МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ XIX АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКОГО НАУЧНОГО СЕМИНАРА, ПОСВЯЩЕННОГО «ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА»

2–4 декабря 2015 г.

В двух томах

Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова

Том 1

Казань 2016

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:
заведующий кафедрой ОПП КНИТУ-КХТИ,
доктор технических наук, профессор *А.Н. Николаев*;
проректор по НР КГЭУ,
кандидат технических наук *Э.В. Шамсутдинов*

М34 **Материалы докладов XIX аспирантско-магистерского семинара, посвященного «Дню энергетика»** / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 2 т.; Т. 1. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 296 с.

ISBN 978-5-89873-455-8

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, доц. Э.Ю. АБДУЛЛАЗЯНОВ (гл. редактор); канд. техн. наук, доц. Э.В. ШАМСУТДИНОВ (зам. гл. редактора); д-р пед. наук, проф. А.В. ЛЕОНТЬЕВ; д-р хим. наук, проф. Н.Д. ЧИЧИРОВА; д-р техн. наук, проф. И.В. ИВШИН; канд. физ.-мат. наук, доц. Ю.Н. СМИРНОВ; А.Ф. ШТЫКОВА

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.
Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов

ISBN 978-5-89873-455-8

© Казанский государственный энергетический ун-т, 2016

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

СЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ

УДК 330.3

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИЙ

АКМАЛОВА Г.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

Энергетика в настоящее время находится в непростом положении. Изношенность и старение оборудования, необходимость совершенствования методов управления в энергетике, острая нехватка денежных средств, неудовлетворительная квалификация как управленческого, так и обслуживающего электроустановки персонала, связанная, в том числе, и с проблемой омолаживания работающих в отрасли – это лишь некоторые из основных направлений, по которым требуются комплексные и безотлагательные решения.

Задача и организация проектирования энергосистем – это разработка с учетом новейших достижений науки и техники решений, определяющих формирование энергетических объединений и развитие электрических станций, электрических сетей и средств их эксплуатации и управления, при которых обеспечивается оптимальная надежность снабжения потребителей электрической и тепловой энергией в необходимых размерах и требуемого качества с наименьшими затратами. При этом нужно помнить, что строительство подстанции – это сложный процесс, который состоит из множества важных стадий: выбор места под строительство, выполнение изыскательских, проектных, общестроительных, монтажных и пусконаладочных работ. Реконструкцию проводят на уже существующих подстанциях, с целью повышения надежности и продолжительности эксплуатации объекта. Производят замену оборудования, устаревшего морально и физически, внедряют современные автоматизированные системы управления, релейной защиты и прочих систем.

В качестве примера рассматривается подстанция «Промышленная», ОАО «Сетевая компания» Альметьевские электрические сети. Реконструкция подстанции обусловлена повышением надежности электроснабжения потребителей; необходимостью совершенствования схемы является дефицит мощности, возникший из-за роста производственных мощностей в

этом районе. Проведен анализ режимов работы основного электрооборудования, предполагается выбор основного и вспомогательного электрооборудования и разработка схемных решений по реконструкции подстанции.

УДК 621.311

РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА ШИНАХ ПОДСТАНЦИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ В РАЙОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СМЕШАННОГО ТИПА

АХМЕТШИН Р.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУРАТАЕВ И.А.

В настоящее время регулирование напряжения на шинах подстанции играет важную роль. С помощью регулирования можно снизить потери в районных электрических сетях. Задача оптимального управления режимами энергосистем может быть представлена в общем виде как задача нелинейного программирования. Необходимо минимизировать целевую скалярную функцию от переменных состояния x и переменных управления u:

$$F(x, u) \rightarrow min.$$

При ограничениях в форме равенств

$$J(x, u) = 0.$$

И неравенств

$$G(x, u) < 0,$$

где j, g – некоторые функции.

Выбор целевой функции зависит от вида решаемой задачи. Так, например, при комплексной оптимизации режима энергосистемы по активной и реактивной мощности или при оптимизации только по активной мощности возможно применение двух критериев оптимальности: минимум расхода условного топлива и минимум затрат на топливо.

Для оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности в качестве целевой функции принимается минимум суммарных потерь активной мощности электрической сети.

Потери активной мощности для рассматриваемой энергосистемы могут быть представлены в виде:

$$\Delta P = \sum_{l=1}^{L} \frac{P_{l+Q_l^2}^2}{V^2} \cdot n,$$

где P_l – поток активной мощности по линии; Q_l поток реактивной мощности по линии; r_l – активное сопротивление линии; V – модуль напряжения; L – количество линий в электрической системе.

Переменные составляющие вектора управления u включают регулируемые коэффициенты трансформации трансформатора и модули напряжений в узлах с источниками реактивной мощности.

УДК 621.311

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ПЕРИОДА ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАСЛО С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОКИСЛЕНИЯ

АБДУЛЛИНА Г.М., МАРДАНОВА Ч.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ХИСАМОВА Г.И.

Трансформаторное масло и целлюлозная изоляция в маслонаполненном электрооборудовании используется в качестве диэлектрика и теплоотводящей среды. На сегодняшний день по существующему регламенту испытаний невозможно определить зарождающиеся дефекты с последующим принятием решения по устранению дефектов. Для корректирования существующего порядка химического контроля масел предлагается определять оптимальные моменты для проведения работ по восстановлению ресурса изоляционных масел. Наиболее эффективным периодом возможного воздействия на окислительный процесс масла с целью его предотвращения является время завершения индукционного периода окисления и ранние стадии автоокисления период самоускорения. Все отечественные трансформаторные масла, содержат присадку ионол, количество которой в свежем масле зависит от его марки и, как правило, должно быть не менее 0, 2 % массы. При наличии достаточного количества присадки процесс термоокислительного старения масла находится в индукционном периоде. Эффективность работы агидола-1 (ионола) как ингибитора окисления значительно выше в глубоко очищенных маслах с малым содержанием ароматических углеводородов и смол (продуктов старения). При эксплуатации масел идет процесс непрерывного расходования присадок, скорость которого зависит от многих факторов и в первую очередь от температуры и концентрации кислорода в масле. Исходя из вышеизложенного, проведение корректирующих мероприятий наиболее эффективно на ранних стадиях авто-

окисления после завершения индукционного периода. Ионол в масле, связывающий активные радикалы, существенно замедляет процесс окисления масла и исключает образование продуктов глубокого окисления. Скорость расхода ингибитора: $W_{\mathrm{InH}} \approx [I_{\mathrm{n}}H]_0 / t_{\mathrm{и}}$, где W_{InH} – скорость расхода ингибитора; $[I_{\mathrm{n}}H]_0$ – исходная концентрация присадки; $t_{\mathrm{и}}$ – продолжительность индукционного периода окисления. Продолжительность индукционного периода окисления: $t_{\mathrm{и}} \approx [I_{\mathrm{n}}H]_0 / W_{\mathrm{InH}}$. Исходя из представленной формулы, воздействовать на продолжительность индукционного периода возможно посредством регулирования концентрации антиокислительной присадки и изменения скорости расхода ингибитора с помощью мероприятий, направленных на извлечение продуктов старения из масла. Таким образом, наиболее эффективный период для воздействия на масло с целью предотвращения окисления – это время завершения индукционного периода окисления и ранние стадии автоокисления (период самоускорения).

УДК 621.315 615.2

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНОГО ИЗОЛЯЦИОННОГО МАСЛА НА ДЕГРАДАЦИЮ БУМАГИ

АФАНАСЬЕВА М.С., ХАМИДУЛЛИНА А.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. ГАРИФУЛЛИН М.Ш.,
канд. техн. наук, доц. ВАЛИУЛЛИНА Д.М.

В настоящее время более 50 % маслонаполненных трансформаторов имеют срок службы более 25 лет. Наиболее тяжелые последствия аварийных повреждений трансформаторов, как правило, связаны с дефектами в изоляции, основу которой составляют минеральное изоляционное масло и изоляционная бумага. В связи с этим важно постоянно контролировать состояние изоляционных материалов.

Старение бумаги является сложным явлением, на которое влияет много факторов. Одним из таких факторов является состояние изоляционного масла. Целью проведенных исследований является выявление влияние степени старения минерального масла на процесс деградации бумаги.

Минеральное масло, получаемое из нефтяного сырья, является основной жидкой изоляции, используемой в трансформаторах.

Старение минеральных масел, главным образом, связано с процессом окисления, в результате которого формируются промежуточные и конечные продукты окисления. Все эти продукты окисления масла могут приводить к ускоренному старению бумаги.

Для проведения экспериментов были взяты образцы бумаги, которые были подвергнуты термодеструкции в течении различного времени в свежем минеральном масле и в окисленном масле при температуре 120 °С.

Оценку степени деградации образцов бумаги определили путем измерения ее механической прочности. В результате исследования было получено, что в окисленном масле деградация бумаги проходит быстрее, нежели в очищенном масле.

Таким образом, для продления срока службы маслонаполненного оборудования минеральное масло должно своевременно подвергаться процедуре очистки от продуктов его окисления.

УДК 621.315.615.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕГРАДАЦИИ БУМАГИ В МАСЛЕ НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

АКСЕНОВ П.А., ХАМИДУЛЛИНА А.Ш., ДАНИЛИН К.В,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. ГАРИФУЛЛИН М.Ш.

Основным видом жидкой изоляции мощных высоковольтных силовых трансформаторов в настоящее время является минеральные изоляционные масла, полученные из нефтяной фракции. При всех достатках данного жидкого диэлектрика оно обладает такими недостатками как: высокая горючесть, низкая температура вспышки масла, вредное экологическое воздействие при возможном разливе.

В настоящее время альтернативой минеральным изоляционным маслам является жидкость на основе натуральных сложных эфиров, полученных либо синтетически (Midle 7131 и пр.), либо из растительного сырья (Biotemp, FR3 и пр.)

Целью проведенного исследования являлось сравнение влияния минерального и растительного изоляционных масел на бумажную изоляцию. Для проведения исследования образцы бумаги подвергались термодеструкции в минеральном и растительном маслах при температуре 120 °С.

В ходе термодеструкции образцы бумаги из обоих видов масел отбирались в промежутке от 8 до 40 часов с интервалом в 8 часов. Оценку влияния масел на бумагу проводили с помощью определения остаточной механической прочности образцов на разрыв.

В результате исследования было получено, что в растительных маслах деградация бумаги проходит медленнее, чем в минеральных маслах.

Это доказывает перспективность использования новых видов диэлектрических жидкостей на основе сложных эфиров во вновь проектируемых трансформаторах.

УДК 621.31

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХПРОЦЕССОВ

БАГАУТДИНОВ В.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Источником переходного процесса может быть как нормальное переключение состояния коммутирующего устройства, так и аварийное изменение параметров режима и состояния сети. Переходной процесс может быть вызван коротким замыканием или другим нежелательным электрическим явлением в сети.

В процессе коммутации происходит переход из одного стационарного состояния в другое. В момент перехода значение сигнала принимает новое установившееся значение не мгновенно, а только спустя большое количество скачкообразных изменений и переходов через устойчивое положение.

На осциллограмме сигнала в момент переходного процесса можно наблюдать колебание, включающее различные частоты одновременно. Такие помехи могут быть вызваны электрической дугой, возникающей между контактами в момент коммутации. Дополнительные помехи возникают из-за несовершенства контактного устройства. Обычно после первичного касания контактов между ними происходит упругое отталкивание. И после повторного расхождения контактов электрическая дуга снова зажигается.

Преобразование Фурье позволяет преобразовать функцию в совокупность частотных составляющих, называемого спектром сигнала. Для различных видов коммутации можно выделить присущие для них спектры сигналов. Что позволит определить характер коммутации или аварии в электрической сети, посредством изучения спектра полученного сигнала на расстоянии от места переходного процесса.

УДК 621.159

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАЙОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

БАДЕРТДИНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУРАТАЕВ И.А.

Возросшие экологические и экономические требования к передаче и распределению электрической энергии вызывают необходимость проводить модернизацию систем для снижения потерь в электрических сетях.

Основными способами снижения потерь в распределительных сетях являются: оптимизация режимов электрических сетей, совершенствование их эксплуатации; реконструкция, и строительство новых электрических сетей; совершенствование расчетного и технического учета, метрологического обеспечения измерений электроэнергии. Однако при этом остается открытым вопрос, какой из перечисленных способов наиболее экономичен для выбранной конкретной сети.

Основная цель сводится к нахождению значения конфигурации системы, которое минимизирует большую часть затрат функции системы питания. Типы функций затрат зависят от системы и могут варьироваться от задачи к задаче.

Метод Лагранжа предусматривает составление новой целевой функции, которая полностью эквивалентна исходной, но в ней учитываются все ограничения в виде равенств. Новая целевая функция имеет вид:

$$L(W,\lambda) = F(W) + \sum_{j=1}^{m}\left[\lambda_j \varphi_j(W)\right], j = 1,\acute{m},$$

называется функцией Лагранжа, а коэффициенты λ_j – множителями Лагранжа. Оптимальные значения W_j находятся при решении системы

$$\begin{cases}\dfrac{\partial L}{\partial W_i} = 0, i = 1,\acute{n}, \dfrac{\partial L}{\partial \lambda_i} = 0, j = 1,\acute{m}.\end{cases}$$

Недостатком данного метода является увеличение размерности задачи за счет введения неопределенных множителей Лагранжа, число которых равно числу уравнений связи.

Результаты исследования позволяют путем оптимизации многоцелевой функции выбрать наиболее экономически оптимальный вариант электрической сети. Для этого определяются значения локального минимума функции экономических затрат и стоимости потерь за рассматриваемый промежуток времени.

УДК 621.311:519.85

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ СОБСТВЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

БАХТЕЕВ К.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Основной тенденцией развития мировой и отечественной энергетики становится переход от централизованной системы с преобладанием крупных источников генерации к распределённой энергетике. Одним из таких объектов является собственная генерация (СГ).

На долю СГ сегодня приходится 8 % от всей установленной мощности, однако этот процесс с каждым годом набирает все больше оборотов и получает устойчивую тенденцию. Несмотря на значительные преимущества СГ (предсказуемость затрат, снижения потерь в сетях), создаются сложности в управлении режимом работы энергосистемы при интеграции СГ и поддержании ее системной надежности (повышение напряжения в распределительной сети, нарушение динамической и статической устойчивости при коротких замыканиях и т.д.). Все это обусловливает необходимость исследования влияния аварийных режимов на эффективность управления режимами систем электроснабжения промышленных предприятий, имеющих собственные источники электроэнергии, за счет ограничения воздействий провалов напряжения и оценки динамической устойчивости при удаленных коротких замыканиях.

Эта проблема является особенно актуальной для промышленных предприятий с непрерывными технологическим процессами, поскольку провалы напряжения, исчисляемые по времени всего долями секунд, сопровождаются многомиллионными потерями.

Для решения данной проблемы нами разработана модель энергосистемы с СГ в среде MATLAB, которая позволяет определить возможности форсировки возбуждения синхронного генератора.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПОСАДОК НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

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

Целью данной работы является изучение и нахождение оптимальных накопителей электроэнергии для компенсации посадок напряжения в электрических сетях.

Все технологические процессы промышленных предприятий, работа городских и бытовых потребителей в большей степени зависят от качества электрической энергии. Понижение показателей качества электрической энергии приводят к изменениям в энергоснабжении и к нарушениям производственного процесса, к повреждению технологического оборудования и электрооборудования потребителей.

Накопители электрической энергии являются важнейшим элементом электрических высоковольтных сетей будущего. Накопители энергии выполняют ряд функций:

– выравнивание графиков нагрузки в сети, за счет накопления электрической энергии в периоды наличия избыточной выработки энергии, и выдачу электроэнергии в электрическую сеть в период дефицита;

– повышение пределов устойчивости работы электроэнергетической системы;

– обеспечение бесперебойного питания особо важных промышленных и городских объектов, а также собственных нужд электростанций и подстанций;

– ограничение колебаний мощности;

– стабилизация работы индивидуальных источников электрической энергии современных потребителей.

К накопителям электрической энергии большой емкости, применяемым в электрических сетях, относятся:

– электростатические – аккумуляторные батареи большой энергоёмкости (АББЭ);

– накопители энергии на основе молекулярных конденсаторов;

– накопители энергии на основе низкотемпературных сверхпроводников.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

ГАБДУЛЛИНА А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУБАРЕВ А.Ю.

Создание энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии является одним из передовых направлений во всём мире. Россия в целом и республика Татарстан в частности, обладают огромными ресурсами возобновляемой энергии, которые необходимо использовать для уменьшения зависимости от ископаемого топлива. Наиболее насыщенными, с точки зрения валового потенциала республики, являются запасы для производства биогаза: 12 тыс. тонн навоза в год. Также большими запасами обладают и водные ресурсы республики. По данным Института экологии природных систем Академии наук Республики Татарстан, потенциал малых рек Республики Татарстан представлен 3686 водотоками различной протяженности и водности со среднегодовой величиной местного речного стока 7 куб. километров.

Несмотря на довольно средние показатели республики, по сравнению с общемировыми, ветровые и солнечные ресурсы также могут явиться одним из наиболее перспективных источников возобновляемой энергии. Например, согласно карте ветров Российской Федерации среднегодовые скорости ветра республики Татарстан варьируются от 4 до 5 м/с, а приток прямой солнечной радиации изменяется от 5,0 кДж/кв. см в декабре до 58,6 кДж/кв. см в июне. Суммарная радиация за год составляет 363,8 кДж/кв. см.

Развитие ветровых установок можно связать с применением малых ветровых турбин вертикально-осевого типа работающих в составе солнечных фотогальванических установок как часть зданий и сооружений и являющихся их неотъемлемой составляющей.

УДК 690.9

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА БЕСПЛОТИННОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ГАЗИЗОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГУБАЕВА О.Г.

Основными проблемами электроснабжения России являются:

– изношенность линий электропередач;

– сложность и высокая стоимость прокладки новых линий,

– качество электроснабжения, связанное со спецификой рельефа, транспортными проблемами;

– трудности в организации сервисного обслуживания, связанные с наличием большого количества малонаселенных труднодоступных районов, обслуживание которых не окупается.

В то же время, в связи с интенсивным освоением природных ресурсов, удалением населенных пунктов от централизованных источников электроснабжения в районах России сложился большой дефицит энергетических мощностей, удовлетворить который средствами большой энергетики в ряде случаев экономически и технически нецелесообразно.

С другой стороны наличие большого количества малых рек с необходимым запасом гидроресурсов позволяет достаточно экономично решать проблему электроснабжения маломощных потребителей электроэнергии, в особенности удаленных от линий электропередач.

Для данных целей рассматривалось несколько вариантов малых бесплотинных ГЭС. По результатам анализа рассмотренных малых ГЭС, был сделан вывод, что «Бесплотинная ГЭС им. Ленёва Н.И.» является в экономическом и техническом плане целесообразным вариантом по сравнению с другими малыми ГЭС.

Например, для базы отдыха, которая находится вдали от источников электроэнергии и газа, данная установка будет незаменима! Так при скорости воды в реке, равной 1 м/с, такая установка, занимающая один кубический метр объёма реки, снимает от 5 до 20 кВт энергии. А себестоимость одной установки составляет от 50–120 тыс рублей. Этой мощности достаточно для обеспечения потребностей отдельного коттеджа или фермы. В результате, если сопоставить потребляемую энергию базы отдыха и затраты на выработку электроэнергии, очевидна целесообразность данного проекта.

УДК 621.3.093.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ОСЦИЛЛОГРАММ

ГАЛИЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Более чёткое представление о физике переходных процессов при нормальных и аварийных коммутациях в электроэнергетике нам обеспечивает их спектральное представление. Если представить любой сигнал в виде суммы бесконечного множества гармонических колебаний, каждая из которых имеет свою собственную частоту, амплитуду и фазу, то мы получим ряд Фурье. Для того чтобы увидеть спектр этого сигнала, необходимо ряд Фурье отобразить в декартовой системе координат, где ось X представляет собой частотную ось, а по оси Y отсчитываются амплитуда частотных компонент, составляющих входной сигнал. Результирующая дискретная последовательность точек будет уникальным образом описывать аналоговый сигнал, лишь при высокой частоте дискретизации. Частоту дискретизации необходимо взять в пять раз выше самой высокой частотной компоненты сигнала. Это является важным условием для достоверной аппроксимирования исходной формы сигнала. Быстрое преобразование Фурье позволяет сократить количество математических операций и соответственно время вычисления по сравнению с непосредственным расчетом дискретного преобразования Фурье.

В работе было исследовано влияние вышеназванных параметров: ширина спектра и количество дискретных точек исследуемого сигнала, частота дискретизации – на достоверность получаемого спектра на примере образцовых сигналов. В качестве образцовых сигналов рассматривались две функции – импульсный сигнал единичной амплитуды и синусоидальный сигнал разных длительностей.

УДК 620.9

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО СРЕДНЕМНОГОЛЕТНЕЙ ВЫРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВЭУ

ГАЛИМОВ М.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУБАРЕВ А.Ю.

В настоящее время традиционные энергоносители становятся все более дорогими, а использование альтернативных источников становится

дешевле. По этому определению сейчас уже можно говорить о перспективах их массового применения, что актуально в условиях ограниченности запасов традиционных источников и экологической ситуации.

Согласно утвержденной программе развития топливно-энергетического комплекса Республики Татарстан на 2006–2020 годы (закон РТ 13.01.2007 № 7 ЗРТ) наибольшим ветропотенциалом обладает Альметьевский район.

По этой причине предприятием ООО УК «Татнефть-Энергосервис» было установлено три ветроэнергетические установки (ВЭУ) на территории Альметьевского района и одна ВЭУ на территории поселка городского типа (пгт) Джалиль. Две ВЭУ работают на территории предприятия и снабжают электроэнергией метрологический комплекс. Третья ВЭУ располагается в селе Ямаши. С 2012 г. и с последующим увеличением ветропарка велся учет выработанной электроэнергии ВЭУ.

Территория, на которой располагаются ВЭУ имеют средесуточную скорость ветра 2,1–3,7 м/с. На территории предприятия за 2012 г. было выработано 759,279 кВт электроэнергии, за 2013 год – 1528,493 кВт, за 2014 год – 2651, 8 кВт. А на территории села Ямаши за 2013 год – 1642,4 кВт, за 2014 год – 2651,8 кВт соответственно. В ПГТ Джалиль в 2014 году ВЭУ выработано 371,4 кВт.

Несмотря на то, что регион имеет малый ветропотенциал, количество выработанной электроэнергии ВЭУ большое, особенно в селе Ямаши, что может значительно сократить зависимость потребителя от РЭС. Поэтому проектирование и эксплуатация ВЭУ на территории Республики Татарстан имеет перспективное значение.

УДК 621.311

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕКОЙ СЕТИ ПО ДАННЫМ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ГАЛИН Д.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУРАТАЕВ И.А.

На сегодняшний день в соответствии с концепцией развития «умных» сетей возникает необходимость выбора и установки устройств, позволяющих контролировать состояние сети и исправность ее оборудования.

Во многих сетях измерения для определения рабочей точки проводятся чаще, чем это необходимо. Эта избыточность намеренно заложена в систему, чтобы уменьшить влияние неточных или недостающих данных в

связи с погрешностью приборов. С другой стороны, некоторые состояния сети могут быть не доступны для измерения. Этот процесс называют оценкой состояния электрической сети, либо оценкой неизвестных состояний сети по измеренным величинам. Оценка состояния сети дает наилучшую картинку состояния системы, несмотря на неопределенные, избыточные или конфликтующие измерения. Хорошая оценка состояния будет сглаживать небольшие погрешности в измерениях, обнаруживать и идентифицировать большие погрешности, и компенсировать недостающие данные. Задача оценки состояния сети – стремление минимизировать погрешность между определяемыми величинами режима системы и измеренными значениями.

Все измерения вносят некоторую степень погрешности к измеренным значениям. Проблема заключается в том, чтобы оценить эту ошибку и определить оптимальное число измеряемых параметров для процесса оценки состояния сети.

Решение данной проблемы возможно выполнением серии численных расчетов исследуемой сети для исследования влияния измеряемых параметров и мест измерения на погрешность оценки состояния системы.

Полученные результаты позволят определить места установки средств телеметрии и оптимальное число измерительных устройств, тем самым снизить общую стоимость строительства и эксплуатации.

УДК.621.09

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ СМЕТНОЙ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ГАТИЯТУЛЛИНА З.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. КУРАКИНА О.Е.

На сегодняшний день на территории Российской Федерации распространяется множество различных программ расчета стоимости строительства или, как их обычно именуют, программ сметных расчетов. Но пока не существует программы ориентированной на строительство и обслуживание объектов электроэнергетики.

Такая программа необходима:

– для составления смет по рыночным расценкам, заложенным в базу программы;

– для составления ресурсных смет, базисно-индексных и смешанных смет;

– для составления смет на основе собственных расценок;

– для проверки ресурсных смет, составленных в других сметных программах;

– для оперативного планирования финансовых затрат по времени исполнения объекта строительства;

– для оперативного планирования расхода и поставки ресурсов по времени исполнения объекта (объектов) строительства;

– для автоматического составления документов, определяющих обязательства заказчика и подрядчика во время исполнения работ;

– для комплектации объекта (или нескольких объектов) необходимыми ресурсами;

– для снабжения объекта строительства материалами – учёт и отслеживание поставки на объект.

Позволяет:

– автоматически присвоить накладные и прибыль расценкам в соответствии с МДС 33,34;

– автоматически присвоить индексные коэффициенты расценкам сметы, в соответствии с определёнными вами настройками;

– автоматически рассчитать сроки выполнения работ;

– автоматически составлять списки ресурсов, с указанием сроков их поставки.

УДК 621.315

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

ГИМАЗТДИНОВА Г.Р., ДМИТРИЕВА П.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУРАТАЕВА Г.А.

Постоянно растущий спрос на электроэнергию требует модернизации, расширения распределительных сетей. Для повышения пропускной способности ЛЭП используются различные методы, такие как: увеличение напряжения, уменьшение индуктивного сопротивления в линии, комбинированное воздействие на волновое сопротивление и длину, использование композитных проводов и сверх проводников, а также одним из способов увеличения пропускной способности внутрисистемных и межсистемных связей является установка устройств продольной емкостной компенсации. Увеличение пропускной способности линий, заключается в том, что после установки устройств продольной компенсации (УПК) величина индуктивного сопротивления компенсируется последовательно включенной емкостью.

Преимуществами установок УПК являются: увеличение передаваемой мощности, уменьшение падений напряжений, вызываемых перегрузками, сокращение необходимости в строительстве дополнительных воздушных линий, автоматическое и безинерционное регулировании напряжения. Отсутствие механически движущихся частей и контактов делает эти установки весьма простыми и надежными в эксплуатации.

Целью работы является исследование влияния установки УПК на эффективность передачи электрической энергии.

На примере типовой линии электропередач был выполнен расчет для различных вариантов установки УПК.

В результате расчета получены величины пропускной способности линий электропередач при различных местах установки УПК. Полученные данные позволили выбрать место установки и повысить эффективность передачи электроэнергии.

УДК 620.9

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ РАСПОЛАГАЕМОЙ МОЩНОСТИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

ДАНИЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БИКБОВ Р.Ш.

Газовые турбины известны давно, но лишь недавно они стали активно использоваться в энергетике. При техническом реформировании энергопредприятий РФ появилась тенденция к применению газотурбинных установок малой мощности. Необыкновенную актуальность применение ГТУ малой мощности приобретает при реконструкции ТЭЦ как малой, так и средней мощности. В рамках децентрализованной энергосистемы газотурбинные установки, наряду с газопоршневыми, являются одними из самых распространенных.

Опыт эксплуатации и экспериментальные исследования ГТУ показывают, что эффективность их использования чувствительна к изменениям различных режимных и внешних факторов. Одним из таких факторов является температура наружного воздуха, изменение этого параметра от расчетной приводит к снижению эффективности использования топлива и к потерям.

В данной статье проводится анализ зависимости располагаемой мощности от температуры наружного воздуха, который показывает, что отклонение может достигать до 15 % и выше.

УДК 621.315

ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

ДЕСЯТНИКОВА Ю.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАЦАРИННАЯ Ю.Н.

С появлением элегаза, или шестифтористой серы (SF_6), появились более надежные распределительные устройства (РУ), такие как комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

Основные элементы КРУЭ (выключатели, разъединители, заземлители, сборные шины, трансформаторы тока и напряжения и т.д.) заключены обычно в алюминиевые газоплотные защитные кожухи или блоки, чем обеспечивается модульный принцип. Они заполнены элегазом. При напряжении 72,5 кВ и более его избыточное давление принимается выше 0,2 МПа. При этом электрическая прочность элегаза превосходит таковую для трансформаторного масла. Тем самым, элементы КРУЭ надежно защищены от внешних воздействий химически инертной изоляционной средой. Поэтому с позиций надежности других элементов КРУЭ имеют преимущества по сравнению с РУ с воздушной изоляцией.

В состав КРУЭ входят модули стандартного типа, что позволяет без затруднений производить его монтаж (демонтаж) и обеспечивает высокое качество сборки и, благодаря своим компактным размерам, данное РУ можно устанавливать даже в жилых домах. Наличие небольшого количества труб и клапанов изолированной системы КРУЭ обеспечивает высокий уровень герметичности и газонепроницаемости.

К показателям надежности также относят частоту и длительность плановых ремонтов; взрыво- и пожаробезопасность; возможность установки в сейсмически активных районах и зонах с повышенной загрязненностью; отсутствие электрических и магнитных полей.

Не смотря на то, что затраты на элегазовое оборудование в 1,3–1,8 раза выше, чем на традиционное, учет других влияющих факторов приводит к предпочтительности комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией.

УДК 621.316

ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

ДРАГНИ В.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИЗУНОВ И.Н.

