов В.А. Применение материалов на основе полимеров в тепло- и электроэнергетике.	474
Павлов Д.Ю. Практическое применение данных о соотношении компонент гетероядерных связей микроструктуры некоторых неорганических веществ и материалов.	474

Малолетков П.А. Компьютерная программа для интернета по оценке соотношения химических компонент и свойств гомоядерных связей и соединений как инструмент наполнения химическим содержанием периодической системы Д.И. Менделеева.	475
Шайхутдинов А.А. Анализ физико-химических свойств оксидных катализаторов окисления аммиака.	476
Беневоленская Н.Н., Богданова Л.Р. Исследование мицеллообразования додецилсульфата натрия в водных растворах.	477
Шарипова Э.А., Богданова Л.Р. Электрическая проводимость и мицеллообразование в растворах додецилсульфата лития.	478
Боровская А.О., Богданова Л.Р. Исследование солубилизационных свойств водных растворов додецилсульфатов натрия и лития.	479
Редюшев А.К., Яременко И.М. Секущие треугольники KCl-KBr-Li ₂ WO ₄ и KCl-KBr-LiKWO ₄ четырехкомпонентной взаимной системы Li,K Cl,Br,WO ₄	480
Мадаев Р.Э. Эксплуатационное старение металла сварных соединений пароперегревателей.	481
Мохунов А.С. Особенности разрушения высокотемпературных элементов теплоэнергетического оборудования.	482
Кузьмина Л.С., Татаринцева Т.Б. Краски на основе биметалльных гексацианоферратов металлов.	483
Бунтин А.Е. Многофункциональный ресурсосберегающий наноструктурированный катализатор.	484

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

23–25 апреля 2014 г.

Казань

В трех томах

*Под общей редакцией
ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 1

Редактор редакционно-издательского отдела *А.В. Заяц*
Компьютерная верстка *А.В. Заяц*

Подписано в печать 09.04.14.

Формат 60×84/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.

Усл. печ. л. 29,88. Уч.-изд. л. 33,16. Тираж 500 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел КГЭУ,
420066, Казань, Красносельская, 51