В России доля высоковольтного электрооборудования отслужившего свой нормативный срок превысила 50 % еще в 2000-х гг., поэтому задачи оценки состояния и определения остаточного ресурса становятся все более актуальными. В условиях рыночной экономики, когда наблюдается постоянная нехватка средств на обслуживание и модернизацию парка электрооборудования, особо востребованными стали новые методы и средства диагностики оборудования без вывода его в ремонт.

Одним из наиболее перспективных и эффективных направлений в диагностике электрооборудования в процессе эксплуатации является инфракрасная (тепловизионная) диагностика. Тепловизионная диагностика была включена в «Объем и нормы испытаний электрооборудования» в 1997 г. (РД 34.45-51.300-97) и в связи со значительным удешевлением тепловизионных комплексов за последние годы, получает все большее распространение. К числу основных достоинств данного метода диагностики относится его универсальность, которая позволяет произвести диагностику почти всего спектра электрооборудования (трансформаторов, коммутационной аппаратуры, маслонаполненных трансформаторов тока, вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения, конденсаторов, линейных ВЧ заградителей, КРУ, токопроводов, кабельного хозяйства электростанций, ВЛ и др.). Тепловизионная диагностика хорошо себя зарекомендовала, позволив обнаружить десятки тысяч развивающихся дефектов, которые могли привести к крупным авариям и поэтому относится к перечню мероприятий, настоятельно рекомендуемых РАО ЕЭС и органами Ростехнадзора при осуществлении эксплуатации электроустановок.

В докладе рассмотрены основные достоинства и проблемы связанные с тепловизионным контролем и диагностикой, проведен анализ опыта энергетических компаний в данной сфере, приведены наиболее распространенные методики, а также представлен ряд примеров с выявленными нарушениями в работе на различном оборудовании.

УДК 620.9

ВОПРОСЫ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ И СЕТЯХ

ЕГУДАНОВА Е.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БИКБОВ Р.Ш.

Реактивная мощность и энергия ухудшают показатели работы энергосистемы, т.е. загрузка реактивными токами генераторов электростанций увеличивает расход топлива, увеличиваются потери в подводящих сетях и приемниках, увеличивается падение напряжения в сетях.

Реактивный ток дополнительно нагружает линии электропередачи, что приводит к увеличению сечений проводов и кабелей и соответственно к увеличению капитальных затрат на внешние и внутриплощадочные сети. Компенсация реактивной мощности, в настоящее время, является немаловажным фактором позволяющим решить вопрос энергосбережения практически на любом предприятии. По оценкам отечественных и ведущих зарубежных специалистов, для энергоресурсов, и в частности электроэнергии, занимает величину порядка 30–40 % в стоимости продукции. Это достаточно веский аргумент, чтобы руководителю со всей серьезностью подойти к анализу и аудиту энергопотребления и выработке методики компенсации реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности – вот ключ к решению вопроса энергосбережения. Необходимость применения компенсации реактивной мощности как реальной эффективной технологии энергосбережения сегодня не вызывает сомнений ни у потребителей электроэнергии, ни у энергетиков. Целью работы является исследование влияния важнейших показателей качества электроэнергии и эффективной работы электрооборудования: коэффициента мощности нагрузки и отклонения напряжения от допустимого значения.

Рассмотрен однин из наиболее эффективных и малозатратных способов увеличения коэффициента мощности на примере подключения в узлах реактивной нагрузки системы электроснабжения компенсирующих устройств. В результате расчета получено, что для нормальной работы электрооборудования коэффициент мощности необходимо поддерживать на уровне 0,85–0,95. В реальных схемах электроснабжения предприятий коэффициент мощности – от 0,1 до 0,6. А допустимое отклонение напряжения равно ±5 и ±10 % от номинального значения и установлено стандартом.

УДК 536.3; 699.85; 621.31

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ЕРЕМИН А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАЛИУЛЛИНА Д.М.

Проблема энергосбережения в энергетическом и строительном секторе экономики России приобретает все большую актуальность. В связи с этим все более широкое применение получают приборы инфракрасной техники (ИКТ), еще десять лет назад тепловизоры были доступны лишь узкому кругу пользователей, а сегодня подобные приборы имеются практически на всех предприятиях энергетики. Однако, зачастую, недостаточная подготовка персонала, работающего с приборами ИКТ, приводит к ошибочным выводам о состоянии объекта исследования.

Наиболее существенное влияние на достоверность измеренных температур оказывает излучательная способность исследуемой поверхности, а при измерениях на открытом воздухе и солнечная радиация.

К сожалению, большинство пользователей приборов ИКТ игнорируют столь существенное влияние излучательной способности поверхности объекта исследования. Очевидно, именно поэтому часто приходится слышать, что при тепловизионной диагностике можно получить любые, в том числе и взаимоисключающие результаты.

При ИК-диагностике на открытом воздухе источниками погрешности могут быть метеорологические условия: ветер, атмосферные осадки, но основным фактором является прямая и отраженная солнечная радиация, а также рассеянное излучение и излучение источников искусственного освещения.

Современные тепловизоры позволяют достаточно легко получить картину распределения так называемых радиационных температур, однако для определения действительных температур необходимо учитывать влияние множества факторов: состояния атмосферы (туман, дождь, снег), солнечной радиации (прямой и рассеянной) и, особенно, излучательной способности исследуемой поверхности. Кроме того, в ряде случаев, должно приниматься во внимание и влияние инфильтрации и эксфильтрации воздуха.

УДК 621.416

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ВЭУ, СФГЭ И УСТАНОВОК ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ВОЛН

ЗАКИРОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУБАРЕВ А.Ю.

Повсеместный рост потребления электроэнергии, а также еестоимости за счёт использования невозобновляемых ресурсов приводит человечество к поиску всё новых решений для её производства, а также к поиску более эффективных комбинаций уже имеющихся способов.

Особенно остро вопрос производства энергии стоит для городов, где плотная застройка не позволяет вводить новые мощности за счёт постройки классических ТЭЦ, или же это крайне неэффективно с экономической точки зрения. В этом случае, выходом может стать использование энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в силу их автономности и экологической чистоты.

Увеличение количества осветительных приборов в городах в ночное время может являться оптимальным решением для использования установок на основе ВИЭ. Проектирование и постройка «гибридных» установок на основе ВИЭ может существенно изменить энергобаланс малых производственных предприятий, а также сэкономить затраты на подключение к центральной электросети и частично избавится от зависимости в электроэнергии.

Использования «свободных» площадей городов не пригодных, для какой либо жилой застройки, а также имеющих «техническое» назначение может дать возможность для создания малых энергокомплексов на основе ВИЭ.

Например, в казанском речном порту имеется возможность использования защитных гидротехнических сооружений для создания комплекса для производства электрической энергии с использованием ветроэнергетической установки (ВЭУ), солнечных фотогальванических элементов (СФГЭ) и установок по преобразованию волн.

Целью данного исследования является расчёт максимальной годовой выработки электрической энергии при использовании различных комбинаций в составе гибридной электрической установки (ГЭУ).

УДК 621.311

РАСШИРЕНИЕ ГАЗОМАЗУТНОЙ ТЭЦ НА ПРИМЕРЕ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1 НА ПГУ-230

КРИВОВ Т.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

Основная миссия энергетики – повышение эффективности эксплуатации энергообъектов и надежности энергообеспечения потребителей.

Казанская ТЭЦ-1 первенец энергетики Татарстана, введена в эксплуатацию 1 июля 1933 г. и строилась по плану ГОЭЛРО. На напряжение 110 кВ связана с системой, а местная нагрузка подключена к ГРУ 1 и 2, на напряжение 6 кВ.

Возникла проблема дефицита электрической мощности.

Станция находится в условии плотной городской застройки.

В качестве основного оборудования для ПГУ выбраны турбины отечественного производства: газовая ГТЭ-160 производства ОАО «Силовые машины», паровая турбина Т-53/67-8 производства УТЗ. Для паровой турбины выбран двухконтурный котел-утилизатор П-90 (Подольского завода).

В теплотехнической части был произведен расчет и выбрано основное и вспомогательное оборудование для теплофикационной турбины и составлена принципиальная тепловая схема.

Рассмотрены 7 вариантов структурных схем выдачи мощности, выбраны 2 технологически осуществимых. Для обоих вариантов выбраны генераторы, трансформаторы, сечения кабелей, посчитаны токи КЗ, произведено технико-экономическое сравнение 2 вариантов и в итоге принят более надежный вариант – подключение двух блоков ГТЛ через КЛ к ПС Южная. Для выбранного варианта разработана схема СН в привязке к основной схеме СН ТЭЦ. Представлена схема подключения двух блоков ч/з КЛ к ОРУ ПС Южная. При этом ПС Южная должна быть реконструированна.

Расмотрев возможные варианты связи ПС Южная с КТЭЦ-1: ВЛ, маслонаполненный кабель, креогенный низкотемпературный кабель, мы остановились на кабеле с изоляцией из сшитого полиэтилена, так как он обладают очень хорошими электрическими, механическими и теплофизическими свойствами.

УДК 621.318

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-3 ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

КАРЛИН М.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУБАРЕВ А.Ю.

На сегодняшний день более 70 % всей электроэнергии в Российской Федерации вырабатывается на тепловых электростанциях. Тепловые электроцентрали (ТЭЦ) играют решающую роль в производстве электрической энергии практически всех крупных городов страны.

Но экологические и экономические аспекты при производстве электроэнергии подобным образом становятся всё большими проблемами для дальнейшего развития общества. Сокращение потребления ископаемого топлива при производстве энергии может явиться одной из ключевых задач в ближайшей перспективе. Также весьма актуальным является вопрос обеспечения надёжности функционирования энергоустановок. Два этих основания позволяют предложить концепцию внедрения комплекса для производства электрической энергии на основе фотогальванических элементов в состав производственной территории ТЭЦ.

Основной задачей является вопрос об установлении технического потенциала территории казанской ТЭЦ-3 для возможного производства электроэнергии за счёт солнечных фотогальванических элементов.

Надо отметить, что выяснение вопроса об экономическом потенциале данной территории, на сегодняшний день, отходит на второй план в силу его очевидного минимума.

Целью данного исследования является установление максимально возможной выработки электрической энергии за счет использования свободных площадей казанской ТЭЦ-3, а также разработка решений по сокращению потребления электроэнергии на собственные нужды станции.

УДК 621.315.1

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ ИЗМЕРЕНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЦЕПИ

КИРЖАЦКИХ Е.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КОЗЛОВ В.К.

Более половины всех перерывов в энергоснабжении обусловлено проблемами ВЛЭП. Значительная часть причин выхода ЛЭП из работы являются форс-мажорными и не могут быть предупреждены средствами оперативной диагностики, но могут быть переведены из категории непредсказуемых в категорию предсказуемых, если для контроля состояния линий использовать системы мониторинга и непрерывно контролировать состояние линии в режиме реального времени. Для обеспечения непрерывности работы систем мониторинга необходим надежный источник питания.

Возникает вопрос, какой источник питания для автономных устройств измерения надежнее в работе, малогабаритнее, экономнее и электробезопаснее как для окружающих людей, так и для электрооборудования?

Существует три основные возможности для отбора электроэнергии с высоковольтных проводов ЛЭП: с помощью трансформаторов напряжения и трансформаторов тока, а также на основе емкости между фазами и дополнительно введенным проводником. Третий вариант наиболее предпочтителен с точки зрения надежности и электробезопасности и является предметом рассмотрения в данной работе.

Источник питания на основе трансформатора тока обладает существенным недостатком: при токах, меньших, чем минимальный, этот источник питания не обеспечивает необходимой мощности для работы устройств измерения.

Данную проблему решает емкостной источник питания. Однако, при наличии заземленной обкладки конденсатора связи, увеличивается вероятность пробоя, а также повышается стоимость и габариты.

Проведенные расчеты показали, что использование воздушного промежутка в качестве конденсатора связи способно решить перечисленные проблемы, подобрав оптимальную длину проводника, так как снимаемая мощность напрямую зависит от длины проводника.

УДК 621.316

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ

КОГАЛЛА В.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУЗЯШЕВ Р.Г.

Потребление энергии в современном мире характеризуется стремительным ростом. Около половины мирового энергобаланса в настоящее время приходится на долю нефти, около трети – на долю газа и атома и около одной пятой – на долю угля. Главные проблемы современной энергетики – это истощение минеральных ресурсов и угрожающая экологическая обстановка. В связи с этим разработка альтернативных источников энергии приобретает все большую актуальность. Удешевление солнечных панелей и увеличение количество автономных энергосистем на их основе делает солнечную энергетику более распространенной.

Солнечная энергия является экологически чистой и имеется в изобилии. Современные технологии используют солнечную энергию для производства тепла, света и электричества, как для промышленных, так и для бытовых потребителей.

Целями данной работы является:

1. Исследование электрических параметров режима при объединении солнечных панелей с неидентичными параметрами.

2. Исследование электрических параметров автономной энергосистемы, вызванных циклическими изменениями освещенности солнечных панелей.

УДК 620.9

МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОДСТАНЦИЙ ПО «БЕЛЕБЕЕВСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» БАШКИРЭНЕРГО

КУНАФИНА Г.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

Основной задачей БЭС является бесперебойная эксплуатация электросетевого хозяйства и надежное электроснабжение потребителей: ЖКХ, предприятий промышленности, агропромышленного комплекса, объектов нефтедобычи и нефтеперекачки, Башкирского отделения Куйбышевской железной дороги. Реконструкция подстанций представляет собой сложный

процесс, включающий анализ технического состояния, режимов работы оборудования и принятия решений по схемам электрических соединений, конструкции распределительных устройств, составу электрооборудования и его размещению. Необходимость реконструкции ПС «БЭС» обусловлена ростом аварийных отказов, причинами которых являются: ухудшение технического состояния, и моральный износ электрической части оборудования; недостатки существующих схем распределительных устройств и их конструкций.

Рассмотрены схемы и конструкции подстанций Усень-Иваново 110/35/10 кВ, Машзавод – 110/10 кВ, Урсаево 110/35/6 кВ и проведен анализ мероприятий для улучшения их технического состояния. Предполагается: замена коммутационных аппаратов 110 кВ (отделителей, масляных баковых выключателей на элегазовые или маломасляные); замена коммутационных аппаратов 10 кВ (маломасляных на вакуумные); реконструкция схем распределительных устройств 110 и 10 кВ.

УДК 621.22

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ. ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

МАДАНОВА А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕДОТОВ Е.А.

Малая гидроэнергетика – отрасль, которая в настоящее время слабо развита в нашей стране, несмотря на все преимущества. В России к малым гидроэлектростанциям (МГЭС) относятся ГЭС мощностью до 30 МВт.

Пик развития малой гидроэнергетики пришелся на 50-60-е гг. XX века. Но к концу 70-х годов, в связи со строительством крупных ГЭС, мощности которых в разы превышали мощности малых ГЭС, большинство малых ГЭС было разукомплектовано.

На территории России большое количество небольших рек (99 % от общего числа рек и около 93 % от их протяженности): р. Вятка и ее притоки, реки бассейна Енисея, бассейна Оби и др. Основные ресурсы малой гидроэнергетики в России сосредоточены на Северном Кавказе, на Дальнем Востоке, на Северо-Западе (Архангельск, Мурманск, Калининград, Карелия), на Алтае, в Туве, в Якутии и в Тюменской области. Наличие такого гидроэнергетического потенциала позволяет построить малые ГЭС мощностью до нескольких десятков МВт, что позволит сократить использование топлива и удешевить производство электроэнергии.

Функционирование электроэнергосистемы обеспечивает покрытие графика электропотребления, т.е. выдачу требуемого количества электроэнергии в нужное время. В этих условиях эффективно использование малых ГЭС в местных энергосистемах, где они выполняют функцию суточного или недельного регулирования, а иногда используется для регулирования частоты тока в сети.

Все десять стран Восточной Европы – Болгария, Чешская Республика, Венгрия, Польша, Румыния, Словакия (государства-члены ЕС) Беларусь, Республика Молдова, РоссийскаяФедерация, Украина – используют малую гидроэнергетику. В настоящее время вовсех государствах – членах ЕС представлена политика в области возобновляемой энергии с установленной целевой долей использования возобновляемых источников энергетики в рамкахобщего конечного потребления энергии к 2020 г.

УДК621.314.222.8

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОБМОТОК НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ АВТОТРАНСФОРМАТОРА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИХ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MULTISIM

НДАЙИЗЕЙЕ М., КГЭУ, г. Казань
Науч. конс. канд. техн. наук ИЛЬДАРХАНОВ Р.Г.;
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УСАЧЕВ А.Е.

В настоящем докладе сообщается о моделирования амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) обмоток низшего напряжения автотрансформатора (АТ) типа АТДЦТН-200000/220 в средах Multisim и Delphi-7. Обмотки низшего напряжения (НН) АТ соединены в неразъемный треугольник и, обычно, АЧХ относятся ко всем трем обмоткам. Для того чтобы провести моделирование отдельных фаз обмотки НН были произведены измерения АЧХ обмотки НН по схеме разобранного треугольника. По такой схеме измерений каждая из обмоток НН фаз А, В и С измеряется отдельно, хотя обычно такие измерения при эксплуатационном контроле не проводятся. На высоких частотах, когда длина электромагнитной волны сопоставима с длиной обмотки, модель АТ должна включать в себя несколько последовательно соединенных контуров.

Суммарные электрические параметры контуров должны быть в первом приближении равны параметрам схемы АТ с сосредоточенными параметрами. Для определения числа отдельных контуров при моделировании обмотки НН с распределенными параметрами проводилось разбиение всей

длины обмотки на ряд дискретных частей, каждая из которых характеризовалась одинаковыми параметрами.

В зависимости от числа элементов схемы их параметры изменялись так, чтобы суммарные значения соответствующих параметров были равны общим параметрам всей обмотки. Наилучшее согласие между модельным и экспериментальным спектрами получается при 10 контурах. Проведено моделирование влияния различных типов дефектов обмотки НН на спектры АЧХ в схеме неразъёмного треугольника. Показываются изменения АЧХ при наличии различных дефектов. Например, межвитковое замыкание характеризуется появлением новой линии на частоте 200 кГц для всех фаз, а в спектре фазы А появляется дополнительная линия на частоте 910 кГц. Другие типы дефекты вносят изменения в АЧХ по-разному.

УДК 620.9

АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОДСТАНЦИЙ

МИНГАЛЕВ Р.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. МИРОНОВА Е.А.

В настоящее время электрическая энергия является наиболее широко используемой формой энергии, это обусловлено относительной легкостью ее получения, преобразования и передачи на большое расстояние. Огромную роль в системах электроснабжения играют электрические подстанции. При этом они рассматриваются как электроустановки, предназначенные для преобразования и распределения электрической энергии.

В работе рассмотрена конструкция учебного полигона КГЭУ напряжением 110/10 кВ. Он имеет следующее оборудование: трансформатор тока ТОГФ-110; Разъединители РГ-35, РГП-35 и РГ-110, РГП-110 кВ; РГН-110, РГНП-110 кВ; Разрядники и нелинейные ограничители перенапряжения; Конденсаторы связи СМВ-110/V3-6, 4 У1; Т1; Высокочастотные заградители ВЗ; Выключатель ВГТ 110-40/2500; SION – вакуумный выключатель среднего напряжения Siemens для стандартного использования.

На данной подстанции предполагается провести ряд мероприятий:

1) проверить электрическую прочность изоляции трансформаторов приложенным напряжением. С помощью приложения повышенного напряжения, создать увеличенную напряженность электрического поля, что позволит выявить дефекты изоляции;

2) снять круговую диаграмму, для оценки состояния переключающий устройств, при вводе трансформаторов в эксплуатацию;

3) измерить сопротивление токоведущего контура контактных систем, для проверки соответствия нормам активного сопротивления токоведущих частей постоянному току и переходных сопротивлений контактов и контактных соединений.

УДК 332.1

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ДОРОЖНЫХ КАРТ В ЭНЕРГЕТИКЕ

МУХАМЕТОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАЦАРИННАЯ Ю.Н.

Для решения задач по разработке стратегий повышения устойчивости энергетической системы и энергосбережения в мире широко применяется метод дорожных карт. Дорожная карта – это обобщающий документ, который отражает многоуровневую систему стратегического развития предметной области в рамках единой временной шкалы и содержит показатели ожидаемой эффективности перспективных технологий и продуктов, обладающих высоким потенциалом спроса и привлекательными потребительскими свойствами.

Дорожная карта представляет собой стратегический план, который описывает шаги энергокомпании, которые она должна предпринять для достижения поставленных результатов и целей. Это четко определяет связи между задачами и приоритетами для действий в ближайшей, среднесрочной и долгосрочной перспективе. Эффективный план также включает в себя показатели и вехи, позволяющие регулярно отслеживать прогресс на пути к конечной цели Дорожной карты. В команду разработчиков дорожных карт привлекают технических экспертов, экспертов по вопросам энергополитики и научных исследователей, которые совместно намечают целевые показатели, приоритеты и сроки для исследований, разработок и внедрения той или иной технологии.

Внедрение дорожных карт включает процессы создания, реализации, мониторинга и обновления по мере необходимости. Эффективный процесс разработки дорожных карт максимизирует взаимодействие участников при создании плана, тем самым увеличивая вероятность, что ее участниками будут реализованы приоритеты дорожной карты. Дорожная карта корректируется и после публикации документа, с учетом достигнутого прогресса, изменения внешних факторов и доступности новой информации.

УДК 621.31

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ. ПРОТОКОЛ МЭК 61850-8-1 (SV)

НАФИКОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИЗУНОВ И.Н.

В России ключевые энергетические компании, в первую очередь ПАО «Россети», следят за мировыми тенденциями в отношении внедрения стандарта и готовы применять новейшие технологии. Подтверждением являются реализуемые в настоящее время проекты цифровой подстанции, согласно МЭК 61850-8-1 (SV). SV– (Sampled Values) – передачи мгновенных значений трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН). Появление группы стандартов МЭК 61850 привело к качественному скачку в области автоматизации подстанций. Все ведущие мировые производители оборудования и систем автоматизации ПС поддержали развитие данного стандарта.

Согласно МЭК 61850 устройства релейная защита автоматизации(РЗА) объединены шиной, по которой сами устройства обмениваются данными между собой и передают эти данные по протоколу МЭК 61850-8-1 Manufacturing Message Specification (MMS) на диспетчерский управление.

Шина процесса представляет собой сеть связи между первичным оборудованием (измерительные трансформаторы) и вторичным оборудованием, служащую для передачи аналоговых данных – измерений тока и напряжения.

На сегодня существует прорыв в измерительной технике в виде оптических ТТ и ТН. Использование оптических ТТ и ТН дает положительный эффект. Данная технология, которая получает развитие, как в России, так и за рубежом является современной и перспективной. Она позволяет использовать все преимущества стандарта МЭК 61850, повысить надежность и безопасность оборудования, повысить точность измерений и учета электроэнергии.

Данное решение обладает всеми вышеперечисленными преимуществами, но, наряду с преимуществами, существует и существенный недостаток – высокая цена. К недостаткам можно отнести повышенную сложность и новизну стандарта. У разработчиков мало опыта построения подобных систем, но этот недостаток, очевидно, временный.

УДК 621.32

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП В КАЧЕСТВЕ ФИЛЬТРОВ ГАРМОНИК КОРРЕКТОРА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

НОВОСЕЛОВА К.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

Одним из преимуществ, при установке энергосберегающих ламп, является снижение потребляемой мощности. Однако при большом количестве КЛЛ, подключенных к сети переменного тока, возникает не только проблема загрязнения сети гармониками тока, но и проблема снижения коэффициента мощности (cosφ).

В ходе эксперимента были определены коэффициенты мощности при включении в сеть освещения 24 ламп накаливания PhilipsSoftone 40WE27230VT55WH1CT (cosφ = 0,798), а затем заменой их на 24 энергосберегающие лампы Philips MASTER Stairway 20WWWE271CH (cosφ = 0,68).

Как видно, значение коэффициента мощности снизилось на 15 % и вышло за пределы, требуемые ГОСТом.

Для повышения коэффициента мощности и для снижения гармоник тока применяется активная коррекция с помощью, так называемого, корректора коэффициента мощности.

ККМ представляет собой самостоятельный преобразователь напряжения, так называемый «бустерный конвертер» (boostconverter – BC), снабженный специальной схемой управления.

Работа этого устройства основана на явлении возникновения импульсов повышенного напряжения обратной полярности на индуктивности, при разрыве тока в ее цепи питания (SMPS) или к другой электронной схеме.

Использование бустерного конвертора позволяет отслеживать фазу входного переменного напряжения и обеспечивать соответствующую привязку импульсов управления (т.е. импульсов тока) к фазе напряжения, в следсвие чего удается практически полностью устранить сдвиг фаз между током и напряжением, потребляемым накопительным конденсатором, т.е. устранить гармоники тока и поднять коэффициент мощности до 0,95–0,98.

УДК 621.31:004

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

НИГМАТУЛЛИН А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. НИЗАМУТДИНОВ И.Г.

Для принятия решений при планировании режимов систем электроснабжения и оперативном управлении требуются достаточно точные прогнозы электропотребления с упреждением от нескольких часов до одного года. Временные ряды потребления электроэнергии обладают специфическими особенностями обусловленными наличием большого числа потребителей и необходимостью учета многих факторов, влияющих на потребление электроэнергии (температура окружающего воздуха; степень освещенности; долгота дня; день недели; переходы с зимнего на летнее время и обратно; наличие экстраординарных событий (катастрофы; массовые акции); прогнозы погодных условий; состояние других факторов, влияющих на изменение потребления в соответствии с данными, полученными в результате обработки статистики потребления; планируемое включение/отключение энергоемких производств).

Республика Татарстан является регионом с развитой промышленностью. Поэтому режим работы крупных потребителей значительно влияет на прогноз потребления. Возникает необходимость в анализе электропотребления крупных промышленных предприятий расположенных в Татарстане.

УДК.621.314

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ПАНТЕЛЕЕВА К.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГАРИФУЛЛИН М.Ш.

Изоляционная система силовых маслонаполненных трансформаторов лежит в основе организации надежного бесперебойного энергоснабжения и является ключевым звеном, гарантирующим его безаварийную эксплуатацию.

В масляных трансформаторах возникают сложные физико-химические воздействия на изоляцию при наличии в ней посторонних примесей и воздействия температуры. Наиболее вредными примесями являются влага, остатки растворителя пропиточного лака, воздушные или газовые включения в изоляции, загрязнения посторонними примесями (волокнами твердой и жидкой изоляции). При повышении температуры возрастают диэлектрические потери, и снижается электрическая прочность изоляции, падает также и ее сопротивление. При воздействии переменного электрического поля в сложном диэлектрике (в изоляции трансформатора) также происходят выделение тепла и нагревание изоляции.

Оптимальная работа электроизоляционной системы зависит от многих факторов, в том числе от правильного выбора материалов, допустимости конструктивных критериев и соблюдения надлежащей технологии переработки.

В результате проведенного анализа литературы по современным материалам, перспективным является ламинирование**,** или ламинация – это технологический процесс покрытия изделия пленкой. Ламинирование предотвращает деформацию изделия, делает его водостойким, паронепроницаемым, придает твердость. Компании 3M и WEIDMANN предлагают ламинирование с использованием полиэфирной пленки, которая повышает механическую прочность бумаги, способствуя тем самым улучшению технологичности применения высококачественных бумаг. В то же время эффект применения этой пленки является комплексным, так как способствует улучшению тепловых, механических, электрических характеристик бумаги, а также ее стойкости к воздействию ультрафиолетового излучения.

УДК 621.32

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ВНЕДРЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

РАХМАЕВ Р.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ВАРЛАМОВ Н.И.

В целях уменьшения потребления электроэнергии собственными нуждами электрических станций, а так же увеличения ресурса оборудования, снижения потерь применяются устройства частотного регулирования. Устройство частотного регулирования электропривода – это преобразователь, который изменяет частоту, а также величину напряжения для двигателя.

Частотный преобразователь представляет собой инвертор с широтно-импульсным регулированием. Состоит из выпрямителя, фильтра, инвертора, а также цифрового устройства управления. Также имеет входные и выходные фильтры, в виду возникновения помех, вызванных особенностями конструкции частотного преобразователя.

Внедрение частотных преобразователей позволяет, помимо энергосбережения, увеличивать срок службы электродвигателя, и трубопроводной арматуры, повышать надежность всей системы. Также преобразователи частоты позволяют осуществлять основные технологические задачи: регулирование давления, расхода, температуры, скорости, управление вентиляторами, насосами, компрессорами, конвейерам. Все это приводит к экономии денежных средств, которых пришлось бы пустить на закупку лишней электроэнергии (ввиду перерасхода ее), на ремонт и закупку нового оборудования (по причине большего износа оборудования).

Внедрение устройств частотного регулирования электропривода – это современный способ управления электрической машиной, позволяющий экономить расходы на собственные нужды, а в долгосрочной перспективе приносить чистую прибыл, так как стоимость конечной продукции (электроэнергии) будет меньше, а, следовательно, конкурентоспособность такой электростанции будет выше.

УДК 621.315

ПРИМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ

РИЗВАНОВА Г.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ТУРАНОВ А.Н.

Целью исследования было: использование кристаллогидратов для определения влагосодержания трансформаторных масел (ТМ).

Хлорид кобальта – один из самых часто используемых оптических сенсоров воды. Он гигроскопичен, а его кристаллогидраты $CoCl_2 \cdot nH_2O$ меняют свой цвет в зависимости от количества кристаллизационной воды.

Для тестирования чувствительности такого подхода проведен качественный эксперимент: добавлен безводный $CoCl_2$ в свежее ТМ и проанализированы изменения в спектрах поглощения в видимом и УФ-диапазонах.

На представленном рисунке линии поглощения при 450 и 420 нм относятся к нафтаценовым, а при 380 нм – к антраценовым соединениям. Резкое изменение оптической плотности вблизи 400 нм возникает за счет поглощения и рассеяния излучения структурными неоднородностями в ТМ. Растворение в масле порошка $CoCl_2$ приводит к повышению оптической плотност в диапазоне 360–490 нм, а увеличение влагосодержания системы приводит к росту интенсивности данной полосы поглощения.

Предложен новый оптический метод, основанный на зависимости оптических свойств $CoCl_2 \cdot nH_2O$ от n. Доказана высокая чувствительность предложенного метода и, в принципе, его применимость для решения практических задач.

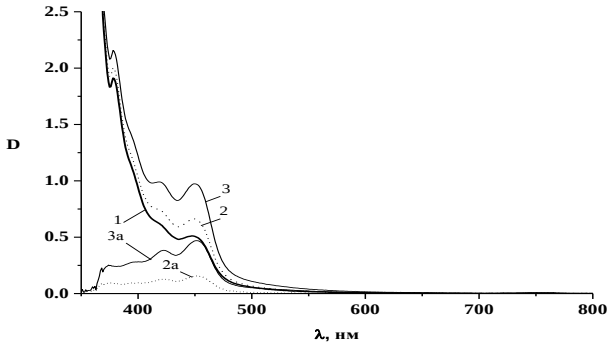


Рис. Спектры поглощения (D – оптическая плотность) свежего масла ГК (1), свежего масла ГК с добавкой безводного $CoCl_2$ (2), свежего масла ГК с добавкой безводного $CoCl_2$ и малого количества H_2O (3), разность спектров 2 и 1 – (2а), разность спектров 3 и 1 – (3а)

УДК 621.314.21

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

САМИГУЛЛИН Н.Р., МОИСЕЕВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЗАРИПОВ Д.К.

Для создания условий безотказного функционирования силовых трансформаторов необходимо повышение эксплуатационных ресурсов силовых трансформаторов с учетом эксплуатационных факторов.

Актуальность решения данной задачи определяется значительным ростом количества морально и физически устаревшего силового электрооборудования.

С целью продления срока службы трансформаторов проводят техническую диагностику. Основное назначение технической диагностики состоит в повышении надежности объектов на этапе их эксплуатации, а также в предотвращении производственного брака на этапе изготовления объектов и их составных частей. Повышение надежности обеспечивается улучшением таких показателей, как коэффициент готовности, коэффициент технического использования, время восстановления работоспособного состояния, а также ресурс или срок службы и наработка до отказа или наработка на отказ для резервированных объектов с восстановлением.

Надежность работы трансформаторного оборудования непосредственно связана с его сроком службы. От продолжительности эксплуатации трансформатора зависят допустимые значения воздействующих режимных факторов и их количество.

Комплексное диагностическое обследование выполняется с целью проверки функциональной работоспособности всех подсистем трансформатора и определения необходимости выполнения капитального ремонта трансформатора.

Для поддержания силовых трансформаторов в работоспособном состоянии, предупреждения отказов и преждевременного износа требуется выполнение профилактических мероприятий по техническому обслуживанию, диагностированию, ремонту и по управлению режимами СТ.

УДК 537.9

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ВО ВЗРЫВАЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВАХ

САЛЕМГАРЕЕВ Р.Р., ХАННАНОВА Н.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАЛЕЕВ И.М.

Статическая электризация – это процессы, которые приводят к образованию, разделению и накоплению зарядов разных знаков. Такие взаимодействия стали привлекать внимание очень давно, но в последнее время это стало особенно актуальным, так как в промышленности стали применять материалы с высоким удельным объемным сопротивлением.

Экспериментально получить зависимости токов электризации от различных параметров нефти и трубопровода во всем диапазоне их изменения практически невозможно. Изменение параметров, таких как внутренний диаметр трубы от 106 до 1190 мм, скорости перекачки от 0,8 до 2 м/с, диэлектрической проницаемости от 2 до 2,5, температуры от 273 до

318 К, вязкости нефти от 6,96 до 950 сст и т.д. осуществить очень сложно. Такие масштабные исследования, возможно, проводить только расчетным путем. В результате внедрения электротехнологического комплекса ожидается увеличение экономической эффективности за счет повышения безопасности и надежности технологического процесса транспортировки гранулированного полиэтилена (устранение взрывоопасных ситуаций, ущерб от которых трудно рассчитать, и максимальное снижение потерь готового материала при микровзрывах).

Разработанный метод расчета тока электризации позволил при известных параметрах определить максимально возможную величину тока электризации, а, следовательно, и рассчитать систему нейтрализации электростатических зарядов в потоке нефти.

УДК 621.315.1

МОНИТОРИНГ РЕЖИМА РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 6-10 КВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБРЫВОВ ФАЗ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

САМОФАЛОВ Ю.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ФЕДОТОВ А.И.

Обрыв провода одной из фаз воздушной ЛЭП в районных электрических сетях составляет около 10 % от всех видов повреждений. Степень опасности названного аварийного режима характеризуется переходом аварийного режима в однофазное замыкание на землю при касании оборванного провода земли. При этом, в зависимости от места разрыва провода по отношению к опоре ЛЭП, возможны три режима замыкания:

– замыкание на землю со стороны источника;

– замыкание на землю со стороны электроприемника;

– замыкание на землю в двух точках, со стороны источника и со стороны электроприемника.

При обрыве линейного провода приемники данной фазы остаются без энергии, а приемники двух других фаз продолжают получать питание от неповрежденных проводов трехфазной системы. Таким образом, определить место разрыва провода достаточно проблематично. Целью данной работы является мониторинг режима районной электрической сети 6–10 кВ с целью выявления обрывов фаз воздушных линий. Моделирование производится с помощью программы Matlab Simulink. В данной работе рассматривается два режима – с симметричной нагрузкой и несимметричной, с коэффициентом несимметрии 4 %. Также в ней представлены ре-

зультаты моделирования со схемами соединения обмоток трансформатора «звезда-звезда» и «треугольник-звезда».

Результаты моделирования показали, что на стороне 0,4 кВ по уровню токов и напряжений обратной последовательности на каждой подстанции можно оценить аварийный участок в электрической сети древовидной топологии. Данный метод позволит определять примерное место обрыва фаз на базе измерителей токов и напряжений, что приведет к уменьшению затрат.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ОПТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

САПТИЕВА Т.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ХИСАМОВА Г.И.

В настоящее время результаты диагностики масла принято считать основными при анализе технического состояния силовых трансформаторов и прогнозировании причин имеющихся дефектов.

Спектральные методы исследования широко используются для изучения веществ и процессов, позволяют получить информацию о процессах взаимодействия на молекулярном уровне.

Одним из таких методов является инфракрасная спектроскопия, основанная на том, что образец поглощает часть проходящего сквозь него инфракрасного излучения, а часть – пропускает. Можно зарегистрировать прошедшее сквозь образец излучение и получить спектр пропускания или спектр поглощения. Спектр содержит некоторый набор полос разной интенсивности, который определяется химическим составом образца.

Изучение ИК-спектров образцов трансформаторного масла позволяет получить значительную информацию о строении, составе, взаимодействии его структурных единиц. С помощью ИК-спектроскопии быстро и надежно идентифицируются разнообразные функциональные группы (карбонильная, гидроксильная, карбоксильная, 24 амидная, аминная, цианидная и др.), а также различные непредельные фрагменты (двойные и тройные углерод – углеродные связи, ароматические или гетероароматические системы).

Для регистрации и получения спектров поглощения будет использоваться спектрофотометр AvaSpec-2048 сконструированного с использованием модульного принципа, что обеспечивает гибкость и масштабируемость спектрофотометрической системы и позволяет использовать спек-

трофотометр для построения разнообразных измерительных систем в комплексе с различными источниками света, фиброоптическими принадлежностями и датчиками Avantes.

УДК 621.311

ПРОЕКТРИРОВАНИЕ РАЙОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ И РАСЧЕТ УЗЛОВЫХ ОПОР

ТИМОФЕЕВА Д.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ХИСАМОВА Г.И.

Современные энергетические системы состоят из сотен связанных между собой элементов, влияющих друг на друга. Однако проектирование всей системы от электростанций до потребителей с учетом особенностей элементов с одновременным решением множества вопросов (выбора ступеней напряжения, схем станций, релейной защиты и автоматики, регулирования режимов работы системы, перенапряжений) нереально. Поэтому общую глобальную задачу необходимо разбить на задачи локальные, которые сводятся к проектированию отдельных элементов системы: станций и подстанций; частей электрических сетей в зависимости от их назначения (районных, промышленных, городских, сельских); релейной защиты и системной автоматики и т.д. Однако проектирование должно проводиться с учетом основных условий совместной работы элементов, влияющих на данную проектируемую часть системы.

Намеченные проектные варианты должны удовлетворять следующим требованиям: надежности, экономичности; удобства эксплуатации; качества энергии и возможности дальнейшего развития. Научное исследование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами по данной и смежным дисциплинам на лекциях, практических занятиях, в лабораториях и на производственной практике, воспитанию навыков самостоятельной творческой работы, ведения инженерных расчетов и технико-экономического анализа.

В ходе научного исследования приобретаются навыки пользования справочной литературой, ГОСТами, едиными нормами и укрупненными показателями, таблицами, номограммами. Цель научного исследования является систематизация и расширение теоретических знаний, углубленное изучение проблем электрических систем и сетей, овладение навыками самостоятельного решения инженерных задач по профилирующей специальности.

УДК 621.315

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТПАЕК ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА НИХ

ФАЗЫЛОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ХИСАМОВА Г.И.

Одной из важных задач эксплуатации воздушных линий является быстрое определение места короткого замыкания (КЗ) и проведение ремонтно-восстановительных работ. При большой протяженности и разветвленности распределительных сетей указанная задача может эффективно решаться только при использовании специальных технических средств, определяющих короткое замыкание и поврежденное ответвление.

Ранее для решения данной задачи использовались датчики типа УПУ и УКЗ, регистрирующие прохождение тока короткого замыкания с ручным возвратом после срабатывания. Данные датчики не имели оборудования передачи данных в пункт управления, и требовался обход линий электропередач (ЛЭП) для возврата в исходное положение датчиков после каждого успешного АПВ.

Для дистанционной передачи информации о КЗ и об отпайках ЛЭП на длительные расстояния нами разработана модель датчика, который позволяет передать сигнал на приемник и далее выполнить его цифровую обработку и вывод на дисплей.

Датчик устанавливается непосредственно на линии электропередачи, на каждой отдельной отпайке. Питание датчика автономное и не требует применения аккумуляторных батарей. Передача сигнала производится по GSM каналу связи.

Данный прибор мог бы многократно повысить надежность электроснабжения потребителей, снизив время отыскания мест КЗ.

УДК 621.316

ПОДАВЛЕНИЕ ГАРМОНИК ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

ФАСХУТДИНОВ М.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

Уровень сложности оборудования в сфере компьютерных технологий постоянно повышается. Поэтому системы обеспечения качества электроснабжения должны быть разработаны таким образом, чтобы они были

способны справиться с широким спектром проблем, начиная от провалов, колебаний, выбросов напряжения, высокочастотных шумов, импульсных помех и заканчивая обеспечением электропитанием при полном отсутствии напряжения промышленной сети. Одну из таких проблем представляют искажения формы напряжения, вызванные гармоническими составляющими тока, потребляемого нелинейной нагрузкой. Гармонические искажения и связанные с этим проблемы в электрических сетях, становятся все более превалирующими в распределительных сетях.

Гармоники тока, создаваемые нелинейными нагрузками, могут представлять собой серьезные проблемы для систем электропитания. Гармонические составляющие представляют собой токи с частотами, кратными основной частоте источника питания. Высшие гармоники тока, накладываемые на основную гармонику, приводят к искажению формы тока. В свою очередь искажения тока влияют на форму напряжения в системе электропитания, вызывая недопустимые воздействия на нагрузки системы. Увеличение общего действующего значения тока при наличие высших гармонических в системе приводит к перегреву всего оборудования распределенной сети электропитания, снижению коэффициента мощности, снижению электрического и механического КПД нагрузок, ухудшению характеристик защитных автоматов и завышению требуемой мощности автономных электроэнергетических установок.

В своей работе я предлагаю исследование гармонических искажений в сети определенного участка г. Казани и рассмотреть возможные средства решения вышеперечисленных проблем.

УДК 537

ПАССИВНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СЕТЬ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ФУНТ А.Н., ВАСЕВ А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИЗУНОВ И.Н.

Системы производства и распределения электрической энергии требуют постоянного и надежного контроля за их состоянием и качеством вырабатываемой и транспортируемой электрической энергии, ее рациональным использованием. Этот контроль, прежде всего, осуществляется с помощью измерения параметров тока и напряжения на различных участках (станциях, подстанциях, ЛЭП) электрических сетей.

Исходя из многолетнего опыта работы по развертыванию и обслуживанию ССПИ на объектах электроэнергетики, а также анализа совре-

менного состояния и перспектив телекоммуникационных технологий нами предложено использование в качестве ССПИ на ЭУ надежных и уже получивших практический опыт применения технологий волоконно-оптической систем связи на основе пассивной оптической сети (PON).

Основная особенность архитектуры PON – использование одного приемо-передающего модуля в OLT для передачи данных множеству абонентских устройств ONT и приема данных от них. Число абонентских узлов, подключенных к одному модулю OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость аппаратуры.

К основным функциональным элементам сети PON относятся центральный и абонентский узлы, а также оптические разветвители.

Благодаря внедрению пассивных оптоволоконных информационных шин будет достигнуто снижение капитальных вложений и издержек при проектировании, развертывании и обслуживании ССПИ для современных систем автоматизации на объектах энергетических и промышленных предприятий за счет исключения наиболее дорогостоящих элементов в ССПИ, а также увеличения скорости передачи и надежности работы каналов связи ССПИ на объектах электроэнергетики.

УДК 621.315

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАСЛА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНЫХ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

ХАМИДУЛЛИНА А.Ш., ХАМИДУЛЛИНА А.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. ГАРИФУЛЛИН М.Ш.

В последние годы применение альтернативных изоляционных жидкостей для трансформаторов актуальной темой становится. Натуральный сложный эфир рассматривается как одна из возможной заменителей минерального масла, из-за высокой пожарной безопасности и экологичности.

Главными достоинствами натурального сложного эфира перед минеральными маслами являются: меньшая горючесть, более высокая температура воспламенения и биоразлагаемость.

Механизм деградации минеральных масел и натуральных сложных эфиров значительно отличается. Существует несколько аспектов требующих исследований в лабораторных условиях. Необходимо провести эксперименты по окислению масел и исследовать изменения их эксплуатационных характеристик. В результате проведенных работ будут сформулированы рекомендации по использованию новых диэлектрических масел.

УДК 621.311

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СЕТИ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 10 КВ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА МЭК 61850

ХУЗИЯХМЕТОВА Э.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИЗУНОВ И.Н.

Наиболее распространенными сетями являются городские и пригородные электрические сети, а также сети промышленных предприятий среднего напряжения 6–10 кВ. Внедрение современных технологий Smart-grid в таких сетях должно обеспечить наибольший эффект, а также способствовать развитию цифровых технологий в смежных областях. Тем не менее, проблемы внедрения цифровых технологий, в том числе в рамках концепциях стандарта МЭК 61850 является крайне актуальными и для магистральных сетей среднего напряжения вследствие высокой сложности и стоимости решения, а также из-за постоянной доработки требований протоколов в рамках стандарта. В сетях среднего напряжения примеры внедрения систем автоматизации на основе технологий МЭК 61850 является единичными. На сегодня в полной мере не рассмотрены и не исследованы вопросы обеспечения надежности и безопасности работы цифровых устройств, поддерживающих стандарт МЭК61850, в том числе с помощью математического и численного моделирования их работы в условиях сильно распределенных электрических сетях среднего напряжения древовидной структуры.

Разработка и анализ математической и численной модели реализовывалась с помощью программного обеспечения MATLAB. В рассматриваемой модели соблюден порядок расположения оборудования согласно требованиям проектирования.

Проведение математическая модель сети среднего напряжения позволит оценить надежность и быстродействие ИЭУ согласно МЭК-61850. Создана математическая модель сети среднего напряжения и электрической подстанции с установленными на ней ИЭУ с поддержкой МЭК 61850, проведены численные исследования математической модели в режимах симметричных коротких замыканий.

УДК 621.325

ПЛАТФОРМА МОНИТОРИНГА ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ ВЫСОКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЙ

ЮНУСОВА И.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ЗИМНЯКОВ С.А.

При передаче большой электрической мощности при низком напряжении возникают большие омические потери из-за больших значений протекающего тока. Формула $\delta S = I^2 R$ описывает потерю мощности в зависимости от сопротивления линии и протекающего тока. Для снижения потерь уменьшают протекающий ток: при снижении тока в 2 раза омические потери снижаются в 4 раза. Согласно формуле $S = IU$, для передачи такой же мощности при пониженном токе необходимо во столько же раз повысить напряжение.

Таким образом, большие мощности целесообразно передавать при высоком напряжении. Однако строительство высоковольтных сетей сопряжено с рядом технических трудностей; кроме того, непосредственно потреблять электроэнергию с высоким напряжением крайне проблематично для конечных потребителей. В связи с этим сети разбивают на участки с разным классом напряжения (уровнем напряжения). Трёхфазные сети, передающие большие мощности, имеют следующие классы напряжения: от 1000 кВ и выше (1150 кВ, 1500 кВ) – ультравысокий, 1000 кВ, 500 кВ, 330 кВ – сверхвысокий, 220 кВ, 110 кВ – высокое напряжение, 35 кВ – среднее первое напряжение, 20 кВ, 10 кВ, 6 кВ, 1 кВ – среднее второе напряжение, 0,4 кВ, 220 В, 110 В и ниже – низкое напряжение. Суть мониторинга токов и напряжения состоит в измерении и сборе информации по изменению этих величин в электрической сети в процессе работы, а также под воздействием каких-либо внешних и внутренних факторов.

Для измерения тока в цепи амперметр или миллиамперметр включают в электрическую цепь последовательно с приемником электрической энергии. Для измерения напряжения U, действующего между какими-либо двумя точками электрической цепи, вольтметр присоединяют к этим точкам, т.е. параллельно источнику электрической энергии или приемнику. Для включения электроизмерительных приборов в цепи переменного тока служат измерительные трансформаторы, обеспечивающие безопасность обслуживающего персонала при выполнении электрических измерений в цепях высокого напряжения.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

УБОЙЦЕВ А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. КУРАКИНА О.Е.

В силовых трансформаторах с большим сроком службы возникает проблема оценки состояния изоляции.

На сегодняшний момент используются прямые методы оценки состояния изоляции. Они связанных с отбором проб, перевозкой проб, определением степени полимеризации целлюлозы в химической лаборатории.

Как альтернативный вариант можно использовать комплекс косвенных методов оценки, более дешевых и проводимых без вскрытия активной части трансформатора. Во время эксплуатации трансформаторов в сетевых компаниях, встречаются случаи когда нагрузка трансформатора на протяжении всего срока службы не превышала половины от номинальной, температура верхних слоев масла при этом была ниже допустимой на 30–40 °С, что указывает на отсутствие опасных перегревов, и очевидно, что и в дальнейшем периоде эксплуатации термический износ незначителен и проведение дорогостоящих процедур для подтверждения этого факта не имеет смысла.

В ряде других случаев, когда нагрузка и параметры, определяющие процесс износа изоляции близки к предельным значениям неточность исходных данных может существенно повлиять на корректность оценки степени старения изоляции. Из косвенных методов наименее затратным является определение содержания фурановых соединений в масле, которое теоретически хорошо согласуется со степенью полимеризации бумаги и соответственно со степенью ее старения. Также на содержание фурановых соединений в масле влияют и другие факторы, снижающие их концентрацию в масле. Однако, для проведения отбора образцов изоляции с целью определения степени полимеризации бумаги является достаточным основанием высокое содержание фурановых соединений в масле.

В случае небольшого содержания фурановых соединений в масле, свидетельствующего о незначительном старении изоляции, нет необходимости проводить отбор образцов для определения степени полимеризации бумаги. Исследования в работе проводились на 10 образцах трансформаторного масла, отобранных из действующих силовых трансформаторов. Далее проводились, для отобранных образцов масла, измерения на спектрофотометре. В результате обработки полученных данных исследований

в разных образцах было выявлено различное содержание фурановых соединений. Далее планируется проведение поиска корреляции между концентрацией фурановых соединений и степенью ее старения.

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

УДК 621.31

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВОПРОСАМ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

АБДУЛОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВЛАДИМИРОВ О.В.

Виброакустическая диагностика основана на анализе изменений возбуждаемых или возникающих упругих колебаний в контролируемом объекте в результате появления дефектов.

Из всего многообразия существующих методов виброакустической диагностики наибольшее распространение в практике контроля получили: ультразвуковой, вибрационно-диагностический, теневой, импедансный, акустической эмиссии, аэроакустический, веллосимметрический, свободных колебаний, вынужденных колебаний.

Данные методы имеют разную трудоемкость, достоверность, требуют различного приборного обеспечения и могут применяться для различных целей.

Переменность нагрузки, изменение направления действующих сил в узлах и механизмах электрических машин приводят к ударам вызывающим вибрации деталей механизма и всего двигателя. Колебания деталей при этом происходят с собственными частотами, характерными для каждой детали. Поэтому при диагностировании с использованием виброакустических сигналов возможна временная или фазовая селекция сигналов, а также частотная селекция в диапазоне частот собственных колебаний этих деталей.

Наиболее качественно задачу определения достоверного технического состояния могут решить методы, позволяющие проводить диагностирование без его разборки, с применением электронно-вычислительной техники.

Всеми этими характеристиками обладает вибрационно-диагностический способ диагностики, который позволяет определять тех-

ническое состояние работающих механизмов с достаточно высокой точностью определять параметры вибрации, выявлять отличительные признаки в колебаниях изделий, связанных с зарождающимися и развивающимися дефектами.

УДК 621.311.25

РЕАКТОРНАЯ УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ РЕАКТОРОВ

АБРОСИМОВ Д.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. СИДОРЕНКО С.Р.

Атомные источники электроэнергии и тепла малой мощности для труднодоступных и отдаленных регионов страны является одной из актуальных задач атомной энергетики России. Важной особенностью атомных станций малой мощности следует считать проблему сложности строительства в районах Крайнего Севера. Поэтому появляется идея применения плавучих атомных станций малой мощности, которые создаются в заводских условиях и доставляются на место эксплуатации в готовом виде. Другой особенностью таких станций следует считать повышение требований к безопасности.

Установки с интегральными реакторами относятся к наиболее распространенным в мире корпусным водо-водяным реакторам с освоенной технологией производства энергии. Как правило, эти РУ предназначены для комбинированной выработки электроэнергии и тепла, но в зависимости от потребностей региона могут использоваться только для электроснабжения или для теплоснабжения.

Особенность интегральной компоновки реактора состоит в том, что все основное оборудование первого контура размещается в одном корпусе, который образует основной контур циркуляции первичного теплоносителя. Выполненные к настоящему времени исследования и разработки позволяют сделать заключение о том, что интегральные реакторы дают существенные преимущества по массогабаритным характеристикам реакторной установки по сравнению с петлевыми установками. Особое значение имеют удельные характеристики парогенератора, встроенного в реактор, поскольку габариты теплообменной поверхности в значительной степени определяет размеры реактора. Интегральная компоновка реактора имеет преимущества по безопасности, качеству изготовления, монтажа, срокам строительства и снятию с эксплуатации. Интегральная компоновка объективно усложняет конструкцию реактора и эксплуатационное обслужива-

ние, что обуславливает необходимость использования высоконадежного внутриреакторного оборудования.

УДК 621.315

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ОТ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПО ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

АЛЬМИЕВА Д.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

В статье рассматривается влияние технических параметров, а именно – пусковых и перегрузочных свойств высоковольтных двигателей различных серий на дополнительные потери мощности при несимметрии напряжения по обратной последовательности.

В связи с широким использованием в нефтехимической промышленности асинхронной нагрузки, в узлах электроснабжения может быть сосредоточено 10 МВт и более асинхронной нагрузки. Переходные процессы, обусловленные несимметрией напряжения в системе электроснабжения, существенно влияют на эффективность работы асинхронных электродвигателей (АД). Поэтому актуальным становится вопрос влияния показателей качества электрической энергии на работу электроприемников, которые определены ГОСТ 54149 -2010.

Влияние несимметрии напряжения на дополнительные потери мощности и располагаемую мощность оказывает большее влияние, нежели на вращающий момент АД. Дополнительные потери мощности от несимметрии напряжения определяются составляющей коэффициента дополнительных потерь $К_{ад.доп}$. В результате исследований получен алгоритм определения $К_{ад.доп}$, в котором используются пусковые и перегрузочные характеристики АД. На основании результатов исследований получены данные, позволяющие принять решение по улучшению энергетических показателей сети с АД с учетом качества электрической энергии.

Построенные зависимости $К_{ад.доп}$ для синхронных двигателей серии 4А, ВАО, ДАЗО напряжением 6 и 10 кВ показали, что увеличение мощности двигателя с 400 до 1000 кВт приводит к снижению $К_{ад.доп}$ на 0,5–2 %, а среднее значение отличается от отраслевого показателя на 33,3 %. Влияние пусковых и механических показателей АД на величину $К_{ад.доп}$ весьма ве-

лико. Погрешность в определении $К_{ад.доп}$ средней по отрасли промышленности может составлять несколько десятков процентов.

УДК 621.3.072.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАЦИИ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОПОРНО-СТЕРЖНЕВЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

АСЛЯМОВ Т.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВЛАДИМИРОВ О.В.

В настоящее время существует проблема старения стержневых опорных изоляторов. В процессе изготовления и при длительной эксплуатации опорно-стержневых фарфоровых изоляторов вследствие воздействия внешних факторов (влага, перепады температур, механические нагрузки) и внутренних факторов (нарушение технологии изготовления и качество исходных материалов) в объеме изоляционной детали фарфорового изолятора могут образовываться трещины, что приводит к разрушению изолятора под нагрузкой.

Контроль прочности опорно-стержневых изоляторов может осуществляться различными комплексами.

Ультразвуковую импульсную дефектометрию и структурометрию ОСИ возможно проводить как при монтаже, так и в эксплуатации. Аппаратурное обеспечение ультразвукового неразрушающего контроля (УЗНК) позволяет выявлять наиболее распространенные дефекты производственного и эксплуатационного происхождения в фарфоровых ОСИ.

Контактный метод свободных колебаний реализован в приборах серии «Звук». В отличие от других низкочастотных методов, он может проводиться на изоляторах, находящихся под напряжением. Этим методом могут быть выявлены лишь достаточно крупные дефекты.

Лазерный акустический компьютеризированный комплекс предназначен для диагностики дефектности фарфоровых опорно-стержневых изоляторов (ОСИ) разъединителей с целью снижения количества аварий из-за поломок ОСИ в процессе их эксплуатации.

Устойчивый интерес к способам диагностики технического состояния опорно-стрежневых фарфоровых изоляторов обусловлен, с одной стороны, актуальностью, с точки зрения безопасности эксплуатации и увеличения ресурса их работы, а с другой стороны – сложностью получения простого и надежного критерия оценки повреждения изолятора.

УДК 621.316.925

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

АУХАДИЕВ Р.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Работа органов релейной защиты основывается на принципе постоянного оценивания технического состояния каждого контролируемого участка электроэнергетической системы.

Для предупреждения и прогнозирования возможных отказов релейной защиты необходимо диагностировать защитное оборудование на предмет неисправной работы. В противном случае, неисправности в работе резервирования могут повлечь собой вывод из строя и порчу дорогостоящего оборудования, что, в свою очередь, приведет к тратам на восстановление. Поэтому очень важно, чтобы устройства релейной защиты функционировали надежно.

К тому же известно, что микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ), актуальные в нынешнее время, служит ключом к решению многих проблем релейной защиты, но и является источником некоторых проблем, взаимосвязанных с микроэлектроникой, ЭВМ, программным обеспечением.

В большинстве случаев, вышедший из строя блок МУРЗ является неремонтируемым. Поэтому немаловажно обеспечить приемлемые условия работы МУРЗ. Например, дефект единственного элемента может привести к отклонению от нормальной работы всех элементов, по этой причине необходимо оптимально подбирать количество различных функций, закладываемых в один БМРЗ. Весьма значимо принять к рассмотрению вопрос наиболее эффективного резервирования релейной защиты.

Таким образом, диагностирование систем релейной защиты является неотъемлемым процессом в обеспечении надежных работ как ее самой, так и системы электроснабжения в целом.

УДК 681.5: 621.31

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

АХМЕТЗЯНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Целью исследования является упрощение контроля и управления технологическими процессами в электроэнергетических системах.

Надежность электроснабжения сегодня во многом определяет уязвимость жизнеобеспечения общества. Какими бы надежными ни были энергосистемы, в них неизбежно возникают повреждения.

Аварии в этих условиях могут приводить не только к техническим нарушениям электроснабжения, но и к социальным и экономическим потрясениям. Это материальные убытки и высокий риск потери управления процессами в энергосистемах и в социальной сфере.

В связи с этим повышаются требования к управлению режимами электроэнергетических систем. Программных комплексов, обеспечивающих сбор и обработку таких данных, на рынке предлагается достаточно много. Изначально они использовались только для сбора и отображения данных. В данный момент они могут оснащаться дополнительными модулями по расчёту и анализу информации и представления рекомендаций диспетчеру Для того чтобы хорошо управлять, надо предвидеть возможные режимы и их последствия. Поэтому необходимо внедрять программный комплекс, который будет анализировать состояние всех систем и сетей в режиме реального времени.

Этот комплекс будет выполнять такие функции как:

– анализ состояния системы;

– исследование быстрых процессов в электрических цепях;

– анализ статической и динамической устойчивости электрических систем;

– решение задач оптимизации, поиском напряженных элементов электрических систем;

– автоматическое выключение или перераспределение электроэнергии в перегружаемых участках;

– дистанционный контроль и управление за оборудованием системы.

Однако, насколько бы надежный комплекс ни был, не нужно исключать человеческий фактор, который порой необходим в принятии экстренных решении. Поэтому необходимо проводить подготовку диспетчеров на специализированных тренажерах, позволяющих моделировать сложные аварийные ситуации и анализировать действия обучаемого персонала при их ликвидации.

УДК 621.314

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ

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

Распределительные трансформаторы (РТ) являются достаточными экономичными изделиями, часто работающими при полной нагрузке с КПД 99 %, но при их эксплуатации имеют место значительные электрические потери. Известно, что материал магнитопровода в трансформаторах в течение длительного времени непрерывно перемагничивается по его петле B-H частотой сети. При этом определенная часть электроэнергии вследствие гистерезиса и вихревых токов теряется и превращается в тепловую. Например, в сердечнике из текстурированной железокремнистой электротехнической трансформаторной стали (ЭТС) в РТ мощностью 25 кВт независимо от его нагрузки теряется 85 Вт, что при 40-летней эксплуатации составляет 30 МВт · ч. По оценкам, стоимость этих потерь равна первоначальной стоимости РТ. Единственный способ снижения потерь холостого хода (ХХ) – использование более совершенных марок сталей с высокими электромагнитными показателями. Такими материалами можно считать аморфные стали (АС), использование которых для магнитопроводов распределительных трансформаторов мощностью 25–100 кВА при частоте 60 Гц позволяет снизить потери ХХ примерно в четыре раза (по сравнению с трансформаторами, где используется лучшая холоднокатаная сталь (ХКС)).

Трансформатор с сердечником из АС имеет большее ожидаемое значение КПД при номинальной нагрузке во вторичной цепи, чем аналогичный трансформатор с сердечником из ЭТС, но это значение не является максимальным. Поэтому использование такого трансформатора более рационально в таких условиях, когда трансформатор часто работает на нагрузку, значение которой меньше номинальной.

Силовые распределительные трансформаторы с сердечником из АС серийно выпускаются в США, Канаде, Японии, Индии, Словакии. Всего в мире уже изготовлено 60–70 тыс. единиц трансформаторов мощностью 25–100 кВА, примерно 1000 единиц прошли успешные многолетние испытания в различных энергосистемах.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

АХМЕТШИН Л.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Для определения соответствия значений измеряемых показателей качества электроэнергии нормам стандарта, за исключением длительности провала напряжения, импульсного напряжения, коэффициента временного перенапряжения, устанавливается минимальный интервал времени измерений, равный 24 ч, соответствующий расчетному периоду. Общая продолжительность измерений ПКЭ должна быть выбрана с учетом обязательного включения характерных для измеряемых ПКЭ рабочих и выходных дней.

Существуют три основные группы методов повышения качества электроэнергии:

1) рационализация электроснабжения, заключающаяся, в частности, в повышении мощности сети, в питании нелинейных потребителей повышенным напряжением;

2) улучшение структуры 1УР, например обеспечение номинальной загрузки двигателей, использование многофазных схем выпрямления, включение в состав потребителя корректирующих устройств;

3) использование устройств коррекции качества – регуляторов одного или нескольких показателей качества электроэнергии или связанных с ними параметров потребляемой мощности.

Экономически наиболее предпочтительной является третья группа, так как изменение структуры сети и потребителей ведет к значительным затратам. Проектирование же новых сетей потребителей необходимо вести с учетом современных требований к качеству, ориентируясь на разработку регуляторов качества электроэнергии различных типов. Целенаправленное воздействие на изменение одного вида искажений вызывает косвенное воздействие на другие виды искажений. Например, компенсация колебаний напряжения вызывает снижение уровней гармоник и приводит к изменению отклонений напряжения.

УДК 621.314

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДСТАНЦИЯМИ

АХТЯМОВ И.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Основой эффективного и безопасного функционирования промышленных предприятий является устойчивое централизованное электроснабжение.

В настоящее время все промышленные энергообъединения в той или иной мере оснащены рядом автономных автоматизированных информационных систем и локальных автоматических систем управления на предприятиях энергетического комплекса. Такими системами являются функционирующие в «реальном времени» системы автоматического регулирования частоты и мощности, автоматического регулирования возбуждения, автоматизированная система диспетчерского управления, системы релейной защиты и автоматики, системы противоаварийной автоматики. Развивается автоматизированная система коммерческого и технического учета электроэнергии – АСКУЭ.

Цель исследования состоит в повышении надежности функционирования промышленных предприятий энергетического комплекса и обеспечения эффективного технологического управления режимами их работы в нормальных и аномальных режимах на основе применения современных информационных технологий анализа, обработки и хранения информации.

– оптимизация сетевой инфраструктуры программно-аппаратного комплекса информационного взаимодействия предприятий энергетического промышленного комплекса;

– разработка алгоритмов структурно-параметрического синтеза системы обработки и хранения информации, поступающей от предприятий энергетического комплекса;

– структура программно-аппаратного комплекса обеспечения информационной безопасности системы технологического управления предприятиями энергетического промышленного комплекса, обладающая повышенной отказоустойчивостью.

УДК 621.315

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ТРАДИЦИОННЫХ ПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ НОВЫМИ СВЕРХПРОВОДНИКАМИ

БАГАВИЕВ С.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Сверхпроводимость – свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением при достижении ими температуры ниже определённого значения (критическая температура).

Важнейшей задачей, стоящей перед энергетикой, является создание эффективных и энергосберегающих систем передачи энергии. Такое значительное увеличение в 3–8 раз мощности распределительных сетей (без изменения напряжения) может быть достигнуто путем замены традиционных силовых кабелей сверхпроводящими.

Сверхпроводимость существует только при очень низких температурах, поэтому ее использование требует охлаждения сверхпроводящих устройств до сверхнизких (криогенных) температур.

Преимущества высокотемпературных сверхпроводников:

– резкое снижение затрат на охлаждение;

– высокое значение критических параметров;

– повышение стабильности.

Актуальность:

– при передаче большой мощности на относительно низком 10–20 кВ (генераторном) напряжении не требуется промежуточных подстанций;

– работы по созданию силовых ВТСП кабельных линий признаны актуальными во всем мире, поскольку они позволяют решить коренные проблемы передачи больших потоков электроэнергии и энергосбережения.

УДК 621.3.072.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

БИЛЯЛОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Система электроснабжения является одной из основных систем любого объекта. Оптимизация ее процессов управления и контроля имеет большое значение при обеспечении бесперебойной подачи электроэнер-

гии, что является основной задачей управления Центра обработки данных (ЦОД). Эффективность и надежность системы электроснабжения позволяет держать на высоком уровне производительность промышленного предприятия, помогает избегать аварий в инженерных системах зданий и обеспечивать бесперебойное функционирование объекта.

Диспетчеризация и автоматизация позволяет сделать работу систем жизнеобеспечения максимально эффективной, свести к нулю процент нерационального использования ресурсов, обеспечить детальный и контроль всех технологических участков, снизить затраты на ресурсы и эксплуатацию и, как результат, получить дополнительную прибыль. Эффект от внедрения комплексной системы диспетчеризации проявляется незамедлительно в виде снижения эксплуатационных затрат и потребления тепло и энергоресурсов, а также повышения производительности труда сотрудников за счет создания более высокого уровня комфорта и оптимальных условий работы.

Система диспетчеризации осуществляет контроль и управление инженерными системами, обеспечивает современный сервис и согласованную работу всех инженерных коммуникаций, входящих в инфраструктуру здания, дома, посёлка автономных систем, а также многоуровневое оповещение в случае аварии и учёт потребления ресурсов.

Основной целью создания автоматизированной системы управления электроснабжением (АСУЭ) является совершенствование управления электроустановками при их эксплуатации на основе автоматизации производственных процессов поддержания оптимальных режимов в системе электроснабжения. Наряду с задачами оптимального управления технологическими процессами в АСУЭ решаются также задачи, связанные со сбором, обработкой информации, планированием и прогнозированием ее технологического процесса и состояния оборудования.

УДК 621.316.925

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КАБЕЛИ

БЛИНОВА Е.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Прикладные исследования по использованию эффекта сверхпроводимости, достигаемого у сверхпроводящих материалов при температурах ниже критических, ведутся уже на протяжении десятилетий.

Высокотемпературные сверхпроводники можно использовать при изготовлении силовых кабелей, трансформаторов, электрических машин,

индуктивных накопителей энергии (с неограниченным сроком ее хранения), ограничителей тока и т.д. В сравнении с установленными они характеризуются уменьшенными потерями и габаритами и обеспечивают повышение эффективности производства, передачи и распределения электроэнергии. Так, сверхпроводящие трансформаторы будут обладать меньшей массой и более низкими потерями, чем трансформаторы той же мощности, имеющие обычные обмотки. Кроме того, сверхпроводящие трансформаторы способны ограничивать ток в случае перегрузки, не нуждаются в минеральном масле, а значит экологичны и не подвержены риску возгорания. Сверхпроводящие ограничители тока имеют лучшие временные характеристики, т.е. менее инерционны; включение в электрическую сеть сверхпроводящих генераторов и накопителей энергии улучшит ее стабильность.

Сверхпроводящие кабели гораздо компактнее, т.е. существенно облегчается их прокладка в условиях насыщенной городской/пригородной инфраструктуры. Также по сверхпроводящим кабелям можно передавать большие мощности при значительно более низком напряжении. Следовательно, уменьшится электромагнитное загрязнение окружающей среды.

В заключение надо отметить, что, несмотря на большие потенциальные возможности применения высокотемпературных сверхпроводников в электроэнергетике, потребуются значительные усилия исследователей и разработчиков, чтобы сделать сверхпроводящую продукцию жизнеспособной в условиях современной рыночной экономики. В то же время, оценки на близкое будущее дают повод для оптимизма.

УДК 621.316

ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР КРУ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

ВИХЕРЕВ И.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

В нынешнее время проектировщики электроустановок в проектных организациях производят выбор типов КРУ в соответствии с типовыми проектами и согласно прикреплениям к заводам изготовителям КРУ. Поэтому специалист проектировщик в какой-то степени ограничен в выборе типа КРУ. Так как же сделать оптимальный выбор КРУ?

Согласно требованиям, в общем случае, выбираемый тип КРУ или КРУН должен удовлетворять тем значениям токов короткого замыкания, которые будут действовать в электроустановке.

При этом электродинамическая стойкость каждого типа шкафа, даваемая в таблицах, должна быть больше или равна значению ударного

тока, коммутационная способность выключателя должна быть проверена расчетом как по симметричному, так и по асимметричному току отключения, ток отключения применяемых плавких предохранителей должен быть больше периодической составляющей начального тока короткого замыкания.

Рассмотрим на примере завода ООО «Siemens». Результат слаженной работы группы проектировщиков, выявил специальный подход выбора КРУ всего лишь по таким параметрам электроприемников на предприятии заказчика, как $U_{ном}$, $I_{ном}$, $U_{кз}$, $I_{кз}$, $I_{сш}$. Благодаря этим данным подбираются необходимое количество ячеек КРУ, модель и тип: NXAIR, NXPLUS, 8DJH и др.

Чтобы правильно составить проект, используется более новая и усовершенствованная программа «ELCAD», в которой есть так называемая «мечта проектировщика» – «Красная кнопка». Благодаря ей все чертежи проекта синхронизируются и при допущении ошибки, программа выделяет некорректный участок красным цветом.

ELCAD – это одна из лидирующих ECAE систем, установивших high-end стандарты в электронно-техническом проектировании и планировании.

В магистерской диссертации поставлены задачи: использовать современные методики проектирования КРУ и соответствующее программное обеспечение.

УДК 621.3.072.3

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ

ГАЛЕЕВ Ф.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Низковольтные коммутационные аппараты, устройства защиты, обогрева, счетчик активной энергии расположены в специальном шкафу, имеющем обогрев.

Для низковольтных коммутационных аппаратов отключающая способность характеризуется действующим значением периодической составляющей тока. Однако большинство заводов, выпускающих автоматы низкого напряжения, определяют их отключающую способность максимальным мгновенным значением тока, полагая, что эта величина лучше всего говорит о возможности отказа в гашении из-за оплавления контактов и об-

разования чрезмерно большого объема газов в дуго-гасительной камере выключателя.

Согласно определению, низковольтные комплектные устройства (НКУ) представляют собой комбинацию низковольтных коммутационных аппаратов и устройств управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования, полностью смонтированных изготовителем на единой конструктивной основе со всеми необходимыми внутренними электрическими и механическими соединениями и соответствующими конструктивными элементами.

В распределительном устройстве со стороны низшего напряжения расположены низковольтные коммутационные аппараты, низковольтная аппаратура защиты, автоматики и учета.

При отключении токов в шахтных электросетях возникают коммутационные перенапряжения, которые могут повлечь за собой повреждение изоляции или ложные срабатывания защиты от утечки на землю. Несмотря на это, существующие требования к шахтным низковольтным коммутационным аппаратам и методы их испытаний на коммутационную способность не учитывают коммутационных перенапряжений, а испытательные схемы зачастую не отражают наиболее жестких условий в реальных шахтных сетях. Отсутствие достоверных данных о перенапряжениях в шахтных электрических сетях также затрудняет правильный расчет изоляции шахтного электрооборудования.

УДК 621.315

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ КОММУТАЦИОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ АППАРАТОВ

ГАРИПОВ С.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

Под коммутацией, в широком смысле слова, понимают все явления и процессы, возникающие под щетками при работе коллекторных электрических машин. Если щетки искрят, то говорят, что машина имеет плохую коммутацию; если искрение отсутствует, то коммутацию называют хорошей. Качество коммутации в значительной степени определяет работоспособность машины и ее надежность в эксплуатации.

Причины искрения щеток. Искрение может вызываться большим количеством причин; обычно их разбивают на две группы: механические и электромагнитные. Механическими причинами являются биение коллектора, его эллиптичность, шероховатость, наличие выступающих коллек-

торных пластин и изоляционных прокладок, вибрация щеткодержателей и т.д. Все эти причины приводят к вибрации щеток, в связи с чем, возможны кратковременный разрыв контакта между щеткой и коллектором и возникновение кратковременной электрической дуги. Особенно трудно обеспечить отсутствие вибрации щеток при больших окружных скоростях коллектора (50 м/с и выше).

Качество коммутации оценивается степенью искрения (классом коммутации) под сбегающим краем щетки, из-под которого выходят пластины коллектора при его вращении.

Физическая сущность процесса коммутации. Щетки разделяют обмотку якоря на несколько параллельных ветвей. При вращении якоря каждая секция его обмотки переходит из одной параллельной ветви в другую, что сопровождается резким изменением направления тока в секции и замыканием этой секции накоротко щетками. Процесс переключения секций обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую и изменения направления в них тока называется процессом коммутации.

УДК 628.9

К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ОСВЕЩЕНИИ В УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ

ГАРИХАНОВА Д.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда.

Нашей задачей являлась проверка соответствия освещения в аудиториях современным требованиям энергоэффективности и норм.

Основными нормируемыми показателями помимо освещенности на рабочем месте являются общий индекс цветопередачи, коэффициент пульсаций освещенности. Было исследовано освещение в ряде учебных аудиторий и получены следующие закономерности: коэффициент пульсаций в аудиториях с люминесцентными лампами в 1,5–2 раза выше требуемой величины, а освещенность некоторых аудиторий (В-504) ниже нормы. Проведено сравнение осветительных установок в лекционных аудиториях Д-102, Д-104 по характеристикам световой среды.

В аудитории Д-104 осветительная установка была модернизирована, и люминесцентные светильники заменены на светодиодные светильники. В результате коэффициент пульсаций с 20 % уменьшился до нуля, осве-

щенность выросла в 2 раза, с 250 до 540 лк, а мощность, потребляемой осветительной установкой, снизилась в 2 раза, с 4 до 2 кВт.

В лекционной аудитории изменяется высота помещения, это приводит к увеличению освещенности на задних рядах, что является выше нормы.

В аудиториях с люминесцентными светильниками рекомендуется максимально использовать естественный свет, совместно с искусственным освещением, так как это уменьшает общий коэффициент пульсации.

Модернизация Д-104 полностью себя оправдывает, в результате чего световая отдача выросла в 4 раза, и коэффициент пульсаций снизился до нуля. Световая среда соответствует требованиям светильников, не вызывая дискомфорта и повышенной утомляемости.

УДК 621.3.072.3

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ АКТИВНО-ИНДУКТИВНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЧАСТОТНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

ГАЯНОВ А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Для тестирования и диагностики источников электроэнергии и преобразователей частоты применяются специальные устройства – нагрузочные стенды. Данный агрегат представляет собой полноценную замену реальной или предельной нагрузки частотного регулятора электрогенератора, электросети, аккумуляторных батарей. Тестирование и запуск источников питания позволяет снизить риск возникновения аварийных ситуаций или выход из строя оборудования при наладке и испытаниях после ремонтов.

В то время когда «реальная» нагрузка работает от источника питания и использует его энергию в производственных целях, нагрузочный модуль использует эту энергию для испытания, обслуживания или защиты самого источника питания.

Реактивный нагрузочный стенд работает таким образом: мощность прибора складывается из напряжения, тока и фазы между этими двумя показателями. В зависимости от соотношения напряжения и тока выделяются:

– активно-индуктивные нагрузочные агрегаты. Когда показатели тока существенно выше напряжения;

– активно-емкостные приборы. Когда соответственно напряжение преобладает над током.

Таким образом, применение испытательного стенда сделает возможным решение целого комплекса задач:

– проведение комплексной проверки приобретаемого оборудования, в целях определения как предельной нагрузочной способности, так и соответствия параметров заявленным требованиям;

– продление срока службы используемых генераторных и преобразовательных установок путем регулярного прогона системы с целью удаления нагара в двигателе и обмотке генератора;

– профилактика – при тестировании выявляются слабые места, которые вызывают отклонения в работе.

УДК 621.311.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И ОСОБЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

ГВАРИШВИЛИ Э.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Электроснабжение жилых зданий осуществляется через вводно-распределительное устройство (ВРУ). В состав ВРУ входят автомат защиты и устройства управления, позволяющие раздельно отключать потребители электропитания.

Для объектов нового строительства наиболее актуальна и рекомендована система TN-C-S. Она подразумевает заземление металлических корпусов электрооборудования и подключение розеток трехпроводными проводами. Важный вопрос занимает место установки УЗО: в этом случае должно осуществлять защиту максимального числа линий и оборудования.

При объединении групповых линий для защиты одним УЗО следует учитывать возможность их одновременного отключения. Основная задача в многоступенчатых схемах: необходимость выполнения условия селективности, то есть функции отключения с задержкой, с целью исключения срабатывания вводного УЗО после группового.

Современные реалии индивидуального строительства (коттеджи, дачные дома и т.д.) требуют применение повышенных мер электробезопасности. Основная проблема связана с высокой энергонасыщенностью, разветвленностью электрических сетей и спецификой эксплуатации, как самих объектов, так и электрооборудования. Основной задачей при выборе схемы электроснабжения типа УЗО и распределительных щитков является

необходимость использования ограничителей перенапряжений (грозовых разрядников), которые следует устанавливать до УЗО (после вводного диф-автомата, перед счетчиком). Особенно это актуально использовать в жилых домах с питанием по воздушным линиям электропередач.

В индивидуальных домах рекомендуется использовать УЗО с номинальным током, не превышающим 30 мА, для групповых линий, питающих ванные комнаты, душевые и сауны, а также штепсельные розетки (внутри дома, в подвалах, встроенных и пристроенных гаражах). Для линий, обеспечивающих наружную установку штепсельных розеток, применение УЗО с номинальным током, не превышающим 30 мА, обязательно.

УДК 628.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

ГЕРМАН А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Современные энергоэффективные системы освещения позволяют снизить затраты на освещение и улучшить световые характеристики помещения. Это комплекс инженерных и световых решений, включающий предварительный анализ помещения.

Но возникает вопрос: «Как повысить энергоэффективность системы освещения?»

Одно из решений данного вопроса – это использование автоматизации управления освещением.

На основании опыта внедрения систем автоматизации и экономию от данного мероприятия можно определить по следующей формуле:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot \left(k_{эа_i} - 1\right),$$

где $k_{эа_i}$ – коэффициент эффективности автоматизации управления освещением, который зависит от уровня сложности системы управления.

Эффективность данного мероприятия является многофакторной, методика расчета экономии электроэнергии сложна для использования при энергообследовании, но может быть рекомендована при необходимости точной оценки.

Автоматическое управление наружным освещением, по сравнению с ручным, дает экономию электроэнергии порядка 2–4 %.

Управление освещением в помещениях с боковым и комбинированным естественным светом должно обеспечивать возможность отключения рядов светильников, параллельных окнам. Эти мероприятия могут привести к снижению расхода электроэнергии на 5–10 %.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГОЛОВАНОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

На сегодняшний день существуют следующие методы контроля состояния трансформаторного оборудования:

1. Переодический контроль состояния.
2. Газохроматографический анализ проб масла.
3. Измерение частичных разрядов.
4. Акустические методы.
5. Тепловизионный контроль.
6. Вибрационная диагностика (с помощью лазерного виброметра).

Последние два метода проводится дистанционно, без снятия напряжения. Более оптимальным методом является вибрационный. В процессе вибрационного обследования производится, в основном, определение качества взаимного крепления внутренних и внешних элементов трансформатора, определяется целостность конструкции, диагностируется состояние механизмов системы охлаждения.

Этот метод позволяет определить:

1. Диагностическое обследование в процессе работы трансформатора.
2. Возможность улучшения некоторых вибрационных параметров работы трансформатора, например, устранения резонансов трубопроводов, проведение балансировки вентиляторов системы обдува.
3. Возможность проведения технической оценки качества прессовки обмоток и магнитопровода трансформатора.

Таким образом, вибрационное обследование силовых маслонаполненных трансформаторов, является частью общего (комплексного) обследования, проводимого с целью определения текущего технического состояния. Общей целью такого исследования является принятие решения о возможности дальнейшей эксплуатации трансформатора или о необходимости проведения ремонтных работ.

УДК 621.315.2

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ. ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

ДАВЛЕТГАРЕЕВА Г.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

При проектировании сетей электроснабжения и слаботочных систем часто необходим расчет потерь напряжения в кабеле. При решении вопросов проектирования данный расчет важен для выбора кабеля с оптимальной площадью сечения жилы. Неправильный выбор сечения кабеля может привести к тому, что система быстро выйдет из строя или просто не запустится.

Для оценки потерь напряжения и потерь мощности целесообразно исследование следующих параметров кабельных линий (КЛ): активного погонного сопротивления – $R_{ок}$ и реактивного сопротивления – $X_{ок}$. Потери напряжения в кабеле зависят от нагрузки и сопротивления кабеля. Излишнее рассеивание энергии в кабеле может привести к существенным потерям электроэнергии. Неправильный расчёт потерь напряжения в кабеле может вызвать некорректную работу оборудования при передаче сигнала. Кроме того, расчёт потерь напряжения в кабеле очень важен, если питание оборудования осуществляется от источника с низким напряжением питания (12–48 В постоянного или переменного тока). В этом случае, если длина провода и мощность нагрузки слишком велика, напряжение может упасть до уровня ниже номинальной потребляемой мощности устройства. Это приведет к тому, что устройство не будет работать.

Построив графики зависимости активного погонного сопротивления $R_{ок}$, Ом/км от сечения кабеля F, мм^2 ($R_{ок}$, Ом/км = f (F, мм^2)) и определив зависимости реактивного сопротивления $X_{ок}$, Ом/км от сечения кабеля F, мм^2 ($X_{ок}$, Ом/км = f (F, мм^2)) для напряжений 0,4; 6 и 10 кВ, определили, что наиболее энергоэффективными являются силовые кабели с медными жилами, которые имеют меньшие значения активного и реактивного сопротивлений.

УДК 5.53.537.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ДАВЛЕТШИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Распределительное устройство (РУ) – электроустановка, служащая для приёма и распределения электрической энергии одного класса напряжения. Оно содержит набор коммутационных аппаратов, вспомогательные устройства РЗиА и средства учета и измерения.

Эффективным инструментом повышения надежности энергосистемы является Ретрофит. Он представляет собой реконструкцию оборудования подстанций и распределительных устройств путем установки современных, необслуживаемых вакуумных или элегазовых выключателей в существующие ячейки без замены последних.

Ретрофит оборудования позволяет: значительно уменьшить вероятности аварийного отключения системы электроснабжения, и, следовательно, уменьшить ущерб при остановке технологического процесса; уменьшить эксплуатационные затраты: ликвидация маслохозяйства, уменьшение численности обслуживающего персонала, отсутствие затрат на проведение средних и капитальных ремонтов оборудования; установка микропроцессорной РЗиА, ее возможности (запись режимов работы сети) помогут техническому руководству предприятия разобраться в причинах возникновения нештатных ситуаций в системе электроснабжения.

В процессе проведения ретрофита не требуется остановка технологического процесса либо время вынужденного простоя минимизировано, так как работы могут выполняться поэтапно – переходом от одной ячейки к последующей.

Замена изношенных масляных и электромагнитных выключателей на вакуумные – современные и долговечные – помогает продлить срок службы ячеек. К тому же в условиях неблагоприятной экономической ситуации модернизация распределительных устройств остается зачастую единственным средством повышения надежности электроснабжения.

Основываясь на вышесказанном, целью является разработка схемы и программного обеспечения для модернизации ячеек РУ с использованием современных электрических аппаратов.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

ЗАКИРОВ Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Современной тенденцией развития энергетики является стремление к сбалансированности энергорайонов, повышение надежности электроснабжения потребителей. Важное место в стратегии развития электроэнергетики занимают автономные системы электроснабжения (АСЭ). В последнее время АСЭ получают все более широкое распространение в системе электроснабжения не только специального, но и общего применения. Указанные системы используются почти во всех отраслях народного хозяйства.

При исследовании систем электроснабжения децентрализованных потребителей (рис. 1) широко используются методы компьютерного имитационного моделирования, например, с применением программной среды MATLAB – Simulink.

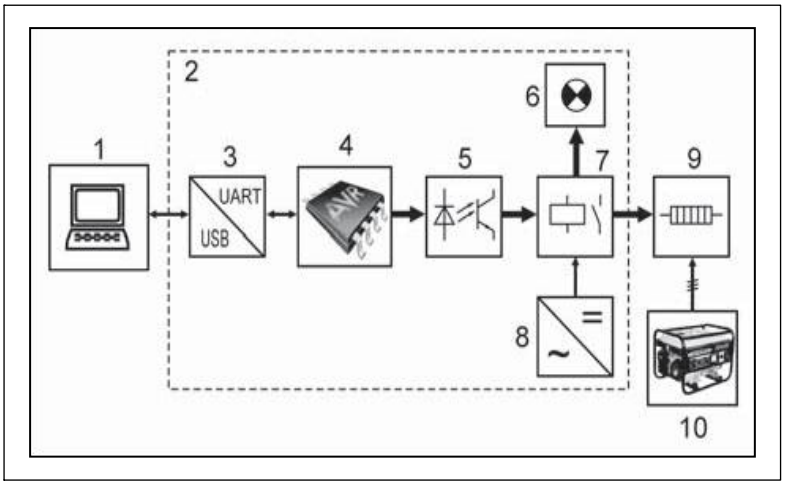


Рис. 1. Компьютерное имитационное моделирование систем электроснабжения децентрализованных потребителей: 1 – персональный компьютер; 2 – блок управления нагрузками; 3 – USB-интерфейс; 4 – микроконтроллер; 5 – схема оптронной развязки; 6 – схема индикации; 7 – блок электромеханических силовых реле; 8 – источник питания; 9 – блокбалластных резисторов; 10 – энергетическая установка

Вывод

Темой исследования является разработка математических и численных моделей систем автономного электроснабжения и сравнение их с реально действующими объектами.

УДК 621.311

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ЗАЛЯЛЕЕВ И.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Повышение качества содержания зданий и промышленных комплексов обусловило широкое использование источников электроэнергии и сопутствующей инфраструктуры. На современных предприятиях функции систем энергоснабжения предполагают наибольшую ответственность, поскольку малейший сбой в питании оборудования может повлечь нарушение производственных процессов. И это лишь часть рисков, которые необходимо минимизировать еще на стадии разработки проекта системы электроснабжения. Не менее значимы вопросы оптимизации данной инфраструктуры, поскольку затраты на энергетические ресурсы, как правило, становятся наиболее дорогостоящим пунктом в смете по содержанию предприятий.

Современной тенденцией развития энергетики является стремление к сбалансированности энергорайонов, повышение надежности электроснабжения потребителей. Важное место в стратегии развития электроэнергетики занимают автономные системы электроснабжения (АСЭ). В последнее время АСЭ получают все более широкое распространение в системе электроснабжения не только специального, но и общего применения. Указанные системы используются почти во всех отраслях народного хозяйства.

Концепция автономных систем происходит из необходимости страховки электроснабжения от возможных неполадок в магистральных сетях и других форс-мажорных ситуаций. Обычно автономные системы электроснабжения используются на предприятиях с налаженным производственным процессом и потребностью в бесперебойном энергоснабжении.

Поэтому разработка систем управления автономного источника электроснабжение является важной задачей и требует всестороннего рассмотрения.

УДК621.311

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ЗИННАТУЛЛИН И.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

Проблема качества в отечественных электрических сетях очень специфична. Во всех промышленно развитых странах подключение мощных нелинейных нагрузок, искажающих форму кривых тока и напряжения электрической сети, допускается только при соблюдении требований по обеспечению качества электроэнергии и при наличии соответствующих корректирующих устройств.

Негативное влияние на силовое электрооборудование и измерительные приборы оказывают длительные искажения кривой напряжения через ноль. Эти искажения могут вызвать дополнительные коммутации диодов маломощных источников питания, ускорение старения конденсаторов, сбой компьютеров и принтеров и другой аппаратуры.

Существуют три основные группы методов повышения качества электроэнергии:

1) рационализация электроснабжения, заключающаяся, в частности, в повышении мощности сети, в питании нелинейных потребителей повышенным напряжением;

2) улучшение структуры 1УР, например обеспечение номинальной загрузки двигателей, использование многофазных схем выпрямления, включение в состав потребителя корректирующих устройств;

3) использование устройств коррекции качества — регуляторов одного или нескольких показателей качества электроэнергии или связанных с ними параметров потребляемой мощности.

Экономически наиболее предпочтительной является третья группа, так как изменение структуры сети и потребителей ведет к значительным затратам.

Для обеспечения требуемых ГОСТ 13109-97 показателей необходимо выполнение комплекса организационных и технических мероприятий, направленных на установление причин и источников нарушений и заключающихся в индивидуальном и централизованном подавлении помех с

обеспечением повышенной помехозащищенности чувствительных к искажениям электроприемников.

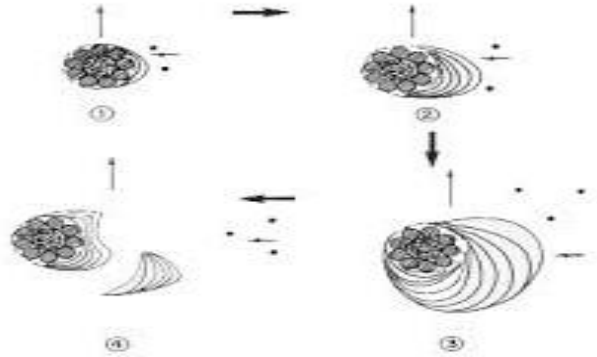
УДК 621.315.175

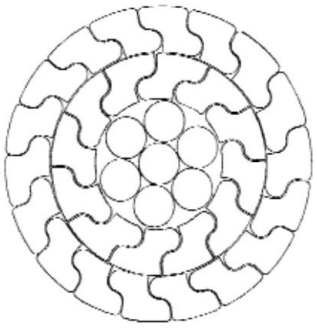
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ ГОЛОЛЕДА НА ПРОВОДАХ ЛЭП

ИБЛЯМИНОВ З.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Проблема борьбы с обледенением проводов линий электропередач общеизвестна и особенно актуальна в регионах с высокой влажностью и низкими температурами, так как высокая влажность, ветры, резкие перепады температуры воздуха способствуют интенсивному ледообразованию на проводах воздушных линий с соответствующими нежелательными последствиями в виде обрывов проводов, тросов, разрушения арматуры, изоляторов и даже опор воздушных линий. Это приводит к значительным экономическим убыткам.

Гололедные отложения на проводах и тросах высоковольтных линий возникают при температуре воздуха около -5 °С и скорости ветра 5...10 м/с.





Эту проблему можно решить применением проводов Aero-Z®. Aero-Z® представляют собой полностью связанные между собой проводники, которые состоят из одного или нескольких концентрических слоев круглых проволок (внутренние слои) и проволок в виде буквы Z (внешние слои). Каждый слой провода имеет скрутку по длине, выполненную с определенным шагом. Эти провода имеют много преимуществ, среди которых решение проблемы обледенения и налипания снега.

С точки зрения поведения проводов в условиях налипания снега, можно утверждать, что провод Aero-Z®, обладая более высоким сопротивлением кручению, практически не поворачивается, что приводит к самосбросу излишнего снега под действием силы тяжести.

УДК 621.316

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

ИБРАГИМ А.Х., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАФИН Ш.И.

Одной из основных характеристик линии электропередачи является ее пропускная способность, то есть наибольшая мощность, которую можно передать по ЛЭП с учетом ограничивающих факторов. Для ЛЭП переменного тока это предельная мощность по условиям устойчивости, потерь на корону, нагрева проводников.

Одним из способов увеличения пропускной способности линий электропередачи переменного тока является снижение суммарного реактивного сопротивления линии путем установки трансформаторов с расщепленной обмоткой в конце и в начале линии, либо генераторов с малым сопротивлением X_d. Но такие меры приводят к возрастанию величины тока короткого замыкания, для отключения которого необходимы более мощные и дорогие выключатели. Этот способ требует больших финансовых вложений и усложняет систему электропередачи.

Перспективным представляется способ повышения пропускной способности существующих ЛЭП трехфазного переменного тока путем их перевода на постоянный электрический ток с использованием тех же самых опор, гирлянд изоляторов и проводов. Предварительные исследования показывают, что увеличение передаваемой мощности в этом случае может составить от 50 до 245 % для ВЛ 500 кВ и от 70 до 410 % для ВЛ 750 кВ, в зависимости от марки и сечения применяемых проводов и величины установленной пропускной способности ВЛ на переменном токе.

УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ИГНАТЬЕВА С.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Силовые трансформаторы являются основными элементами систем электроснабжения.

Важнейшей особенностью, предъявляемой к эксплуатации силовых трансформаторов и трансформаторных установок, является контроль за температурой масла и обмоток трансформаторов. Это объясняется тем, что при работе трансформатора с температурой выше допускаемой, сокращается срок службы трансформаторов. Для контроля за температурой на крышке трансформатора установлен ртутный термометр. Так как степень нагрева трансформатора определяется в основном величиной нагрузки, то за ней ведется систематический контроль. При эксплуатации трансформаторов имеют место случаи ложного срабатывания газовых реле. Поэтому в каждом случае отключения трансформатора под действием газового реле проверяют правильность работы реле.

Для нормального суточного износа изоляции трансформатора температура наиболее нагретой точки обмоток не должна превышать + 98 °С. Если температуру увеличить на 6 °С, срок службы изоляции сократится почти вдвое. Здесь под температурой наиболее нагретой точки подразумевается температура наиболее нагретого внутреннего слоя обмотки верхней катушки трансформатора.

Температуру обмотки $J_{обм}$ в момент отключения нагрузки, которая должна соответствовать оптимальному режиму нагрузки, определяют по формуле:

$$\boldsymbol{J_{\text{ОБМ}} = \left(\frac{r_o}{r_x}\right)(245 + J_x) - 245.}$$

Для обеспечения нормального срока службы, 17–20 лет, определяемого по тепловому износу изоляции, трансформатор должен находиться в таких эксплуатационных условиях, чтобы среднее по сопротивлению превышение температуры обмотки трансформатора не превосходило 70 °С независимо от температуры окружающего воздуха. При этом в жаркое время года температура обмотки трансформатора достигает или даже превзойдет 105 °С, в соответствии с чем будет иметь место усиленный износ изоля-

ции, но он будет скомпенсирован меньшим износом изоляции в зимнее время.

УДК 621.316.925

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ 110/35/10 КВ

КАРМАНОВ Н.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

В целях энергосбережения по всей РФ происходят позитивные изменения и стремление улучшить производительность, не увеличивая при этом энергозатраты. Одним из факторов энергосбережения является модернизация. Модернизация релейной защиты включает в себя замена устаревших контакторных на современные микропроцессорные модули отечественных и зарубежных производителей.

Релейная защита и автоматика, построенная на базе микропроцессорных устройств, отличается от аналоговых модулей повышенной надежностью, быстродействием, простотой обслуживания и удобством эксплуатации.

Если сопоставить затраты на устранение аварий из-за неправильной работы релейно-контакторной аппаратуры и затраты на установку современной защиты, то экономическая выгода ощутима.

Назначением релейной защиты является локализация повреждений, предотвращение или сокращение ущерба при внезапном возникновении повреждений или ненормальных режимов работы электроэнергетических устройств выработки, передачи, преобразования и распределения электроэнергии, обеспечение устойчивости, надежности и живучести систем электроснабжения. Вместе с устройствами автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резерва (АВР) релейная защита образует систему противоаварийной автоматики (автоматики управления в аварийных режимах).

Существенно повысит надёжность релейной защиты установка новых автоматических и дифференцированных выключателей брендов (EKF, IEK, ELECTROFF, SCHNEIDER ELECTRIC и т.д.).

Основная функция релейной защиты подразумевает качественная релейная защита, в случае короткого замыкания, должна максимально быстро отключать поврежденный участок, обеспечивая, таким образом, устойчивую работу электроустановок и всей энергетической системы в целом.

УДК 628.971

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

КОМАРОВА Е.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Современные крупные сети наружного освещения – это энергоемкие автоматизированные объекты, правильное построение которых в значительной мере определяет эффективность труда и комфорта современной жизни.

В настоящее время при модернизации наружного освещения низкоэффективные и морально устаревшие светильники с лампами ДРЛ в большинстве случаев заменяют на натриевые газоразрядные лампы (ДНаТ). Так, замена светильника с лампой ДРЛ 400 Вт на светильник аналогичного назначения с лампой ДНАТ 250 Вт позволяет снизить расход электроэнергии на 580 кВт·ч в год и повысить уровень освещения на 22 %. Поэтому натриевые лампы как источники света применяются все шире для экономичного наружного освещения. Помимо этого, есть недостатки. Лампы ДНаТ светят желтым или оранжевым светом, в конце срока их службы спектр излучения изменяется и варьируется от темно-оранжевого до красного и имеет низкую цветопередачу.

Светодиодные системы относятся к более современным и энергоэффективным системам освещения. Светодиодные светильники используются для освещения улиц, парков, фасадов зданий жилого, общественного и производственного назначения. Светодиодные технологии окупаются не только за счет уменьшения энергопотребления. Срок службы светодиодов составляет до 50 тыс. ч беспрерывной работы. Их использование позволяет минимизировать и остальные составляющие эксплуатационных расходов. Сокращаются ежемесячные затраты на приобретение новых ламп взамен перегоревших и средства на работы по замене ламп.

Результатом исследования является вывод, что использование современных светодиодных светильников является наиболее энергоэффективной системой наружного освещения.

УДК 621.315.232

ДИАГНОСТИКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

КАСИМОВА Л.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Сегодня в мировой электроэнергетической практике оценка состояния высоковольтной изоляции кабельных систем является основной для принятия решений по продолжению их эксплуатации, ремонта или замены. Кабельные линии непосредственно после их сооружения и в процессе эксплуатации подвергаются разнообразным испытаниям, с помощью которых выявляются ослабленные места или дефекты в изоляции и защитных оболочках кабелей, соединительной и концевой арматуры и других элементах кабельных линий.

Мною был выбран метод измерения частичных разрядов, так как диагностика частичных разрядов позволяет заблаговременно определять места будущих повреждений в энергооборудовании, своевременно проводить ремонт и избегать серъезных аварий в работе оборудования. Сущность метода измерения частичных разрядов заключается в следующем. В момент появления частичного разряда в кабельной линии возникает два коротких импульсных сигнала, длительности которых десятки-сотни наносекунд. Эти импульсы распространяются к разным концам кабельной линии. Измеряя импульсы, достигшие начала кабеля, можно определить расстояние до места их возникновения и уровень.

УДК 621.1

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ДЕТАЛЯХ И УЗЛАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

КИЯМОВ Р.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВЛАДИМИРОВ О.В.

В настоящее время на кафедре ЭПП разработан измерительно-диагностический комплекс (ИДК) для определения технического состояния деталей и узлов энергетического оборудования. В качестве чувствительных элементов используются преобразователи акустической эмиссии (GT350), с согласующими устройствами (AG-09) и лазерные виброметры (LV-2).

Сигналы от датчиков поступают на многофункциональный модуль ввода-вывода (BNC6251), откуда оцифрованные данные передаются на персональный компьютер с установленным программным обеспечением.

Записанный в цифровой форме сигнал преобразовывается в амплитудный спектр с помощью процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ). Процедуры записи, хранения и анализа сигналов реализованы с помощью программного обеспечения, разработанного в среде графического программирования LabVIEW, для чего разработан унифицированный пакет прикладных программ, который состоит из объединенных в один пользовательский пакет следующих составных частей:

– программы формирования эталонных спектров;

– программы сравнения спектров с эталоном.

Программа формирования эталонных спектров формирует «типичный» спектр, включающий наиболее общие характеристики спектров и исключал индивидуальные особенности каждого спектра.

Программы сравнения спектров с эталоном сравнивает спектр исследуемого объекта с эталонным спектром, с использованием вероятностных характеристик.

С целью проверки работоспособности ИДК для контроля технического состояния электротехнического оборудования проведены серии предварительных экспериментальных исследований с опорно-стержневыми изоляторами, которые подтвердили его работоспособность.

УДК 621.3.072.3

ВЫБОР КРИТЕРИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

МАЛИНИН М.В, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Критерием экономичности выбора и размещения компенсирующих устройств при проектировании и реконструкции распределительных сетей является минимум приведенных затрат. При этом мощность компенсирующих устройств и место их размещения определяются одновременно с выбором других ее элементов и устройств для регулирования напряжения.

Компенсация реактивной мощности должна обеспечить при наименьших затратах выполнение следующих обязательных условий работы сети и энергосистемы: устойчивость в нормальных и аварийных режимах, покрытие реактивных нагрузок сети, поддержание надлежащего уровня напряжения у электроприемников.

Для любого графика нагрузки промышленного предприятия необходим такой режим работы компенсирующих устройств, который обеспечил бы максимальное снижение суммарных потерь энергии, а график реактивной мощности отражал бы наибольшую степень компенсации. Выбор типа, места установки и режима работы компенсирующих устройств должен выполняться в соответствии с новыми «Указаниями по компенсации реактивной мощности в распределительных сетях», содержащими рекомендации и преследующими цель обеспечения наибольшего экономического эффекта при выборе средств и степени компенсации реактивной мощности.

Эти указания распространяются на всех потребителей электроэнергии и являются обязательными для электроснабжающих организаций и организаций, проектирующих электроустановки, независимо от их ведомственной принадлежности. Вопросы использования средств компенсации для симметрирования и регулирования напряжения сети, а также для снижения высших гармоник, в указаниях не рассматриваются. Для упрощенных расчетов применяют графический способ, с помощью которого можно при отсутствии подробных данных определить мощность компенсирующего устройства.

УДК 621.311.13

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

МАНИЧ Я.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

В современных экономических условиях планирование является одним из определяющих факторов эффективной работы, что является составной частью общей концепции развития промышленного предприятия, в рамках задачи повышения его конкурентоспособности. Это в первую очередь, связано с усилением конкурентной борьбы и повышением закупочных цен на внешние ресурсы, в число которых входит и электроэнергия.

Для планирования электропотребления и электроиспользования на предприятии используют плановые энергобалансы (ЭБ). По форме плановые ЭБ разделяют на нормализованные ЭБ и оптимальные ЭБ.

На основе нормализованного ЭБ составляются планы организационно-технических мероприятий. При составлении нормализованных ЭБ исходят из прогрессивных нормативов полезного потребления и потерь энер-

гии, соответствующих условиям производства. Нормализованный баланс дает представление о прогрессивных изменениях в технологии и организации производства с учетом их влияния на энергобаланс, что способствует дальнейшему совершенствованию схемы энергоснабжения предприятия.

Основной задачей оптимального ЭБ заключается в определении варианта энергоснабжения предприятия, при котором план выпуска продукции выполняется с минимальными затратами. Для составления оптимальных ЭБ применяют следующие показатели: затраты на использование энергии в технологических и энергетических процессах производства. Такой вид баланса составляется на 5–7 лет и поэтому необходимо учитывать технико-экономические показатели производства, количество и вид используемых энергоносителей и других факторы.

Обе формы планирования применимы как по раздельности, так и вместе для любого вида промышленности. Используя их. можно выявить и оценить энергетические потери и резервы экономии энергоресурсов, а также определить мероприятия по реализации скрытых резервов экономии электроэнергии.

УДК 621.316

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

МИНАЧЕТДИНОВА А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Решение вопросов надежности и безопасности современных структурно-сложных технических систем и объектов осуществляется на всех стадиях жизненного цикла, от проектирования и создания, производства, до эксплуатации, использования и утилизации.

Знание порядка расчета надежности позволяет избежать многих ошибок при оценке надежности системы и выборе методов и рекомендаций, направленных на повышение надежности объекта исследования.

Существует большое количество методов расчета надежности.

Для расчета показателей надежности распределительной сети, предпочтительно применять следующие методы:

1) логико-вероятностные методы;

2) топологические методы;

3) методы, основанные на теории марковских процессов.

Сущность логико-вероятностного метода заключается в использовании функций алгебры логики (ФАЛ) для аналитической записи условий

работоспособности системы и переходе от ФАЛ к вероятностным функциям, объективно выражающим безотказность системы, т.е. с помощью логико-вероятностного метода можно описать схемы для расчета надежности с помощью аппарата математической логики с последующим использованием теории вероятностей при определении показателей надежности.

Топологические методы позволяют определять показатели надежности либо по графу состояний, либо по структурной схеме системы, не составляя и не решая уравнений. Граф состояний является одним из способов описания функционирования системы. В нем содержится вся информация о надежности системы.

Значение марковских процессов для теории надежности, особенно для решения задач прогнозирования характеристик надежности, очень велико. Преимуществами данного метода являются: большая универсальность и реализация на ЭВМ; возможность расчета динамики процесса во времени; наглядность графа состояний.

УДК 621.3:004.9

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА САМОЗАПУСК

МУХАМАТЯРОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Одним из основных требований потребителей электрической энергии является требование надежности. Надежность системы электроснабжения может быть повышена как за счет повышения надежности двигателей, так и за счет действия устройств релейной защиты и автоматики. Высоковольтные электрические двигатели напряжением $U_{ном}$ = 6÷10 кВ обычно при перерывах питания от сети не отключаются. Для них главная задача – обеспечение успешного самозапуска после кратковременного нарушения электроснабжения. При этом средства автоматизации обеспечивают должный эффект только в сочетании с самозапуском электродвигателей. Характер нагрузки и требования к самозапуску оказывают влияние на выбор схемы электроснабжения и устройств автоматизации. Процесс замазапуска асинхронного двигателя (АД) состоит из нескольких этапов – выбег с оценкой возможности самозапуска и собственно замозапуск (разгон и восстановление рабочего режима). Протекание этот главного этапа зависит от начального напряжения на выводах АД при самозапуске $U_{сз}$, иначе ос-

таточного напряжения на шинах секций и от степени заторможенности ЭД к моменту подачи напряжения, т.е. от скольжения *S*.

Определяющими нормативными документами показателями, обеспечивающими допустимость самозапуска, являются – допустимое снижение напряжения на шинах нагрузки, соотношение между электромагнитным моментом и моментом сопротивления, нагрев обмоток электродвигателя.

Таким образом, одно из условий успешности самозапуска определяется величиной остаточного напряжения в момент восстановления питания. Этим условием определялась постановка задачи исследования – влияния параметров двигателей и системы на напряжение двигателей в начальный момент собственно самозапуска. Составлена математическая модель асинхронного двигателя, позволяющая определять параметры по каталожным данным. В результате исследований использовались каталожные данные новых серий высоковольтных асинхронных электродвигателей и различные схемы подключения к сети.

УДК 621.311.61

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

МУЛЛАХМЕТОВ Ш.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

В настоящее время в России и в мире все большее внимание уделяется совершенствованию систем электропитания (СЭП) автономных электроэнергетических комплексов. Системы электропитания, являются одной из основных частей автономных объектов, определяют их энергетическое обеспечение, влияют на эффективность и срок активного функционирования. Поэтому с развитием в последнее время новых прогрессивных технологий появилась необходимость создания и применения в качестве источника питания СЭП линейных генераторов (ЛГ) малой и средней мощности с возвратно-поступательным движением. Отсутствие промежуточного механического звена в виде преобразователя движения обеспечивает более высокие технико-экономические показатели колебательных и вибрационных устройств и облегчает их интеграцию с рабочим органом. Такие устройства реализуют широкий диапазон механических частот колебаний и могут с успехом применяться во всех случаях, когда имеются вынуждающие механические колебательные движения или перемещения.

В большинстве транспортных средств происходит вибрация, выделяющаяся в виде тепла. С помощью линейного генератора энергия вибра-

ции может быть преобразована в электрическую энергию. Известен также тип ЛГ, приводимых в движение свободным поршнем ДВС. Такой тип генератора может использоваться как независимый источник питания, если мощность энергосистемы недоступна, а также может являться альтернативным силовым генератором для гибридных и электрических транспортных средств. Также применение ЛГ можно найти в преобразовании энергии морских или речных волн для питания сигнальных огней бакена. Токи, созданные генератором, будут проходить через выпрямители, стабилизаторы и сглаживающие элементы, которые могут служить для зарядки аккумуляторов или применяться как отдельный автономный источник электроснабжения.

Работа направлена на создания перспективного метода проектирования линейных генераторов.

УДК 621.3.072.3

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

МУХТАРОВ А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Выбор схем электрических соединений подстанций и сетей, как правило, производится на основании рекомендаций, приведенных в нормативных документах без количественной оценки их надежности. Кроме того, при выборе схемных решений по сетевым районам и подстанциям не учитывается появление новых видов высоконадежного электрооборудования, а, соответственно, возможное рациональное упрощение схем. Такое положение приводит к тому, что в ряде случаев принимаются неоптимальные, с точки зрения экономичности и надежности, решения. Поэтому актуальной остается задача разработки и совершенствования методик оценки надежности схем электрических соединений подстанций и количественных показателей надежности при сравнении различных вариантов схем.

Актуальность создания и совершенствования методик расчета надежности вызвана возникающей при выборе схем распределительных устройств неопределенностью. Нередко на основании действующих нормативных документов невозможно принять решение об окончательном выборе между несколькими рассматриваемыми вариантами.

Задача оценки показателей надежности сводится к расчету конкретных значений вероятностей безотказной работы схемы по информации об усредненных значениях параметра потока отказов для единицы оборудования и среднем времени его восстановления в течение определенного пе-

риода. Основными задачами, решаемыми при проектировании схем электрических соединений, в которых необходим учет надежности в виде ряда показателей или нормативов, являются:

– разработка требований и принципов управления схемой в нормальных и аварийных режимах;

– определение требований и оценка допустимости технического обслуживания и ремонта электрооборудования проектируемых энергообъектов по плановым и аварийным заявкам;

– получение достоверной информации о единичных показателях надежности нового оборудования;

– расчет комплексных показателей надежности основной проектируемой структуры энергообъекта.

УДК 621.316.1

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ SCADA

НАБИУЛЛИН Ф.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Существующая система телеметрии, сбора данных, диспетчеризации и управления имеющимся оборудованием в электрических сетях недостаточно хорошо интегрирована между частями данной системы, поэтому внедрение современных SCADA-систем существенно упрощает централизованное управление электрическими сетями, а соответственно уменьшает будущие затраты на обслуживание сетей.

Несмотря на большое разнообразие SCADA-систем на рынке, большинство из них имеет примерно одинаковый набор функциональных возможностей позволяющих выполнять основные требования, предъявляемые к верхнему уровню АСУ ТП. Набор стандартных функций в SCADA-системах обусловлен общим кругом задач при разработке систем автоматизации. Состав функций позволяющих выполнить полноценный проект, перечислен ниже:

1. Графический интерфейс. К ГИ можно отнести возможность упрощенного или детализированного отображения объектов системы, средств измерения физических параметров технологических объектов (ТО).

2. SCADA системы позволяют вести архив измерений, событий и аварийных ситуаций, происходящих на ТО, с отображением изменений информации в окне временного тренда.

3. Упрощенный язык составления алгоритмов управления, математических вычислений.

4. Драйвера устройств и оборудования согласованной работы со SCADA системой, находящихся на нижнем и среднем уровнях АСУ ТП, такие как датчики, вторичное оборудование контроллеры.

5. Поддержка других языков программирования высокого уровня (Visual C++, VBA, VB).

6. Средства защиты от несанкционированного доступа.

УДК 621.31

РАЦИОНАЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПУТЕМ РАЗДЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С РАВНОМЕРНЫМ ГРАФИКОМ НАГРУЗКИ

НИЗАМИЕВА Н.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

Около 70 % всей вырабатываемой электроэнергии в стране потребляется промышленными предприятиями (ПП), из них почти половина идет на ПП средней мощности (СМ).

На ПП СМ, работающих в две или одну смены (в условиях трудной экономической ситуации многие ПП переходят на односменную работу или на сокращенную рабочую неделю), такой режим работы ПП требует возможности отключения неработающего оборудования и части силовых трансформаторов цеховых подстанций в нерабочее время. При малой загрузке цеховых трансформаторов в системе электроснабжения (СЭС) возникают дополнительные потери электроэнергии (ЭЭ) в период между рабочими сменами. А в связи с быстрым ростом стоимости ЭЭ задача ее экономии, в том числе и в нерабочее время оборудования встает еще острее.

В то же время, по существующим правилам проектирования, все потребители ЭЭ получают питание от одних и тех же цеховых трансформаторов. Поэтому последние должны быть круглосуточно включены. Это обусловлено тем обстоятельством, что до 90-х гг. ЭЭ была весьма дешевая, а оборудование значительно дороже, поэтому такая схема считалась по затратам предпочтительнее.

В последующее время стоимость ЭЭ возросла, возросла и стоимость электрооборудования предприятий до мировых цен. Поэтому совместное питание нагрузок стало не всегда целесообразным.

Можно создать такую методику выбора рациональной СЭС, на основании которой можно разработать СЭС, удовлетворяющую требованиям надежности, качества ЭЭ и минимума потерь ЭЭ в СЭС ПП средней мощности. При этом автоматизация расчетно-экспериментальных исследований по определению расчета потерь ЭЭ в СЭС ПП даст возможность снизить трудоемкость расчетов, повысить обоснованность принимаемых решений за счет углубленных расчетов структурной надежности СЭС ПП на ЭВМ.

УДК 621.31

МЕТОДЫ ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ

НИКОЛАЕВА Т.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

При анализе режимов электроснабжения любого действующего промышленного предприятия в некоторых случаях необходим учет случайного характера электрических нагрузок.

Для расчета режимов обычно используются статистические модели графиков, основанные на экспериментальном исследовании реальных графиков нагрузки.

Для выявления закономерностей случайных процессов обычно проводятся исследования режима электропотребления цехами, производствами крупного промышленного предприятия. Статистическими методами обрабатываются суточные графики потребления активной и реактивной мощности продолжительностью не меньше семи суток, а также годовые графики электропотребления.

Графики потребления реактивной мощности для большинства производств подобны графикам активной мощности. Корреляционная взаимосвязь между ними весьма существенна.

Анализируя процесс потребления реактивной мощности можно отметить, что интервалы эргодичности активной и реактивной мощности совпадают, реактивные нагрузки хорошо описываются нормальным законом распределения, а поэтому графики активных и реактивных нагрузок можно исследовать аналогичными методами.

Электропотребление крупных промышленных предприятий характеризуется наличием длительных интервалов стационарности, что позволяет значительно сократить объем экспериментальных исследований нагрузок и

повысить эффективность математических методов в системах электроснабжения.

Вероятностно-статистическая модель электрических нагрузок комплексного узла электроснабжения позволяет определить основные вероятностные характеристики нагрузок по технологическому составу потребителей электроэнергии и их средней мощности.

УДК 621.311.13

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

НУРГАЛИЕВА Э.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Развитие предприятий и расширение объемов их деятельности приводит к росту потребления электроэнергии. В свою очередь, это приводит к необходимости развития системы энергоснабжения и экономного использования электроэнергии. Одним из способов повышения экономичности работы электрических сетей и электроприемников, а также обеспечения технических требований к качеству электрической энергии в соответствии с действующими нормами является регулирование напряжения в электрических сетях.

Статические компенсаторы реактивной мощности (СКРМ) являются перспективным средством рациональной компенсации реактивной мощности в силу присущих им положительных свойств, таких, как быстродействующее регулирование, подавление колебаний напряжения, симметрирование нагрузок и так далее СКРМ в отличие от вращающихся компенсаторов реактивной мощности могут быть выполнены на любое напряжение без ограничения. Также они способны не только компенсировать избыточную реактивную мощность, но и выдавать ее электроприемникам.

Статические компенсаторы реактивной мощности превосходят синхронные компенсаторы по технико-экономическим показателям. Например, при экономическом сопоставлении СКРМ и синхронных компенсаторов для номинальной мощности 30 МВ·А выявлено, что расчетные затраты для СКРМ на 10–15 % меньше затрат для синхронного компенсатора.

В настоящее время уделяется большое внимание разработке статических компенсаторов реактивной мощности и их освоению, как в нашей стране, так и за рубежом. Для дальнейшего совершенствования схем СКРМ необходимо разработать технические требования к единой серии реакторов для компенсации реактивной мощности и к фильтровым реакторам, определить области их применения и типы исполнения.

УДК 621.313

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

НОГМАНОВА Д.Р., КГЭУ, Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Вопросы энергоэффективности являются приоритетными практически для всех стран мира. Для России они особенно актуальны, поскольку структура ее экономики характеризуется высокой долей энергоемких производств. В этой связи в нашей стране принят ряд законодательных актов, направленных на повышение эффективности использования энергетических ресурсов.

Энергоэффективные мероприятия можно разделить на две группы: технические и организационные. Максимальный энергоэффективный эффект достигается при внедрении как технических так и организационных мероприятий.

Внедрение энергоэффективных мероприятий целесообразно начинать с организационных с последующим внедрением технических, финансируемых за счет экономии средств, полученных после внедрения организационных мероприятий. Поэтому повышение энергоэффективности промышленного предприятия должно стать одним из определяющих сторон экономической политики предприятия. Сегодня также особое внимание приобретает оценка эффективности энергосбережения, которую следует учитывать при дальнейшей разработке планов мероприятий по повышению показателей энергоэффективности предприятия.

Основными целями выполнения программы мероприятий по повышению энергоэффективности предприятия являются:

– увеличение эффективности использования энергоресурсов на единицу продукции предприятия;

– уменьшение финансовых затрат за счет снижения платы за энергоресурсы, топливо;

– получение дополнительной прибыли за счет уменьшения платы за энергоресурсы и увеличение региональных и местных бюджетов за счет дополнительных поступлений налогов.

УДК 621.311.61

ПРИМЕНЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

ПЕТРОВ Т.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Накопление энергии является перспективным направлением в современной электроэнергетике. Основным элементом системы накопления является накопитель энергии.

В качестве накопителя в основном используется аккумуляторные батареи, но на данный момент имеются альтернативы. Одна из них – кинетические накопители энергии. Таким образом, цель данной работы – выбрать оптимальные сферы применения кинетических накопителей.

Кинетический накопитель состоит из маховика, мотор – генератора, управляющего блока, корпуса, подшипниковых узлов конструкции и опорной конструкции.

Использование КНЭ дает такие плюсы, как быстродействие, возможность буферного накопления и резервирование наиболее важных потребителей. На основании перечисленных плюсов кинетические накопители могут решить такие проблемы, как перебои в энергоснабжении и отсутствие возможности перераспределения энергии по времени суток.

При расчете эффективности зарядных циклов кинетических накопителей и аккумуляторных батарей получаем, что за период в 20 лет, или за 3500 циклов, при зарядке один раз в два дня кинетический накопитель (запасаемая энергия – 25 МДж) потеряет 1137,5 кВт·ч, а батарея – 8333 кВт·ч, или в 7,3 раза больше. То есть, эффективность НКЭ на этапе зарядки в 7,3 раза больше, чем у АКБ.

Результатом исследования является вывод, что при правильном использование сильных сторон данных устройств, и рациональном выборе области применения, то возможно получить экономическую выгоду в сравнении с аккумуляторными батареями.

УДК 621.3.072.3

АВТОНОМНЫЙ КОНДИЦИОНЕР. ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРА FASTWEL

ПЕТРОВ С.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦВЕТКОВ А.Н.

Автономный кондиционер является перспективным направлением – это агрегат, выполняющий функцию кондиционирования воздуха, пред-

ставляющий собой законченную структуру, включающую все компоненты, необходимые для полнофункциональной работы. Автономные кондиционеры как маленькие, так и крупные производительностью десятки тыс. $м^3$/ч – удивительное сочетание «в одном флаконе» новейших достижений холодильной и вентиляционной техники, средств управления, решений по энергосбережению. Многие десятилетия они непрерывно совершенствуются. В результате в настоящее время «сложились» три основных группы таких кондиционеров: так называемые «обычные» (бытовые, полупромышленные), выполняющие комфортно-технологические задачи и поддерживающие температуру воздуха (влажность в интервале); так называемые прецизионные, обеспечивающие поддержание температуры и влажности в массе объекта (детали, изделия), с малыми отклонениями; так называемые специальные (для таких объектов, как залы ЭВМ, операционные, краны, камеры испытания, строительные и дорожные машины, автомобили, железнодорожные вагоны и др.).

Актуальность совершенствования такие системы компактны и дешевле, чемцентральные СКВ, оснащаемые водоохлаждающими машинами (чилерами), а также энергосбережение. Для автономного кондиционера бцдем использовать контроллер FASTWEL 1/0, российский модульный программируемый логический контроллер для жестких условий эксплуатации. Он будет контролировать, поддерживать бесперебойную работу кондиционера и поддержание заданных параметров температуры.

Результатом исследования является вывод, что при правильном подборе компонетнов кондиционера и написании алгоритма работы, возможно получить долгий срок службы и качественную и экономичную обработку воздуха в помещениях, требующих поддержания заданных параметров среды

УДК 621.311

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОМПЛЕКТНЫХ УСТРОЙСТВ

РИЗВАНОВ Р.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Создание современного электротехнического комплекса невозможно без низковольтных комплектных устройств (НКУ), которые применяются для управления, распределения, защиты, измерения и сигнализации. НКУ являются неотъемлемыми составными частями структуры всех современ-

ных электротехнических систем промышленных и сельскохозяйственных предприятий, в связи с чем они должны обеспечивать эффективное и безопасное распределение электроэнергии.

В настоящее время при проектировании электротехнических шкафов, панелей, пультов все более широко используются средства автоматизации проектирования. Это обусловлено тем, что, наряду с творческой инженерной частью проекта, связанной с разработкой принципиальных электрических схем и компоновки аппаратуры на металлоконструкции, всегда присутствует большой объем рутинной работы по подготовке монтажно-коммутационных схем.

Часто под автоматизацией проектирования понимается лишь черчение принципиальных и монтажных схем в среде универсального графического редактора (наиболее распространен AutoCAD). Но использование компьютера лишь в качестве автоматизированного кульмана для подготовки отдельных чертежей не дает большого эффекта, так как большинство САПР для проектирования НКУ не позволяют проводить расчет для выбора электротехнических устройств и проверку их в нормальных режимах и при КЗ.

Исходя из вышеизложенного, для практических инженерных расчетов необходимо разработать программное обеспечение для выбора и проверки аппаратов в нормальных режимах и при КЗ.

УДК 621.311:681.5

ИНФОРМАЦИОННО ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА WEB-ДИСПЕТЧЕР

САБИТОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

В настоящее время особое внимание уделяется электрической и тепловой энергии. Для этого разрабатываются новые энергоэффективные технологии. Одной из таких является Web-диспетчер, которая позволяет осуществлять контроль текущего состояния приборов учета (электроэнергии, газа, тепла, воды) и сбора информации с большого количества объектов, с помощью использования современных интернет-технологий.

В качестве оборудования для сбора и передачи данных с узлов учета используются GSM/GPRS модемы с возможностью программирования под различные типы устройств. Возможность программирования модема позволяет проводить предварительную обработку информации с источника, временное хранение данных во flash-памяти модема, формировать сигналы

нештатных ситуаций, в том числе и SMS-сообщение об их возникновении. Каждый модем, подключенный к вычислителю на узле учета, передает информацию на сервер по расписанию или по команде пользователя. На сервере происходит обработка и сохранение полученных данных.

Следующая немаловажная задача – это передача накопленной информации пользователям. В подобных системах пользователями могут быть люди с различными уровнями доступа, с различным территориальным расположением. К тому же пользователь может иметь при себе только сотовый телефон (с доступом в Интернет) или переносной компьютер – ноутбук и ему необходимо получать оперативную информацию. Для этого нет необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение на каждом компьютере, чтобы получить информацию из базы данных. Достаточно лишь иметь стандартный пакет программ, выход в сеть Интернет и пароль доступа к информации. Все экраны пользователя формируются на сервере в виде Web-страниц, в том числе графики, таблицы, мнемосхемы и даже отчетные формы которые затем можно распечатать на принтере.

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В СРЕДЕ MATLAB (SIMULINK)

САДЫКОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САФИН А.Р.

Целью научно-исследовательской работы является моделирование системы электроснабжения для анализа и расчета показателей качества электроэнергии.

Преимуществом пакета программ MATLAB по сравнению с другими математическими пакетами для моделирования электрических схем является наибольший выбор алгоритмов как с переменным, так и с установленным шагом расчета. Это дает возможность сократить время расчета при обеспечении высокой точности за счет подбора более близкого алгоритма.

Для работы над поставленной целью необходимо разработать виртуальную модель, в которой будут оценены такие показатели как: коэффициенты искажения синусоидальности кривой тока, несимметрии тока по обратной последовательности и нулевой последовательности.

В данной модели нагрузка моделируется двумя блоками. Один блок моделирует нелинейную нагрузку (трехфазные диодные выпрямители, подключенные через трансформаторы), другой – несимметричную актив-

но-индуктивную нагрузку. В модели предусмотрена возможность изменения характеристик каждого из элементов.

В качестве модели устройства фильтрации высших гармоник предлагается разработать блок, состоящий из IGBT-транзисторов, катушек индуктивностей, конденсаторов и системы управления.

Для оценки эффективности функционирования разрабатывающейся модели устройства фильтрации высших гармоник возможно проверить ее работу на различных режимах нагрузки. Также можно выполнить оценку качества фильтрации кривой тока.

Методика, основанная на итерационных методах вычислений, дает возможность выбрать основные параметры устройства повышения качества электроэнергии с учетом образующихся между ними связей.

Виртуальная модель устройства фильтрации высших гармоник и его системы управления на основе библиотеки Simulink программного комплекса MATLAB даст возможность произвести оценку качества фильтрации кривой тока при различных негативных факторах со стороны нагрузки.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ВНУТРИЦЕХОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

СЕРПИОНОВА Т.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Потери электроэнергии какого-либо участка цеховой сети определяются по выражению:

$$\Delta W = 3 \cdot K_{\text{ф}}^{2} \cdot I_{\text{ср}}^{2} \cdot R_{\text{э}} \cdot T ,$$

где $K_{\text{ф}}$ – коэффициент формы графика нагрузки; $I_{\text{ср}}$ – среднеквадратичный ток линии; $R_{\text{э}}$ –эквивалентное сопротивление линии; T – расчетный период определения потерь электроэнергии.

Для определения потерь электроэнергии исследованы параметры электрооборудования схемы участка ремонтно-механического цеха, потребителями которого являются универсально-фрезерные, токарные и настольно-сверлильные станки.

Для оценки величины потерь электроэнергии определены активное и реактивное эквивалентные сопротивления схемы. Под эквивалентным со-

противлением участка сети подразумевается сопротивление неразветвленной линии, ток которой равен току фидера на головном участке фидера сети, а потери равны фактическим потерям в фидере и всех его присоединениях.

В результате исследования определены значения эквивалентных сопротивлений без учета нагрева провода и сопротивлений с учетом нагрева.

График суточной нагрузки характеризуется коэффициентом формы $K_{\text{ф}}$ который равен 1,03.

По $K_{\text{ф}}$, который определен по суммарному графику нагрузки и при среднем числе рабочих часов T = 24 ч определены потери электроэнергии участка сети за характерные сутки. Так, потери без учета нагрева проводов составили ΔW = 2045,7 Вт·ч, с учетом нагрева – ΔW = 2252,2 Вт·ч. Погрешность вычислений при этом равна 8,56 %.

Как показали исследования, при анализе структуры и величины потерь электроэнергии в линиях цеховых сетей необходимо учитывать нагрев проводников, обусловленный прохождением тока нагрузки через проводники и температурой окружающий среды, и вид графика нагрузки.

УДК 621.3:004.9

ВЛИЯНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ НА ОСТАТОЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ШИНАХ 10 КВ ПРИ ПЕРЕРЫВЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

СИРАЗУТДИНОВ Ф.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Стандартные асинхронные двигатели (АД) наиболее распространены в промышленности. Это обусловлено простотой их конструкции, очень высокой надежностью в эксплуатации, стандартизацией и высоким коэффициентом полезного действия. Фактически они имеют только два недостатка: большой пусковой ток (5–7 $I_{\text{ном}}$) и ограниченные возможности регулирования частоты вращения. Одной из тенденций в области энергосберегающих технологий последних лет является применение частотно-регулируемых приводов (ЧРП) на основе АД с полупроводниковыми преобразователями частоты, снижающих потребление электрической энергии, повышающих степень автоматизации, удобство эксплуатации оборудования и качество технологических процессов.

При перерыве электроснабжения роторы двигателей продолжают вращаться по инерции, генерируя в сеть ЭДС вращения. При этом кинетическая энергия расходуется на преодоление всех видов сопротивлений движению. Поэтому скорость электродвигателя через промежуток времени, в течение которого будет израсходована вся кинетическая энергия, становится равной нулю. Такая остановка электродвигателя при движении по инерции называется свободным выбегом.

Исследование процессов на шинах 10 кВ при одновременном выбеге нескольких разнородных двигателей (что, как правило, имеет место на практике), представляется актуальным, поскольку позволит получить более точное представление о факторах поддержания состояния электросети и в дальнейшем обосновать структуру в режиме свободного выбега при аварийном отключении напряжения.

В описании процессов, происходящих при одновременном отключении двигателей, не учитывается изменение скорости вращения роторов АД различных типов и мощности с течением времени, что является существенным фактором. В работе рассматривается процесс изменения остаточного напряжения на обмотках статора при перерыве питания, обусловленного взаимовлиянием ЭДС вращения АД разной мощности и скорости вращения ротора в режиме выбега.

УДК 621, 315

НЕРАЗРУШАЮЩАЯ ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6–35 КВ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

СУЛЕЙМАНОВ Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Контроль технического состояния кабельных линий (КЛ) с помощью испытаний изоляции повышенным напряжением в настоящее время практически не осуществляется. Большинство эксплуатируемых линий выработали паспортный ресурс эксплуатации, следовательно, накопили множество проблем в изоляции по всей длине. Поэтому производство испытаний повышенным напряжением зачастую ведет к пробою изоляции, а не редко и к выходу из строя, вскоре после таковых испытаний. С целью обновления сетей широко стали использоваться кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, паспортный ресурс которых составляет до 40 лет, а практически линии выходят из строя в период до 5 лет.

Причиной выхода из строя линий является отсутствие в России достоверных способов неразрушающей диагностики силовых кабельных ли-

ний, и последующего своевременного выполнения ремонтных работ поврежденных участков.

Все эти проблемы решает неразрушающая диагностика в кабельных сетях напряжением 6–35 кВ методом частичных разрядов (ЧР). Перед началом диагностирования (КЛ) отсоединяется с двух сторон, затем производится калибровка системы. После каждая фаза КЛ последовательно заряжается в течение нескольких секунд постоянным напряжением до выбранной величины и подключается через резонансную катушку к заземленному экрану кабеля. В процессе разрядки КЛ возникают затухающие синусоидальные колебания. Бегущая волна инициирует ЧР в изоляции кабеля, которые фиксируются и сохраняются в памяти компьютера для последующей обработки с целью определения амплитуды и местоположения частичных разрядов по длине кабельной линии.

Метод ЧР активно внедряется в практику эксплуатации силовых КЛ. К сожалению, этот метод достаточно сложный и наукоемкий. В планах создание программных продуктов для анализа результатов диагностик, что позволит рядовому инженеру пользоваться этим методом, хотя стандарт предприятия по применению метода ЧР, с критериями анализа и оценки уже имеется. Пока анализ и экспертиза технического состояния попрежнему требует участия специалистов высшей квалификации.

УДК 621.3:004.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА ПОДПИТКИ ОТ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ТРЕХФАЗНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ, УЧИТЫВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ТУИТЯРОВ А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Согласно ПУЭ при выборе аппаратов и проводников должно учитываться влияние на токи короткого замыкания (КЗ) присоединенных к данной точке сети асинхронных электродвигателей (АД). При трехфазном коротком замыкании АД переходит в генераторный режим, вращаясь по инерции. У асинхронного двигателя при переходном процессе генерируемый ток за время отключения масляного выключателя, которое составляет приблизительно 0,15–0,2 с, спадает практически до нуля. Высокое быстродействие релейной защиты приводит к тому, что токовая отсечка будет реагировать в начальный момент на апериодическую составляющую тока КЗ от АД.

Следовательно, в расчетах тока отключения выключателей следует учитывать эту составляющую. Влияние тока КЗ от АД существенно при определении ударного тока КЗ в месте подключения двигателя.

При исследовании электромагнитного переходного процесса при КЗ учитывалось влияние параметров внешней сети (КЗ на шинах центра питания при удаленных АД), фазы включения, коэффициента мощности и особенностей конструкции.

Поскольку расчет переходного режима является достаточно трудоемким процессом, составлена программа на языке Visual Basic for Applications с использованием пользовательской формы (User form), т.е. со своим интерфейсом и элементами управления, что позволяет упростить ввод и вывод данных для расчета. Вывод данных производится непосредственно в таблицы Microsoft Excel, а графики строятся автоматически. Еще одним существенным достоинством VBA является относительная простота перепрограммирования тела программы, встроенность его в различные программные продукты (AutoCAD, SolidWorks).

Также данную программу можно использовался для изучения переходного процесса при трехфазном коротком замыкании при отсутствии нагрузки на шинах 6–10, т.е. при работе системы на холостом ходу.

УДК 621.315.2:658.562

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНСА УГЛА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ КАБЕЛЕЙ

ТУРУНОВ А.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Диэлектрические потери – это электрическая мощность, затрачиваемая на нагрев диэлектрика, который находится в электрическом поле.

На практике чаще всего для определения рассеивания энергии диэлектриком в электрическом поле, применяют угол диэлектрических потерь или тангенс угла диэлектрических потерь.

Диэлектрические потери имеют важное значение для изоляционных материалов, которые используются в установках высокого напряжения, в высокочастотных аппаратах. В высоковольтных, высокочастотных устройствах это имеет особое значение, так как большие диэлектрические потери в электроизоляционном материале вызывают сильный нагрев изготовленного из него изделия и могут привести к его тепловому разрушению.

Нахождение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) в кабелях позволяет локализовать повреждения или дефекты изоляции, перед тем, как само повреждение уже случится и эту проблему придется устранять дорогими и занимающими много времени работами.

Этот метод диагностики является гораздо лучшим и эффективным методом, чем например, испытание кабелей повышенным напряжением. Если процесс проверки тангенса диэлектрических потерь кабельной изоляции осуществлять в установленные промежутки времени, то это может стать основой для прогнозирующей программы, по которой можно обслуживать кабели и кабельные линии.

Также измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) позволяет определить наиболее проблемные кабели, требующие повышенного внимания; разработать оптимальную стратегию модернизации кабельного хозяйства сетевых предприятий.

УДК 621.3.027

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ АППАРАТОВ ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

ТУХФАТУЛЛОВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

В современной энергосистеме часто возникают аварийные ситуации, в связи с чем, оценка надежности отдельных видов электрических аппаратов, поиск путей повышения надежности при эксплуатации и проектировании систем электроснабжения является основными задачами.

В электрических сетях среднего напряжения активно применяются нелинейные ограничители перенапряжения (ОПН) для защиты изоляции электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений. ОПН является частью электроустановки и постоянно находится под рабочим напряжением сети и возникающими перенапряжениями. Отказ или повреждение ОПН может вызвать нарушение работоспособности части или всей защищаемой электроустановки, что может привести к нарушению технологического процесса, угрожать жизни и здоровью рабочего персонала.

Важно правильно выбрать ОПН, в соответствии с реальными энергетическими нагрузками в месте его установки на стадии проектирования, и решить задачу диагностики в процессе эксплуатации.

Таким образом, исследование надежности аппаратов защиты от перенапряжения является актуальной темой в современных условиях.

Целью магистерской диссертации является разработка инженерного метода оценки, анализа и контроля надежности ОПН. Для достижения этой цели были поставлены следующие основные задачи:

1. Анализ причин нарушения работы ОПН.
2. Статистическая обработка данных результатов экспериментальных исследований.
3. Анализ вероятностных моделей для оценки надежности.
4. Разработка инженерной методики оценки надежности.
5. Реализация разработанной методики с помощью программных средств.

УДК 621.315

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТПАЕК ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА НИХ

ФАЗЫЛОВ И.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Одной из важных задач эксплуатации воздушных линий является быстрое определение места короткого замыкания (КЗ) и проведение ремонтно-восстановительных работ. При большой протяженности и разветвленности распределительных сетей указанная задача может эффективно решаться только при использовании специальных технических средств, определяющих короткое замыкание и поврежденное ответвление.

Ранее для решения данной задачи использовались датчики типа УПУ и УКЗ, регистрирующие прохождение тока короткого замыкания с ручным возвратом после срабатывания. Данные датчики не имели оборудования передачи данных в пункт управления, и требовался обход линий электропередач (ЛЭП) для возврата в исходное положение датчиков после каждого успешного АПВ.

Для дистанционной передачи информации о КЗ и об отпайках ЛЭП на длительные расстояния нами разработана модель датчика, который позволяет передать сигнал на приемник и далее выполнить его цифровую обработку и вывод на дисплей.

Датчик устанавливается непосредственно на линии электропередачи, на каждой отдельной отпайке. Питание датчика автономное и не требует применения аккумуляторных батарей. Передача сигнала производится по GSM-каналу связи.

Данный прибор мог бы многократно повысить надежность электроснабжения потребителей, снизив время отыскания мест КЗ.

УДК 621.315

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ С ПОМОЩЬЮ CPDA

ФАЗЫЛОВ И.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Управление процессом проведения измерений, в целях безопасности, производится дистанционно с ноутбука, с использованием стандартного беспроводного интерфейса WI-FI. Хранение, анализ и обработка сигналов ЧР осуществляется в ноутбуке и может проводиться как на месте испытаний, так и в офисе.

Для проведения диагностики состояния изоляции кабельная линия в течение нескольких секунд заряжается небольшим током от встроенного источника до заданного значения напряжения, а затем через резонансную катушку разряжается с помощью электронного переключателя на землю.

В результате в цепи, состоящей из емкости контролируемого кабеля и индуктивности катушки, возникает резонансный процесс. На кабельную линию воздействует синусоидальное затухающее переменное напряжение (DAC) с частотой колебаний от 50 до 1000 Гц, в зависимости от емкости испытуемого объекта (длины кабельной линии).

Осциллирующее (затухающее) напряжение воздействует на испытуемый объект менее одной секунды, поэтому не оказывает отрицательного влияния на состояние изоляции и не повреждает кабель.

Техническое состояние кабельной линии определяется по результатам измерения и анализа разрядов при помощи встроенной экспертной системы PD-Expert. Оцениваются следующие параметры:

– наличие и уровень частичных разрядов;
– напряжение возникновения разрядов;
– место возникновения разрядов;
– тип дефекта в изоляции.

УДК 621.3.072.3

ОПТИМИЗАЦИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ В РАЗЛИЧНЫХ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЯХ

ФЕДОРОВА О.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ДЕНИСОВА Н.В.

Оптимизация подразумевает под собой модификацию системы для

улучшения ее эффективности и более удобного использования. Одной из главных задач оптимизации световой среды является повышение энергоэффективности.

Энергоэффективное освещение – вопрос огромной важности. Сегодня около 19 % мирового потребления электроэнергии приходится на долю искусственного света. Только благодаря оптимизации систем освещения можно значительно сократить объем выбросов CO_2.

В комплекс мер по оптимизации световой среды входят:

– применение энергосберегающих светильников и ламп (светодиоды, компактные дуговые люминесцентные лампы со встроенной в цоколь пускорегулирующей аппаратурой),

– покраска стен и потолков отражающей краской для более эффективного использования естественного и искусственного освещения,

– модернизация систем управления освещения (дистанционное управление светом, управление светом по датчику движения, по событиям, по расписанию, использование световых сцен, управление шторами и жалюзи).

Система «умный дом», благодаря интеллектуальному автоматическому управлению освещением, позволяет значительно увеличить срок службы ламп и снизить использование электроэнергии до 40 %, избежать аварий.

Таким образом, модернизация старой системы освещения, как правило, снижает потребление энергии и эксплуатационные расходы до 30 %. Использование интеллектуальных систем управления освещением совместно с системами датчиков присутствия и регулированием силы света в зависимости от дневного освещения может обеспечить экономию до 70 %.

УДК 621.316

ДИАГНОСТИКА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

ХАБЕТДИНОВА М.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

В настоящее время техническое состояние силовых кабельных линий контролируется, в основном, по состоянию изоляции. Метод ЧР является

наиболее интересным и перспективным методом на сегодняшний день в диагностике изоляции электрооборудования.

Частичный разряд (ЧР) – это частичный электрический пробой в диэлектрическом материале, который возникает в газовых и водяных включениях внутри изоляции, в результате чего образуется пространство между проводником и экраном. Измерение ЧР может проводиться как в режиме on-site, так и в режиме off-site.

Измерение частичных разрядов и определение их источника позволяет существенно повысить достоверность диагностики изоляции кабелей тем, что выявляет места и участки с явно выраженной дефектностью изоляции. Метод измерения частичных разрядов, в свою очередь, обеспечивает получение достоверной информации об ошибках монтажа или изменениях электрических свойств какого-либо участка изоляции кабеля, которые еще не привели к пробою.

Сущность одного из методов измерения частичных разрядов заключается в следующем: момент появления частичного разряда в кабельной линии возникает два коротких импульсных сигнала, длительности которых десятки-сотни наносекунд. Эти импульсы распространяются к разным концам кабельной линии. Измеряя импульсы, достигшие начала кабеля, можно определить расстояние до места их возникновения и уровень.

Необходимо учитывать существенные трудности в регистрации и анализе измеренных ЧР, связанные с их малой величиной (от единиц пикокулон), широким частотным спектром и большим разбросом по длительности, фазе и фронту. Наличие помех от работающего оборудования, наводки на ЧР в одном элементе на измерения в других требуют специальных методов регистрации, шумоподавления и дальнейшего «разбора», для того чтобы сделать достоверный вывод о наличии, характере и локализации повреждения.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ОБМОТОК СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ГРАФИКАМИ НАГРУЗКИ

ХАМИДУЛЛИН В.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГРАЧЕВА Е.И.

Целью исследования является оптимизация температуры обмоток силовых трансформаторов.

В нормальных условиях работы силовые трансформаторы должны обеспечивать надёжное питание всех электроприемников. Для этого следует обеспечить экономически целесообразный режим работы и резервирование источника питания приёмников. В нормальных условиях эксплуатации режим загрузки трансформаторов не должен вызывать сокращение срока службы изоляции обмоток. Поэтому возникает задача исследования температурных режимов трансформаторов для различных режимов их загрузки. Для этого мы исследовали пять характерных суточных графиков загрузки промышленных предприятий, и сравнили работу трансформатора ТМН 6300-110/10 на пяти различных предприятиях. Рассчитали его температуру наиболее нагретой точки, в зависимости от температуры охлаждающей среды. При ступенчатом росте нагрузки появляется переходная нагрузка, при которой температура наиболее нагретой точки трансформатора превышает предельную (98 °С). При постоянной нагрузке в течение суток температура наиболее нагретой точки трансформатора остаётся в пределах допустимой и не превышает 98 °С. Для оптимизации эксплуатационного режима силового трансформатора, при росте нагрузки, следует либо снижать температуру охлаждения, либо отключать неответственные потребители.

Для решения этого круга вопросов требуется вычисление следующих показателей:

– определение температуры наиболее нагретой точки обмоток трансформатора;

– определение сокращения срока службы силового трансформатора.

УДК 621.3:004.9

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА СООТНОШЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ ВРЕМЕНИ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ ЗАМЫКАНИИ

ХАСАНОВ И.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАЛЕЕВА Р.У.

Одним из условий надежного функционирования системы электроснабжения является обеспечение успешного самозапуска ответственных механизмов после отключения короткого замыкания и работы автоматического ввода резерва (АВР). Протекание переходного процесса в асинхронном двигатели (АД) при коротком замыкании (КЗ) в системе электроснабжения в точке удаленного подключения АД в значительной степени зави-

сит от соотношения между тормозным генераторным электромагнитным моментом АД $M_{эл.кз}$ и моментом сопротивления механизма M_c.

Скорость изменения частоты вращения АД в процессе выбега при КЗ и последующем перерыве питания при отключении в значительной степени определяет остаточное напряжение на шинах двигателя в момент включения на резервную шину и время самозапуска. При напряжении на статорной обмотке АД $U \neq 0$ переходные процессы определяются как вынужденными, так и свободными составляющими режима, при $U = 0$ – только свободными. В любом случае происходит уменьшение частоты вращения АД под воздействием тормозного и электромагнитного моментов.

Электромеханическая постоянная Tj определяется моментами инерции агрегата – «двигатель $Tj_{дви}$ механизм $T_м$», конструктивными особенностями и типом двигателя, механизма и является постоянной величиной. В свою очередь постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ АД T'_d (при $U = 0$) и постоянных времени затухания периодической T'_d и апериодической T_a составляющих тока КЗ (при $U \neq 0$) определяются параметрами схемы замещения синхронного двигателя и схемой его подключения к шинам источника питания.

В результате исследования были рассмотрены различные схемы подключения АД и влияние параметров сети и двигателя на соотношение постоянных времени – электромагнитной и электромеханической.

УДК 621.315.232

ДИАГНОСТИКА КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

ШАЙДУЛЛИН А.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Кабельные линии непосредственно после их сооружения и в процессе эксплуатации подвергаются разнообразным испытаниям, с помощью которых выявляются ослабленные места или дефекты в изоляции и защитных оболочках кабелей, соединительной и концевой арматуры и других элементах кабельных линий. Причины возникновения таких ослабленных мест весьма различны. Они могут возникать при изготовлении кабеля и арматуры на заводе из-за конструктивных недостатков кабеля и арматуры, при небрежной прокладке кабельных линий, при некачественном выполнении монтажных работ. Ослабленные места выявляются в процессе экс-

плуатации КЛ, так как со временем наблюдается старение изоляции кабелей и коррозия их металлических оболочек.

Мною был выбран метод диэлектрических потерь, так как измерение тангенса угла диэлектрических потерь в кабеле позволяет обнаружить дефекты изоляции кабеля до того, как сама проблема случится и придется ее устранять высоко затратными и отнимающими много времени работами. Тангенс угла диэлектрических потерь быстро измеряется с сохранением результата измерения в памяти прибора вместе с полным описанием тестируемого кабеля. Данная установка позволяет проводить плановое тестирование и объединить диагностический тест с простым испытанием кабеля высоким постоянным или переменным напряжениями, обеспечивая тем самым действительно «эффективное» СНЧ тестирование. Если этот процесс осуществляется через установленные промежутки времени, измерение тангенса угла диэлектрических потерь может стать основой для прогнозирующей программы при обслуживании кабельных линий.

УДК 621.316

К ВОПРОСУ ОБ УСТРОЙСТВЕ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

ШАЙХУТДИНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. САИТБАТАЛОВА Р.С

УЗО, или устройства защитного отключения, являются дополнительным средством защиты человека от поражения электрическим током. Кроме того, они осуществляют защиту от возгорания и пожаров, возникающих вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования. При нарушении нулевого уровня изоляции, прямом прикосновении к одной из токоведущих частей или при обрыве защитных проводников УЗО является практически единственным быстродействующим средством защиты человека от поражения электрическим током.

УЗО оказывается полезно при повреждении изоляции проводов в электроприборах, неосторожном обращении с электропроводкой или электроприборами. Короткие замыкания, как правило, развиваются из дефектов изоляции, замыканий на землю, утечек тока на землю (ситуация, когда часть тока не возвращается в УЗО) и т.д.

УЗО отслеживают утечку тока и предотвращают короткое замыкание, отключая электроустановку от источника питания и тем самым предотвращая недопустимый нагрев проводников, искрение и последующее возгорание. С момента возникновения утечки тока автоматическое отклю-

чение всех фаз аварийного участка электроцепи производится за время, как правило, не превышающее период в 0,03–0,3 с в зависимости от тока утечки. Говоря простым языком, УЗО сравнивает ток, ушедший в квартиру, с током, который вернулся из квартиры. Если эти токи оказываются разными, УЗО отключает напряжение.

В настоящее время сотни миллионов УЗО успешно защищают жизнь и имущество людей от электропоражений и пожаров. Сегодня УЗО является обязательным элементом любой электроустановки промышленного или социально-бытового назначения. Этими устройствами в обязательном порядке оборудованы все передвижные объекты (торговые фургоны, фургоны общественного питания), ангары, гаражи. Несмотря на то, что в настоящее время на каждого жителя развитых стран приходится примерно по два УЗО, десятки производителей разрабатывают новые устройства электрозащиты самых различных модификаций, постоянно совершенствуя их технические параметры.

УДК 621.314

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ ТИРИСТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

ШАЙХУТДИНОВ Н.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Снижение потерь и повышение качества электрической энергии в электрических сетях является одной из важнейших задач при решении проблемы ресурсосбережения, в частности, энергосбережения в промышленных технологических системах и комплексах. Эффективное и экономичное использование энергетического и технологического оборудования в трехфазных системах в значительной мере определяется качеством электроэнергии (КЭ). Ухудшение КЭ приводит к увеличению потерь напряжения и мощности, снижению пропускной способности трансформаторов и линий электропередач, сокращению срока службы преобразователей и потребителей электроэнергии, технологическому ущербу и т.д.

Нашей целью является создание и практическое применение таких преобразователей электрической энергии, которые бы обеспечивали комплексное повышение КЭ в трехфазных системах и обладали высокими КПД и надежностью, необходимыми массогабаритными показателями, широким диапазоном регулирования параметров электрической энергии и т.д.

Преобразователь – это электротехническое устройство, преобразующее электроэнергию одних параметров или показателей качества в электроэнергию с другими значениями параметров или показателей качества. Параметрами электрической энергии могут являться род тока и напряжения, их частота, число фаз, фаза напряжения. По элементной базе преобразователи электроэнергии подразделяются на электромашинные и полупроводниковые.

Достоинствами полупроводниковых преобразователей являются широкие функциональные возможности управления процессом преобразования электроэнергии, высокие быстродействие и КПД, большие сроки службы, удобство и простота обслуживания при эксплуатации, широкие возможности по реализации защит, сигнализации, диагностирования и тестирования как самого электрического привода, так и технологического оборудования.

УДК 621.314

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКРОСЕТЕЙ

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

Для мониторинга электросетей и энергосистем необходимы малогабаритные прецизионные, высоконадежные и недорогие средства измерений широкого диапазона измеряемых токов и напряжений, легко монтируемые и демонтируемые даже в труднодоступных местах объектов энергосистем.

Приборы такого типа создают отдельную группу измерительных приборов, получивших название «электронные трансформаторы тока и напряжения».

Измерительные трансформаторы тока и напряжения осуществляют прецизионное измерение и регистрацию токов, напряжений и параметров в информационно-измерительных системах электроэнергетики для улучшения их технических эксплуатационных, экономических и экологических характеристик, а также значительного расширения их функциональных возможностей.

С помощью трансформаторов тока и напряжения показания счетчиков в контрольной точке (участке цепи), в которой измеряется ток,

снимается именно с этой контрольной точки, а не поступает с измерительных трансформаторов тока и напряжения, который находится на значительном расстоянии и фактически подключен к другому (удаленному) участку цепи.

Сравнение показаний таких счетчиков, расположенных в заданных контрольных точках измерения, позволяет регистрировать параметры тока и напряжения, потери на определенной линии, оперативный мониторинг режимов работы составных частей энергосистемы.

УДК 62-83

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

ШАРИПОВА Э.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАТАНОВА И.А.

Перерыв в электроснабжении со стороны одного из вводов на понизительных подстанциях приводит к принудительным остановкам технологического оборудования и большим потерям у потребителей. Эти остановки можно предотвратить, применяя быстродействующее электротехническое оборудование, созданное на основе бесконтактных тиристорных коммутационных аппаратов.

Современные силовые тиристоры имеют ряд преимуществ, позволяющих создать компактные силовые коммутаторы для применения в распределительных устройствах 10/6/0,4 кВ:

– высокое быстродействие;

– большая коммутационная способность;

– большой срок эксплуатации.

В то же время у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

– не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;

– глубина коммутации на несколько порядков меньше, чем у контактных аппаратов;

– габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

В связи с вышеизложенным применение тиристорных выключателей в системах электроснабжения ограничено, поэтому целью данного иссле-

дования является обоснование применения тиристорных выключателей в системах электроснабжения с учетом их преимуществ и недостатков.

УДК 621.314

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ЮСУПОВ Р.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КОНДРАТЬЕВ А.Е.

Проблема энерго- и ресурсосбережения во всех сферах промышленности и коммунального хозяйства России приобрела особую важность. В наше время практически всю механическую энергию для работы машин и механизмов получают за счет электрической энергии, используя для этого электроприводы.

Решением проблемы нерационального расхода средств является внедрение в различные отрасли промышленности регулируемых электроприводов на основе частотного преобразователя. Частотный преобразователь – электронное статическое устройство, предназначенное для управления асинхронного или синхронного электродвигателя переменного тока. За счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки, потребление электроэнергии в двигателях снижается на 30–40 %, а пусковые токи, превышающие в 6–7 раз номинальный ток, исчезают совсем. Частотный преобразователь необходим для решения стандартных проблем практически любого предприятия или организации, например таких как: экономия энергоресурсов, снижение затрат на плановые ремонтные работы и капитальный ремонт, увеличение срока службы технологического оборудования, обеспечение оперативного управления и достоверного контроля за ходом выполнения технологических процессов.

Значительная экономия электроэнергии достигается при одном условии – приводной механизм должен что-либо регулировать: если используется насос, то необходимо регулировать расход воды, давление в сети или температуру чего-либо охлаждаемого или нагреваемого, если используется вентилятор или дымосос, то регулировать нужно температуру или давление воздуха, разрежение газов. Самая привлекательная особенность этого оборудования заключается в том, что оно представляет собой один из наиболее выгодных объектов для инвестирования средств предприятия, и окупаемость вложенных средств за счет экономии энергоресурсов и других составляющих эффективности не превышает, в среднем, 1,5 лет.

УДК 621.311.163

ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

ЯДУТОВ В.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ХУСНУТДИНОВ Р.Р.

Повышение энергоэффективности предприятия на сегодняшний день является главным инструментом конкурентоспособности на рынке, за счет этого снижается вероятность аварий, количество простоев и выхода из строя оборудования.

По данным комитета по стандартизации в области электромагнитной совместимости, выход из строя электрооборудования с некачественной электроэнергией. Проблема в воздействии кратковременных нарушений электроснабжения на работу потребителей электрической энергии, которая становится все более острой по мере усложнения технологических процессов предприятий и использования средств автоматизации. К примеру, провал напряжения в десятые доли секунды может привести к частичной или полной остановке сложного автоматизированного производства. Прямой и косвенный ущерб в таких случаях может достигать в масштабах страны нескольких миллионов долларов в год. С целью повышения энергетической эффективности предприятия, хочу предложить свой вариант решения этой проблемы, а именно использование суперконденсаторов совместно с аккумуляторной батареей в виде гибридного накопителя электроэнергии.

При использовании ГНЭ:

1. Обеспечивается стабилизация перетоков активной и реактивной мощности.
2. Позволяет эффективно компенсировать кратковременные и продолжительные возмущения.

УДК 621.314.2

ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И УСТРОЙСТВ РПН

ЯЗАРОВ З.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАКСИМОВ В.В.

Силовые трансформаторы являются одним из наиболее массовых и значимых элементов энергосистем. Естественно, надежность работы сетей, электростанций и энергосистем в значительной степени зависит от надежности работы трансформаторов, тем более что значительная часть транс-

форматоров отработала определенный стандартом минимальный срок службы – 25 лет.

Наиболее тяжелым повреждением трансформатора является внутреннее короткое замыкание (КЗ). Внутренние КЗ могут иметь место как при повреждениях переключающих устройств, так и при повреждениях обмоток.

Согласно статистике до 40 % общих катастрофических аварий трансформаторов связаны с повреждениями регуляторов под напряжением (РПН). До 20 % – по причине неудовлетворительного состояния обмоток.

Устройство регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой (РПН) – сложный и недостаточно надежный узел силового трансформатора. Неисправность в этом устройстве может привести к серьезному повреждению трансформатора в целом.

Наличие движущихся частей в трансформаторах с устройством РПН обусловливает значительно большие затраты труда на их ремонт и обслуживание по сравнению с нерегулируемым под нагрузкой трансформатором.

УДК 621.3.072.3

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕР НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

ЯКУПОВ Д.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ДОЛОМАНЮК Л.В.

Энергосберегающие технологии представляют собой комплекс мер и решений, направленных на уменьшение бесполезных потерь энергии. Это новый подход к технологическим процессам, характеризующийся более высоким коэффициентом полезного использования топливно-энергетических ресурсов. Решением этих проблем может стать оптимизация оборудования за счет использования электроприводов, автоматизация технологических и производственных процессов.

Хорошо зарекомендовали себя частотно-регулируемые электроприводы со встроенными функциями оптимизации энергопотребления. Ещё одним видом эффективного применения энергосберегающих технологий является применение так называемого «умного» освещения. Такие энергосберегающие системы освещения позволяют снизить потребление электроэнергии в десять раз. Энергосберегающий эффект достигается тем, что свет включается автоматически и только тогда, когда он нужен. Это достигается путем встраиваемого микрофона и оптического датчика, реагирующих на появление человека в помещении. К тому же, «умные системы» ав-

томатически регулируют яркость свечения ламп, в зависимости от времени суток.

Без минимизации непродуктивных потерь тепла перечисленные энергосберегающие меры будут малоэффективны. Поэтому в современном строительстве применяются технологии с использованием утепления стен, энергосберегающей кровли, энергосберегающих красок, современных стеклопакетов, экономичных систем обогрева.

Хороший энергосберегающий эффект дают новейшие котельные, где применение новых энергоносителей позволяет снизить затраты на обслуживание и существенно повысить КПД, а также перейти на использование более дешевого и экологичного топлива. При проектировании систем вентиляции применяют системы рекуперации (утилизации для повторного использования) тепла отработанного воздуха и переменной производительности приточно-вытяжных агрегатов в зависимости от числа людей в здании.

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И СВЕТОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УДК 621.341.572

АВТОНОМНЫЙ ИНВЕРТОР ТОКА

АГАПИТОВ А.А., ГАЙСИН И.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. КРОТОВ В.И.

Основной задачей автономного инвертора тока является преобразование постоянного тока в переменный, с постоянной или регулируемой частотой и работающие на автономную нагрузку.

В нашей части работы разрабатывается автономный инвертор тока. В отличие от инверторов, ведомых сетью, у автономного инвертора на стороне переменного тока нет другого источника энергии, той же частоты, кроме самого инвертора.

Перечислим основные области применения автономного инвертора и преобразователя частоты:

1) питание потребителей переменного тока в устройствах, где единственным источником энергии является аккумуляторная батарея;

2) электроснабжение установок гарантированного питания при аварии в основной сети переменного тока (электросвязь, собственные нужды электростанций, реакторные установки);

3) регулируемый электропривод переменного тока с наиболее экономичным частотным управлением;

4) электротранспорт, питающийся от контактной сети постоянного или переменного напряжения;

5) трансформаторы постоянного тока, преобразующие постоянный ток одного уровня в постоянный ток другого уровня.

Требования, предъявляемые к автономным инверторам и преобразователям частоты

1. Обеспечение максимального КПД.

2. Минимальная установленная мощность отдельных узлов и элементов.

3. Возможность широкого регулирования выходного напряжения.

4. Обеспечение стабильности выходного напряжения при изменении величины и характера нагрузки, а также входного напряжения.

5. Обеспечение синусоидальной или близкой к синусоидальной формы кривой выходного напряжения.

6. Возможность регулирования в определенных пределах выходной частоты, что прежде всего, необходимо в установках вентильного электропривода.

7. Отсутствие срывов инвертирования при перегрузках.

8. Возможность работы в режиме холостого хода.

9. Обеспечение максимальной надежности и устойчивости.

Естественно, что требования, предъявляемые к схемам автономных инверторов, зависят от конкретного назначения инвертора.

Поэтому оптимальный вариант схемы инвертора необходимо выбирать, учитывая режим работы питающихся от него нагрузок.

УДК 681.5

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

АХТЯМОВ А.Т., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ЕНИКЕЕВА Г.Р.

В XXI веке, веке развития инновационных технологий, как никогда актуальным является вопрос о получении моментальной и достоверной информации. Решению этой проблемы способствует микроконтроллерное устройство, управляемое через компьютер при помощи беспроводного интерфейса и ряда программ.

В нашей работе будет разработано микроконтроллерное устройство, позволяющее оператору на расстоянии управлять перемещением робота при этом получая видеоинформацию со встроенной в него камеры.

Наша разработка имеет важную особенность – возможность перемещения. Оно состоит из двух компьютеров – стационарного пульта управления и мобильного ноутбука, оснащенного встроенной WEB-камерой. Изображение с нее передается на управляющий компьютер посредством беспроводного интернет соединения WI-FI и установленной на обоих компьютерах программы Skype и специальное программное обеспечение, разработанное нами.

Устройство управления состоит из центрального микроконтроллера производства фирмы *ATMEL – ATMEGA128* и подчиненных микроконтроллеров – *ATMEGA16*.

Связь устройства управления с подчиненным ноутбуком организована при помощи Bluetooth соединения с использованием специального Bluetooth модуля *LMX*9830SM. Этот модуль обеспечивает легкое подключение к центральному МК по интерфейсу *USART*, имеет малое энергопотребление и не требует большого количества навесных элементов.

Непосредственно к микроконтроллеру этот модуль подключен при помощи интерфейса *USART* – универсального синхронно-асинхронного приемо-передатчика. Каждый из подчиненных микроконтроллеров отвечает за работу шаговых двигателей перемещения и разворота. Связь между центральным и подчиненным микроконтроллерами организована с использованием двухпроводного последовательного интерфейса *TWI*.

УДК 681.5

ТРЕХМЕРНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ

АЙЕД ХУМЕЙД, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ЕНИКЕЕВА Г.Р.

Принципы наноэлектроники, наномеханики были сформулированы еще в 1959 г. Фейманом, в том же году Ландауэр сформулировал основы квантового транспорта электронов в наноструктурах. В 1962 г. Л.Б. Келдышем была высказана идея создания искусственных сверхрешеток и сделан вывод о наличии у них падающей вольтамперной характеристики. В 1969 г. Есаки и Тцу создали искусственную сверхрешетку. Лихарев в 1987 г. сформулировал принципы одноэлектроники.

В настоящее время достигнуты большие успехи в уменьшении размеров активных областей и создании наноструктур. Однако для перехода от микроэлектроники к наноэлектронике недостаточно только уменьшения размеров элементов приборов, необходимо достичь прецизионности в изготовлении элементов, а также изменить и принципы работы приборов. Дело в том, что с уменьшением размеров многие характеристики, играющие ключевую роль в работе приборов микроэлектроники, такие как подвижность двумерного электронного газа, и т.д., перестают играть свою роль и на первое место выходят совсем другие характеристики – длина волны электрона, длина фазовой когерентности, длина свободного пробега.

Если в микроэлектронике для переключения прибора из одного состояния в другое требуется прохождение тока из порядка миллиона электронов, то в наноэлектронике для осуществления переключения будет достаточно одного электрона. Необходим новый подход к созданию действительно квантовых приборов, использующих квантовые явления, такие как резонансное туннелирование, интерференцию электронных волн, квантование проводимости, кулоновскую блокаду, спиновые явления и т.д.

Отметим, что производство наноприборов можно будет организовать только если погрешность в соблюдении размеров при изготовлении элементов будет меньше 3 %. Надо также изменить и наше представление о требованиях к размерам и форме наноэлементов, которые должны быть прецизионны. Последнее связано с тем, что такие квантовые явления, как туннелирование, размерное квантование, сильно зависят от размеров.

В настоящей обзоре представлен оригинальный подход создания твердотельных наноструктур, который использует достоинства bottom-up и top-down-подходов. Изложены результаты по формированию цилиндрических нанооболочек и новые результаты по формированию гофрированных наносистем.

В основе предложенного метода формирования нанообъектов лежит процесс изгиба и сворачивания освобожденных от связей с подложкой напряженных полупроводниковых гетеропленок. Оказалось, что таким методом можно создать целый класс полупроводниковых наноструктур: трубки, спирали, кольца и т.д. Получены свободные твердотельные нанотрубки с диаметром до 2 нм.

Важным является то, что предлагаемый технологический подход позволяет масштабировать элементы до молекулярных размеров, преодолевая ограничения литографии.

Особое внимание в обзоре уделяется новому классу прецизионных структур – периодическим гофрировкам. Описаны результаты и перспективы практических применений. Рассмотрены также монокристаллические оболочки микронных размеров, представляющие собой готовые элементы для создания приборов микромеханики. Все представленные микро- и нанообъекты созданы впервые.

УДК 628.9

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРЕЛИРОВАННОЙ ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

АЙХАЙТИ ИСЫХАКЭФУ, САБИРОВ Д.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

В работах, выполненных Айхайти Исыхакэфу в 2013–2015 гг., было предложено устройство для визуального определения значения коррелированной цветовой температуры светодиодных ламп на основе сравнения испытуемой лампы с образцовой. На этом этапе было установлено, что погрешность измерения составляло не более ±200–300 К.

Установка состоит из 10 светодиодных компактных люминесцентных ламп с цветовой коррелированной температурой от 2700 до 6400 К. Ее недостатком являлось то, что она была пригодна только для определения коррелированной цветовой температуры (КЦТ) светодиодных и люминесцентных ламп.

Основной нашей задачей являлось изыскание способа определения КЦТ мощных светильников, имеющих сравнительно большие габариты, и уточнение погрешности предложенного метода. Модернизация цветовой линейки заключается в том, что световой поток мощных светодиодных светильников диафрагмируется до уровня соизмеримого со световым потоком образцовых ламп. При измерении мощный светодиодный светильник перемещается вдоль линейки цветовых температур несколько раз до уточнения значения его КЦТ. Для повышения точности оценки КЦТ используется 4-секторная диафрагма, позволяющая изолировать световые потоки образцовых ламп и этим несколько повысить их контрастность. Светильники предварительно размещались в свои упаковки, в стенках которых делалось отверстие, выполняющее функцию диафрагмы.

В работе определен КЦТ у двух офисных светильников типа ДСС и двух промышленных светильников типа ДСП 01-130-50-Д120 и

ДКУ 01-182-50-Д120. Цветовая температура оказалась равной 4500, 4800 и 5000 К соответственно.

По мере дальнейшего неоднократного испытания светильников с привлечением студентов разных групп установлено, что погрешность определения КТЦ предложенным способ может быть обеспечена на уровне 150–200 К.

Предложенная линейка образцовых цветовых температур является достаточно простой по конструкции и обеспечивает визуальное определение КЦТ за несколько минут методом сравнения их цветов и с достаточно высокой точностью.

Усовершенствованное устройство успешно используется в учебном процессе по курсам «Источники оптического излучения» и «Методы контроля качества электронных устройств».

УДК 519.713.1

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ АВТОМАТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СХЕМ

БЕНЕВОЛЕНСКАЯ Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

Теория автоматов – это раздел дискретной математики, который изучает математические модели различных преобразователей дискретной информации, т.е. автоматы.

Цифровой автомат представляет собой цифровое устройство, которое выполняет определенные функции без участия человека и является математической моделью реальных технических устройств. В каждое состояние автомат переходит скачкообразно, минуя промежуточное состояние.

Синтез цифровых автоматов включают в себя два основных этапа: абстрактный и структурный синтезы. Целью абстрактного синтеза является переход от словесного описания или временных диаграмм функционирования автомата к их формальной записи в виде таблиц переходов и выходов или графа с минимальным числом устойчивых состояний. На этапе структурного синтеза строятся схемы автомата полученной таблицы переходов и выходов. Можно сказать, что структурный синтез представляет собой логическое продолжение абстрактного синтеза автомата.

В данной работе был спроектирован управляющий блок цифрового автомата для выдачи товаров по определенной цене. Выдача товара осуществляется при нажатии соответствующей кнопки покупателем. Используются жетоны различного номинала. Логика функционирования автомата

заключается в запоминании очередной суммы опущенных жетонов, а также в выработке сигналов выдачи товара при соответствующей сумме и нажатии кнопки.

Теория автоматов является одним из фундаментальных блоков современной теоретической и практической информатики. Большой интерес к этой теории объясняется именно широкими возможностями ее применения. В этой работе были изучены основные понятия и особенности теории цифровых автоматов, а также дальнейшее ее применение для построения цифровых схем.

УДК 614

ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

БИКЧАНТАЕВА Р.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АВЕРЬЯНОВА Ю.А.

Чрезвычайная ситуация техногенного характера – это неблагоприятная обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы или иного бедствия, которые могут привлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, окружающей среде, значительные материальные потери и нарушения жизнедеятельности людей.

Основные виды ЧС техногенного характера:

1. Пожары и взрывы;

2. Аварии с угрозой выброса сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ);

3. Аварии с угрозой выброса радиоактивных веществ (РВ);

4. Аварии с угрозой выброса биологических опасных веществ (БОВ);

5. Непредвиденный обвал строения.

По тяжести и масштабу аварии классифицируются на:

– мелкие аварии (происшествия);

– крупные аварии, приносящие большой ущерб;

– крупномасштабные аварии (катастрофы), приносящие многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

По масштабу бывают:

– локальными (объектовыми) – такими, при которых поражающие факторы не выходят за пределы объекта и могут быть ликвидированы собственными силами;

– муниципальными – такими, при которых зона чрезвычайной си-

туации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения;

– межмуниципальными – такими, при которых чрезвычайная ситуация затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию;

– региональными – такими, при которых поражающие факторы охватывают территорию двух субъектов РФ;

– межрегиональными – такими, при которых зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации;

– федеральными – такими, при которых поражающие факторы выходят за пределы более двух субъектов РФ.

УДК 621

ТОКОПРОВОДЯЩЕЕ ПОКРЫТИЕ НА СТЕКЛЕ. ХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

БОЛЬШАКОВА Ю.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

Нанесение токопроводящих покрытий на стекле химическим, газоструйным методом. В проекте рассматривается их возможное применение и получение. С целью обеспечить более экономичный способ использования электроэнергии в нагреве помещения, в автомобильной промышленности, и в других сферах жизни.

Наружное покрытие позволяет снизить нагрев помещений от солнечного излучения, а внутреннее покрытие дает возможность снизить потери тепла из помещения. Нанесение токопроводящих покрытий на внутреннюю поверхность стеклянной или кварцевой трубки превращает последнюю в эффективный нагревательный элемент. В автомобильной промышленности это эффективный способ избежать трещин от перепада температур в холодное время года, используя дополнительный контроллер нагрева стекла. Простая и экономичная технология изготовления может быть легко отработана при существующих требованиях к экологии.

Инновационность заключается в том, что разработана методика совмещения операций нанесения пленки из раствора и ее отжига. При строительстве новых жилых или производственных массивов использование электробогрева приведет к значительному сокращению затрат, а в уже имеющих водяное отопление – к исключению неизбежных, при только во-

дяном отоплении, переходных периодов. В автомобилестроении это будет экономичным прорывом.

УДК 621

ИСТОРИЯ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

БОЛЬШАКОВА Ю.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АВЕРЬЯНОВА Ю.А.

«Знать точно – Действовать правильно – Спасти жизнь!»

Первая помощь представляет собой простейшие целесообразные мероприятия для спасения здоровья и жизни человека, перенесшего травму. Правильно примененные меры первой помощи сокращают время специального лечения, способствуют быстрейшему заживлению ран и часто является решающим моментом при спасении жизни пострадавшего. Первая помощь должна оказываться сразу же, на месте происшествия, быстро и умело, еще до прихода врача или до транспортировки пострадавшего в больницу. Сущность первой помощи заключается в прекращении дальнейшего воздействия травмирующих факторов, проведении простейших мероприятий и в обеспечении скорейшей транспортировки пострадавшего в лечебное учреждение. Ее задача заключается в предупреждении опасных последствий травм, кровотечений, инфекций и шока.

Первая помощь – это совокупность простых, целесообразных мер по охране здоровья и жизни пострадавшего от травмы или внезапно заболевшего человека.

О первой помощи упоминается в записях на египетских папирусах, в стихотворениях греческих поэтов, в произведениях древнеримских писателей и в библейских легендах. Естественно, в Древнем мире и в средние века уровень первой помощи соответствовал уровню тогдашней медицины. Познанию структуры человеческого тела препятствовали предрассудки о неприкосновенности трупов. Прогрессивное развитие медицины началось лишь в Новое время. Появление скорой медицинской помощи прогрессировало в разных странах.

В работе ведется исследование медицинского прогресса, появление специальных медицинских учреждений скорого направления в России, а также и в нашем городе, Казани. Что побудило, в какое время, и кого создать отряды людей, оказывающих первую необходимую помощь, которая нужна до вмешательства врача. В ранее существующих селениях работало два, а то и один врач на все село либо губернию. Исследование истории появления и развития скорой первой помощи, позволит выяснить причину

появления неотложки, кого и что побудило начать помогать людям в чрезвычайных ситуациях.

УДК 544.774

ЯМР-СПЕКТРОСКОПИЯ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА ЦЕЗИЯ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

БОРОВСКАЯ А.О., ХАЙДАРОВА А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ-мат. наук, доц. ЗУЕВА О.С.;
консультант д-р физ.-мат. наук, проф. УЛАНОВ В.А.

Уникальные характеристики углеродных нанотрубок обусловливают возможности их практического применения в самых различных областях нано– и микроэлектроники, в том числе в качестве материала для нелинейно оптических и оптоэлектронных устройств. В частности, создание систем, способных нелинейно ограничивать лазерное излучение при возрастании его интенсивности, является важным при разработке практических материалов для создания средств защиты глаз и сенсоров. Развитие методов, позволивших получать стабильные суспензии углеродных нанотрубок в дисперсиях поверхностно-активных веществ (ПАВ), привело к возможности управления оптическими характеристиками суспензий нанотрубок за счет изменения диэлектрических свойств локального окружения через варьирование состава и свойств компонентов системы. Однако для контролируемого изменения свойств систем, содержащих нанотрубки, необходимо знать механизмы адсорбции различных молекул ПАВ на углеродных нанотрубках.

В данной работе в качестве объектов исследования взяты углеродные нанотрубки, диспергированные в водных растворах додецилсульфата цезия. Метод ЯМР-самодиффузии использовался для определения степени связывания указанного ПАВ с углеродными нанотрубками. Кроме того, получены концентрационные зависимости химического сдвига резонансных линий ЯМР от ядер протонов, находящихся в различных частях молекул ПАВ, в диапазоне концентраций ПАВ от 1 до 100 мМ при наличии и в отсутствие углеродных нанотрубок. Это позволило изучить процессы адсорбции молекул ПАВ на поверхности нанотрубок и их самоагрегации в мицеллярные образования, появляющиеся в дисперсиях ПАВ, и, возможно на поверхности углеродных нанотрубок. Полученные нами данные позволяют предполагать наиболее вероятные механизмы адсорбции молекул исследованного ПАВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-02-97055-р_поволжье_а).

УДК 628.9

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА НА БАЗЕ СИММЕТРИЧНОГО МУЛЬТИВИБРАТОРА

ВАФИНА С.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. НУРУЛЛИН Р.Г.

Импульсные источники света широко применяются в различных отраслях человеческой деятельности, в том числе в устройствах сигнализации, медицинском оборудовании и для сопровождения развлекательных мероприятий. Они, как правило, генерируют импульсы света небольшой длительности. Под импульсом света в данном случае следует понимать вспышку света, при котором световой поток в течение короткого промежутка времени, соизмеримого с длительностью переходных процессов в устройстве, изменяется от одного постоянного (начального) значения до некоторого другого постоянного значения.

Целью данной работы является создание физической модели импульсного источника света.

Обычно в качестве генератора электрических импульсов применяется мультивибратор, который можно дооборудовать источниками света и получить импульсный источник света. В ходе данной работы была собрана электрическая схема симметричного мультивибратора на двух транзисторах, принцип работы которого заключается в том, что указанные транзисторы поочередно открываются и закрываются. В открытом состоянии переход эмиттер-коллектор у транзисторов пропускает ток. В нашем случае, в коллекторные цепи транзисторов включены светодиоды. При прохождении электрического тока через светодиоды они поочередно светятся. Частота переключений транзисторов, а, следовательно, и включения светодиодов может быть приблизительно подсчитана с помощью формулы расчета частоты симметричного мультивибратора: $f = \frac{700}{C \cdot R}$, где C – емкость конденсатора в схеме мультивибратора; R – сопротивление резистора в цепи светодиода.

Как видно из формулы, главными элементами, с помощью которых можно менять частоту световых импульсов на светодиодах, являются ре-

зисторы в коллекторных цепях транзисторов, а также конденсаторы на базовых цепях транзисторов.

УДК 681.3

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

ГАЛАНИН А.В., ДОЛОТКАЗИН К.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЕНОВ А.А.

Автономные системы отопления приобретают все большую популярность в связи с увеличением строительства частных домов, а также и с появлением различного оборудования, позволяющего устанавливать такие системы самостоятельно, без особых проблем и больших расходов. Они уже достаточно давно стали обязательным атрибутом современных систем отопления. Ведь автоматизированная система управления отоплением позволяет нам не только экономить энергоносители, но и значительно упрощает управление непосредственно самим отоплением.

Предлагается схема для системы управления. В ее состав входят: микроконтроллер, индукционный вентиль или же запорно-регулирующий механизм, таймер, датчики температуры, а также если будет произведен выбор более дешевого контроллера, то необходимо будет также включить в схему такие элементы, как дисплей и кнопки.

Принцип работы разработанной системы заключается в следующем. В ней присутствуют датчики замеряющие температуру как снаружи, так и внутри помещения. Сигнал с датчиков, с них усиливается с помощью усилителей. Далее он поступает в микроконтроллер для последующей обработки и сравнения результатов измерений. Затем сигналы достигают установившихся значений и подаются на электродвигатель. Он, в зависимости от поданного сигнала, открывает заслонку на определенное количество градусов. Таким образом, запорно-регулирующий механизм осуществляет подачу прямого потока горячей воды в нагревательный элемент. Происходит нагрев элемента, а в последствии, и, помещения. Его температура контролируется микроконтроллером и при необходимости заслонка может быть закрыта для охлаждения помещения.

Были проведены расчеты двигателя, расположенного в запорно-регулирующем механизме, а также всей системы благодаря уравнению, описывающему процессы, проходящие в данной системе. На их основании также было проведено математическое моделирование в среде MatLab.

Полученные графики показали устойчивость как двигателя, так и всей системы в целом. На основании моделирования можно сказать, что данная система работоспособна и может использоваться в индивидуальных домах.

УДК 681.3

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ТЕРМОМЕТРА НА PIC МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

ГАЛИЕВА Э.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. КУЛАГИНА Л.Г.

На сегодняшний день существует множество способов измерения температуры. Наиболее широко стали применять интегральные датчики температуры. Особенность работы полупроводникового термометра основано на зависимости от температуры падения напряжения на *p-n*–переходе, смещенном в прямом направлении. Данная зависимость аналогична к линейной, что предоставляет возможность изготовлять датчики, не запрашивающие сложных схем коррекции. Как чувствительный элемент на практике используются диоды, либо транзисторы, включенные по схеме диода. Для проведения измерений, необходимо протекание стабильного тока через чувствительный элемент. Выходным сигналом является падение напряжения на датчике.

Полупроводниковые датчики температуры предназначены для измерения температуры от –55 до +150 °С. Благодаря высоким характеристикам, простоте применения и низкой стоимости полупроводниковые датчики температуры применяются в микропроцессорных устройствах измерения и автоматики.

Разрабатываемая схема датчика температуры работает в диапазоне температур 0...150 °С с разрешением 1 °С и точностью 0,4 °С. В основе схемы микроконтроллер *PIC16F872*. Поскольку его программное обеспечение выполняет все необходимые задачи, то в таких узлах, как АЦП и дешифратор, нет необходимости. В разработке также использован термодатчик *LM35*, имеющий высокую линейность и точность.

Прибор предназначен для точного измерения в широких пределах температуры различных объектов и может быть рекомендован для использования как в быту, так и в технике.

УДК 628.9

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ МОЩНОСТЬЮ ДО 50 ВТ ПРИ ЧЕРНЕНИИ ИХ ПОВЕРХНОСТИ

ГАРИПОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

Ресурс лампы накаливания составляет 1000 часов, в то время как для светодиодов он значительно больше. В процессе работы светодиодов более 50 % потребляемой энергии идет на генерацию тепла, поэтому при уменьшении температуры корпуса и *p*-*n*-перехода светодиодов всего на 1 градус срок их службы увеличивается на 1500–2000 часов. Исходя из этого, было принято решение изучить целесообразность чернения корпуса ламп и светильников для повышения радиационной составляющей теплоотвода.

Для проведения исследования использовались приборы: люксметр ТКА-ПКМ (48), электротермометр AZ 801, четыре офисных светодиодных светильника фирмы «ТД Ферекс» и две светодиодные лампы.

При испытании светодиодных ламп использовалась установка спроектированная выпускником нашей кафедры. Нами изучена зависимость температуры в точке пайки светодиодов и корпуса лампы от времени. Для повышения точности измерений в следующей серии светодиодные модули ламп поменяли местами и повторили эксперименты. Результаты измерений повторились, что указывает на полную симметричность светодиодных модулей.

У светодиодных ламп разница по температуре в точке пайки светодиодов и на корпусе составила 2–3 °С при его исходной температуре 60 °С. Разница по температуре корпуса светодиодных светильников составила 0,5–1 °С при его исходной температуре 40 °С. При увеличении разницы между температурой окружающей среды и корпуса источника света эффект его чернения возрастает.

Исходя из этих результатов можно сделать вывод, что эффект от чернения возрастает с увеличением рабочей температуры корпуса светодиодного источника света.

Также были проведены опыты, суть которых состояла в том, что две алюминиевые банки заливались кипятком, и сразу начиналось измерение температуры их поверхностей, одна из которых была покрыта черной эмалью. В результате установлено, что скорость снижения температуры чер-

ненной алюминиевой банки была вначале на 5 % выше и выравнивалась к 60 °С.

УДК 651.37

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИПОЛЯРНЫХ И ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ В СРЕДЕ MULTISIM

ГАФУТДИНОВ Р.Ш., ГАЯЗОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

Целью данной работы является моделирование полупроводниковых схем в среде *Multisim* для последующего исследования их характеристик. В среде *Multisim* возможно построение и анализ электрических и электронных схем и возможность их отображения в графическом формате.

Multisim – средство разработки и моделирования электронных схем. *Multisim* позволяет создать схему, используя обширную библиотеку компонентов, а также сохранять данные в различных форматах, что позволяет интегрировать их в среду программирования *LabView*.

В качестве объектов исследования были выбраны биполярные и полевые транзисторы с разными типами проводимости(*n-p-n*, *p-n-p*). Для точности исследования были взяты по десять транзисторов каждого вида. Для каждого из транзисторов использовались две схемы: одна для исследования входных, другая – выходных характеристик. При построении схем использовалась стандартная библиотека компонентов среды *Multisim*. Данные схемы позволяют провести универсальный анализ всех транзисторов.

После построения схем в среде *Multisim* был проведен анализ входных и выходных характеристик и рабочих точек каждого из транзисторов для последующего нахождения *h*- и *y*-параметров. В *Multisim* благодаря различным приборам отображения информации были получены вольтамперные характеристики транзисторов с обозначением рабочей точки и нагрузочной прямой.

Полученные графические результаты можно сохранить в табличной форме для последующей интеграции в среду разработки *LabView* с целью дальнейшего исследования данных характеристик.

Разработанный программный комплекс можно применить в учебном процессе при проведении лабораторных работ по изучению параметров и характеристик биполярных и полевых транзисторов.

УДК 621.313.3

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА АД С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ

ДОЛОТКАЗИН К.Р., ГАЛАНИН А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЁНОВ А.А.

Необходимость ограничения тока двигателей диктуется причинами электрического и механического характера. Причины электрического характера ограничения тока двигателей могут быть следующие:

1) уменьшение бросков тока в сети. В некоторых случаях для крупных двигателей требуется ограничить пусковой ток до допустимого для питающей системы;

2) уменьшение электродинамических усилий в обмотках двигателя.

Уменьшение бросков тока в сети требуется обычно при пуске крупных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, если они получают питание от сравнительно маломощной питающей системы. Кроме того, для крупных двигателей заводы-изготовители машин не разрешают прямой пуск из-за чрезмерно больших электродинамических усилий в лобовых частях обмоток статора и ротора. Тема моего проекта: разработка системы устройства плавного пуска АД с вентиляторной нагрузкой. Устройство плавного пуска это электронный регулятор напряжения, выполненный на тиристорах. Основное назначение устройства плавного пуска – плавный разгон асинхронного двигателя до номинальной скорости путем бесступенчатого управляемого повышения напряжения на статоре двигателя. Регулирование напряжения осуществляется системой импульсно-фазового управления посредством изменения угла открытия тиристоров.

УДК 316

ТЕРРОРИЗМ – УГРОЗА ОБЩЕСТВУ

ДАМИНОВ А.И., ЗИННАТУЛЛИН Б.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

Терроризм – политика, основанная на систематическом применении террора. Несмотря на юридическую силу термина «терроризм», его определение, вплоть до настоящего времени, остается неоднозначным.

Суть терроризма – насилие с целью устрашения. Субъект террористического насилия – отдельные лица или неправительственные и правительственные организации. Объект насилия – власть в лице отдельных государственных служащих или общество в лице отдельных граждан (в том числе иностранцев, или госслужащих иных государств). Кроме того, частное и государственное имущество, инфраструктуры, системы жизнеобеспечения. Цель насилия – добиться желательного для террористов развития событий – революции, дестабилизации общества, развязывания войны с иностранным государством, обретения независимости некоторой территорией, падения престижа власти, политических уступок со стороны власти и т.д.

По своим целям терроризм делится на:

1) националистический – преследует сепаратистские или национально освободительные цели;

2) религиозный – связан либо с борьбой приверженцев одной религии с приверженцами другой, либо преследует цель подорвать светскую власть и утвердить власть религиозную;

3) идеологически заданный, социальный – преследует цель коренного или частичного изменения экономической или политической системы страны. Иногда это вид терроризма называют революционным.

Экономический терроризм – это различные дискриминационные экономические действия, имеющие целью оказание влияния на экономических конкурентов, социальные группы и слои населения, а также целые государства и их лидеров ради достижения конкретного экономического выигрыша или, шире, проводимой ими политики, что сводится к осуществлению требуемых действий или принятию нужных решений.

Политический терроризм – это метод политической борьбы, который связан с осуществлением насильственных вооруженных акций с целью устрашения и подавления политических противников. Он имеет своей целью нагнетание страха среди населения и оказание вследствие этого воздействия на власть. Поэтому сегодня самым распространенным методом террора является насилие не в отношении носителей власти, а против мирных людей, с обязательной демонстрацией катастрофических результатов террора. Количество таких актов постоянно увеличивается, они становятся все более жестокими, и все больше людей оказываются их жертвами.

УДК 378

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ИНЖЕНЕРА-ПРОЕКТИРОВЩИКА ЗА ПК

ДАНИЛИН К.В., ГИНИАТУЛЛИНА К.С., КАЗАНЦЕВ А.Д.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

Электронные вычислительные машины или, говоря простым современным языком, персональные компьютеры (ПК), давно стали неотъемлемой частью нашей работы и жизни в целом. Проблема обеспечения безопасных условий труда инженера-проектировщика, который проводит 70–80 % рабочего времени за ПК, стоит особенно остро, так как часто требованиями к предотвращению неблагоприятного воздействия вредных факторов на человека пренебрегают.

Целью рассматриваемой работы является обобщение основных требований и подготовка рекомендаций к устройству рабочего места трудящегося при работе за ПК.

Подробно рассмотрим особенности функционального и технического оборудования рабочего места с ПК. Данные аспекты обусловлены требованиями к микроклимату, составу и концентрации химических веществ в воздухе, которые также затронуты в докладе. Не менее важной особенностью устройства помещений и рабочих мест с ПК является их освещение. Оборудование и организация рабочего места также значительно влияет на производительность труда отдельного работника, которая обусловливается удобством рабочего места, доступностью необходимых предметов и устройств. Последнее сильно влияет на работоспособность и утомляемость трудящегося, поэтому важно выполнять режим труда и отдыха при работе за компьютером, по возможности выполнять медико-профилактические и оздоровительные мероприятия.

Все рассмотренные параметры составляют большую систему требований к организации работы сотрудников за ПК, которые они должны знать и выполнять. Последнее возможно при конкретном рассмотрении и при правильно составленной методике организации, своевременном контроле за исполнением этих требований. Безусловно, все рекомендации должны опираться на нормативные акты и санитарные нормы Российской Федерации.

УДК 614

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

ЗАЙНУЛЛИН В.Р., КАЛИМУЛЛИНА Г.И., САБИРОВА Г.Р.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

Радиация, или ионизирующее излучение, – это частицы и гамма-кванты, энергия которых достаточно велика, чтобы при воздействии на вещество создавать ионы. Организм человека реагирует на радиацию, а не на ее источник.

Естественная радиоактивность существует миллиарды лет, она присутствует буквально повсюду. Любой человек слегка радиоактивен: в тканях человеческого тела одним из главных источников природной радиации являются калий-40 и рубидий-87. Существенный вклад в облучение человека вносит радон и продукты его распада. Основным источником этого радиоактивного инертного газа является земная кора. На Земле существуют населенные области с повышенным радиационным фоном.

Техногенная радиоактивность возникает вследствие человеческой деятельности. Это испытания ядерного оружия, предприятия атомной энергетики и промышленности.

Меры защиты направлены на предотвращение возникновения детерминированных эффектов, принятие обоснованных мер по снижению вероятности индуцирования отдаленных стохастических последствий (онкологических и генетических) с учетом экономических и социальных факторов.

Меры защиты включают: снижение облучения населения от всех основных источников излучения, ограничение вредного действия на население нерадиационных факторов физической и химической природы и т.д.

УДК 47.47.29; 20.53.23; 59.14.21

ПРОВЕДЕНИЕ ОБЗОРА, АНАЛИЗА И ВЫБОРА СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЛИНЕЙКИ МОДУЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ В СОСТАВЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

КИРЕЕВ Н.М., САЛЕМГАРЕЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ИВАНОВ Д.А.

Использование беспроводных технологий – перспективное направление в развитии автоматизированных систем управления зданиями (АСУ). Сейчас это уже не только модная тенденция, но хорошо известная

на международном рынке и проверенная временем технология для повышения эффективности как монтажных работ, так и функционирования АСУ. При этом очень важно понимать технические особенности ее реализации, возможности и ограничения.

Для разработки радиоэлектронной аппаратуры обычно используется комплексная система проектирования высокоскоростных электронных устройств на базе печатных плат, которая позволяет разработчику создавать проекты, начиная с принципиальной схемы и VHDL-описания ПЛИС, проводить моделирование полученных схем и VHDL-кодов, подготовить файлы для производства, а так называемое живое проектирование позволяет завершить проект его отладкой на отладочной плате. Наиболее распространенная система автоматизированного проектирования (САПР) для таких целей является система сквозного проектирования Altium Designer.

Основное преимущество Altium Designer заключается в том, что все операции выполняются в одном продукте в очень тесной интеграции друг с другом. Основные функциональные блоки системы: платформа; редактор схем; управление библиотеками компонент; редактор печатных плат; ядро 3D-режима; анализ целостности сигнала; модуль генерации выходных файлов; модули импорта/экспорта – начиная от 3D-моделей, заканчивая данными для симуляции во внешних системах.

Также для поставленных целей необходим редактор схем и приложение для их симуляции, которые помогут в выполнении основных шагов в последовательной разработке схемы. Для этих целей подходит профессиональная и образовательная среда схемотехнического проектирования Multisim, которая разработана для ввода схемы, симуляции и подготовки к следующему этапу, такому как разводка платы.

Таким образом, для подготовки целостного проекта разработки РЭА необходима система сквозного проектирования вкупе с профессиональной средой схемотехнического проектирования.

УДК 628.9

О ЗАВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЯДА ПАРАМЕТРОВ В АККРЕДИТОВАННЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ РОССИИ

КОЗИНА Д.Н., САЛИМУЛЛИН М.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

Точность представления результатов исследований имеет большое значение. Правильное представление точности результатов исследований

позволяет судить о погрешности их измерения. Однако зачастую авторы многих работ представляют свои данные в 10–100 раз точнее реальной погрешности измерений.

Данные в большинстве случаев следует представлять несколько точнее для того, чтобы при вычислении производных параметров, например, мощности через силу тока и напряжение, или светоотдачи светильника через световой поток и потребляемую мощность, поскольку значение точности представления составляющих ведет к точности вычисления производных параметров.

В соответствии с метрологическими требованиями, результаты измерения следует приводить с точностью в 3–10 раз больше. В зависимости от назначения приводимых данных, они, в ряде случаев, например в технических каталогах и в лекционных материалах, могут приводиться с той же погрешностью, что и погрешность измерения.

Нами проанализированы данные ряда публикаций, представленные в журнале «Современная светотехника» и каталоге фирмы Varton. В них световой поток, равный 1099,768, представлен с точностью до 0,0001 %, т.е. на 4 порядка больше требуемых значений. Данный параметр, исходя из реальной погрешности его измерений, можно округлить во многих случаях до 4100 и 4000 лм. В последних двух случаях результат будет представлен завышенным всего на 0,8 % или заниженным на 1,5 %. Перечисленные данные получены в аккредитованных исследовательских лабораториях России.

Значение цветовой температуры в 4971,12 может быть вполне округлено до 4940 или до 5000 К. Коэффициент мощности имеет достаточно большое значение, и поэтому его достаточно приводить лишь с двумя значащими цифрами. Остальные параметры также представлены с завышенной точностью на два порядка, и только отдельные на три, т.е в 1000 раз.

Следует обратить внимание на характер представления угла излучения светильника, измеренного на уровне 0,1 и 0,5 силы света (I), одна и та же величина с разной точностью. Если угол излучения на уровне 0,5 I представлен правильно, то тот же параметр на уровне 0,1 I, имеющей малое информативное значение, неоправданно представлен с точностью на два порядка выше.

Сила света на кривых силы света в каталоге Varton приводится с одинаковой точностью для целого ряда светильников, у которых сила света, измеренная в кд, отличается друг от друга в 10 раз. В представленном числе 1069,99 и других допущены две ошибки: первое, они при-

ведены с необеспеченной точностью, а второе – сила света приведена к килолюменам.

УДК 621.38

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЕВЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЭХОИМПУЛЬСНЫХ КАРТИН

КОЗЛОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

Целью данной работы является модернизация многофункциональной автоматизированной экспериментальной установки для исследования акустооптических свойств магнитоупорядоченных веществ.

Открытые микропроцессорные системы сбора и обработки данных как наиболее универсальные, позволяющие гибко реагировать на появление новых современных устройств, находят все большее применение в автоматизации экспериментальных научно-исследовательских установок. Это универсальная система, способная к быстрой перестройке и адаптации к конкретному эксперименту.

Одним из наиболее удачных решений в направлении разработки универсальных систем автоматизации является подход кампании National Instruments – технология виртуальных приборов на основе среды графического программирования LabView.

Для исследования акустооптических процессов используется оптическая часть установки, состоящая из инфракрасного лазера с источником питания, оптической системы формирования луча, фотоприемника и электромагнита с блоком питания. Или акустическая часть, состоящая из системы формирования мощных акустических цугов (генератор, модулятор, усилитель) и супергетеродинного широкополосного приемника на диапазонах 50–800 МГц.

Однако установка не позволяет получать эхоимпульсные картины, что необходимо для наблюдения дальних звуковых импульсов. Необходимо модернизировать установку, иметь возможность их накапливать и усреднять, кроме того, время измерения не должно превышать нескольких секунд, так как необходимо снимать серии картины от поля и температуры.

УДК 614

«ДЕРЕВО АВАРИЙ», АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ, КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ

КОРОЛЕВ В.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АВЕРЬЯНОВА Ю.А.

Деревья событий

«Деревья событий» являются графическими моделями, которые упорядочивают и отображают события протекания аварии согласно требованиям по ослаблению исходных событий. Дерево событий рассматривается слева направо, а если рассматривать в обратном направлении, то очередность событий называют «деревом отказа».

Деревья событий, отображая путь развития аварии, выполняют такие функции:

1) аварийные последовательности;
2) существенные функции безопасности системы;
3) количество учитываемых последовательностей.

Анализ опасностей

Надежность – свойство объекта выполнять и сохранять во времени заданные ему функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Надежность является внутренним свойством объекта. Оно проявляется во взаимодействии этого объекта с другими объектами внутри технической системы, а также с внешней средой, являющейся объектом, с которым взаимодействует сама техническая система в соответствии с ее назначением.

Количественная оценка риска – это отношение числа тех или иных неблагоприятных последствий к их возможному числу за определенный период.

Критериями безопасности

Критериями безопасности техносферы являются ограничения, вводимые на концентрации веществ, и потоки энергий в жизненном пространстве. Конкретные значения ПДК и ПДУ устанавливаются нормативными актами, для оценки загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах. Концентрация каждого вредного вещества в приземном слое не долж-

на превышать максимально разовой предельно допустимой концентрации, т.е. $C \leq ПДК_{max}$, при экспозиции не более 20 мин.

УДК 621.313 + 681.5

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

КОРЫШКИН И.М., МИНГАЗОВ Г.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЕНОВ А.А.

На сегодняшний день микропроцессорные системы и устройства развиваются стремительными темпами, что позволяет на данный момент открывать новые возможности в проектировании автоматических систем различной степени сложности. Также производительность современных контроллеров способна обеспечить высокую многозадачность, позволяя создать наиболее универсальную систему. С ростом быстродействия контроллеров появляется возможность спроектировать модульные системы, отвечающие совершенно различным по масштабу задачам.

Модульная система управления асинхронным двигателем в своем составе (в перспективе) будет содержать некоторое количество модулей, отвечающих за свою узкую функцию. Основной идеей такой системы будет упрощение процесса модернизации, а также пуско-наладочных работ на предприятии. Система будет состоять из блока управления частотным преобразователем, основанным на микроконтроллере, с несколькими выходами для шин, к которым соответственно будут подключаться разнообразные модули – модули обратной связи, модули защиты асинхронных двигателей, модули устройств ввода/вывода, модули разнообразных датчиков необходимых при том или ином технологическом процессе на котором используется данная система.

Стоит заметить, что такая модульная система будет работать при любом наборе модулей или опций. И подключение или отключение модуля не будет требовать каких-либо глубоких знаний, так как для этого будет достаточно лишь отключить шину модуля от основного блока.

Важной частью данного проекта будет служить программное обеспечение этой системы, оно будет представлять из себя также блочно-модульную систему, в которой по умолчанию будут включены коды для работы со всеми известными модулями, но эти блоки кода будут пропускаться процессором при пустой шине модуля, то есть при отсутствии подключения этого модуля. Это даст системе большую гибкость и удобство в

подключении. Самым сложным и важным звеном будет модуль связи с ПК, так как он при подключении будет являться ведущим для всех подключенных к нему преобразователей частоты и позволит обеспечить двунаправленную шинную связь, как к преобразователю частоты, так и к ПК.

УДК 534.4

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКОГО СЛОЯ МАТЕРИАЛА ПО ИТОГАМ ИЗМЕРЕНИЯ ЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ

КУРЫЛЕВА Е.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

Понятие «тонкая пленка» подразумевает, что ее оптическая толщина соизмерима с длиной волны излучения, падающего на пленку, нанесенную на подложку из какого-то материала. Как пленка, так и подложка имеют свои оптические и физико-химические характеристики. Наиболее важными параметрами для слоев, нанесенных на поверхность оптической детали, являются ее показатель преломления, оптическая толщина и показатель поглощения. Поскольку задача нахождения поглощения технологически сложна, поэтому считаем, что исследованные пленки не имеют поглощения.

Для определения перечисленных оптических параметров проводятся измерения прозрачности. В этом случае возможны два подхода: сканирование по спектру пропускания (отражения) уже готовой пленки; либо сканирование пленки по толщине (непосредственно в процессе ее роста). Подробно ознакомиться с принципами проведения измерений можно в работе.

После получения спектральной кривой (например, на спектрофотометре СФ-56), отмечаем на ней максимумы пропускания пленки с подложкой и соответствующие им длины волн. Согласно формуле Френеля пропускание чистой положки выражается в виде:

$$T_0 = \frac{4n_0 \cdot n_2}{(n_0 + n_2)^2}, \qquad (1)$$

где n_0 – показатель преломления подложки; n_2 – показатель преломления слоя.

После этого, по формуле:

$$T = \frac{\hat{T} \cdot T_0}{T_0 (1 + \hat{T}) \hat{T}}. \qquad (2)$$

В результате решения уравнения находится показатель преломления слоя, геометрическую толщину пленки определяем из выражения:

$$h = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2}{2 n_1 \cdot (\lambda_1 - \lambda_2)}, \qquad (3)$$

где λ_1 и λ_2 – значения длин волн максимума со спектра пропускания; n_1 – показатель преломления, полученный из расчета по формуле (2).

УДК 621.314

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ SEPIC

КУРЫНЦЕВ Г.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д.ф.-м.н., проф. КАЛИМУЛЛИН Р.И.

При разработке импульсных источников вторичного электропитания часто встречаются ситуации, когда при работе устройства напряжение на входе источника может быть как выше, так и ниже напряжения на выходе. Например, полностью заряженная литиевая батарея может на холостом ходу выдавать напряжение до 4,2 В, а по мере разряда ее напряжение может снижаться до 2,7 В, и требуется разработать источник для питания цифровых схем с напряжением 3,3 В. Другим примером может служить автомобильная стереосистема, на входе которой может быть напряжение от 10 до 40 В, а для питания схемы требуется напряжение ± 15 В.

В таких случаях часто используют двухступенчатую стабилизацию (сочетание повышающего и понижающего стабилизаторов) или обратноходовые преобразователи (*Fly-Back*). Но для маломощных схем существует более простое решение – применение преобразователя с топологией *SEPIC* (*single-ended primary inductance converter*, преобразователь с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью).

Причиной рассмотрения данного преобразователя послужило то, что *SEPIC* является одним из перспективных видов, существующих на сегодняшний день. И он обладает рядом преимуществ:

– не требуется расчёт и изготовление трансформатора;

– по сравнению с обратноходовым преобразователем *SEPIC* создает гораздо меньший уровень импульсных помех за счет меньшего размаха и

длительности переходных процессов. Кроме того, топология *SEPIC* широко применяется в корректорах коэффициента мощности, где ее использование позволяет создавать компактные и эффективные источники, хорошо работающие при больших пиковых входных перегрузках. Источники *SEPIC* могут отдавать в нагрузку мощность, измеряемую киловаттами, при коэффициенте 0,96–0,99 и суммарных гармонических искажениях менее 5 %.

УДК 621.311:681.3

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

КАДЫРОВ Р.О., ГАРАЕВ Р.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. ИВАНОВ Д.А.

Беспроводная сенсорная сеть – распределенная, самоорганизующаяся сеть множества датчиков и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиоканала. Отличительной особенностью беспроводных сенсорных сетей является принцип самоорганизации и передачи данных, сообщений по цепи. Устройства обладают способностью к ретрансляции сообщений по цепочке от одного к другому, это позволяет собирать информацию со значительных объектов, превосходящих по своим размерам радиус связи одного элемента. Более того, это позволяет использовать сеть на таких объектах, как здания, подземные и металлические помещения.

Отличие имитационного моделирования сетей связи заключается в наличии большого числа независимых моделируемых объектов – узлов, которые имеют внутреннее состояние и могут создавать события, влияющие на состояния других устройств.

Математическая модель беспроводной сенсорной сети описывается через связанный неориентированный граф G = {V, E}, вершины которого – узлы (сетевые устройства) $a_{ш}$ $a_i \in V$, а рёбра – пары смежных узлов $(a_i, a_j) \in E$, где V = $\{a_1, a_2, ..., a_N\}$ – множество всех узлов, а узел a_0 называется координатором сети. Узлы считаются смежными, если есть физическая возможности передачи данных через радиоэфир между узлами хотя бы в одном направлении. Топологией сети Т называется поддерево графа, с корнем в вершине a_0, причем листовые узлы дерева являются конечными устройствами, а остальные – маршрутизаторами.

Если динамически менять роли узлов и перестраивать топологию сети, то можно приблизить время жизни сети ко времени жизни конечных устройств. Это увеличение времени жизни возможно за счет того, что большую часть времени каждый из узлов будет находиться в роли конечного устройства, лишь изредка участвуя в маршрутизации. Наборы одновременно работающих маршрутизаторов циклически сменяют друг друга. Решения о перестроении топологии принимаются на координаторе сети.

УДК 628.9

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПУЛЬСАЦИИ СВЕТОВОГО ПОТОКА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

ЛЮБАВИН И.А, ФАТКУЛЛИН Н.Р., ИШТЫРЯКОВА Ю.С.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

В отечественной литературе большое внимание уделяется величине пульсаций освещенности и ее частоте. Это связано с тем, что в соответствии с результатами многих исследований повышенные значения коэффициента пульсации освещенности ведут к утомляемости, снижению производительности труда и повышению производственного брака.

Согласно нормативному документу СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, значение коэффициента пульсации не должно превышать, в зависимости от предназначения помещений, 5–20 %. Вместе с тем, эта величина связана с частотой пульсации освещенности. Известна единственная публикация, в которой рассматривается действие светового потока с повышенной частотой на человека (А.Г. Самсонова, 1967). Автор, регистрируя электроэнцефалограмму человека, установил, что пульсации светового потока с частотой выше 300 Гц не воспринимаются мозгом человека. Этот параметр света приводится во многих публикациях без указания первоисточника и без его критического анализа. Вместе с тем, в данном первоисточнике не раскрыт целый ряд условий эксперимента. Остается неясным уровень используемого светового потока и его глубина модуляции, расстояние до объекта исследования; применено местное или общее освещение.

Для изучения влияния частоты пульсаций освещенности разработана установка, которая состоит из 4 ламп, питаемых токами с разными частотами и обеспечивающих одинаковый световой поток на уровне 400 лм. Первая 40-ваттная лампа накаливания питается постоянным стабилизированным напряжением от электронного драйвера, предназначенного для питания светодиодного светильника, вторая также 40-ваттная лампа накали-

вания питается непосредственно от сети переменного напряжения с частотой 50 Гц с глубиной пульсации 30 %, третья 11-ваттная люминесцентная лампа обеспечивает частоту пульсации освещенности 100 Гц с глубиной пульсации 30 %, четвертая 5-ваттная светодиодная лампа питается от генератора с частотой от 200 до 500 Гц.

Наличие такой установки позволяет приступить к изучению (в РКБ-2) электроэнцефалограммы человека при воздействии на его зрительный аппарат светового потока с разной частотой пульсации.

Установлено, что наиболее высокое требования – коэффициент пульсации равный нулю, предъявляется всего к одному типу помещения – чертежные кабинеты, 5 % к 12 типам помещения, 10 % – к 23 и до 20 % – более 45 типов помещений.

УДК 62-83+681.5

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ АППАРАТ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

МИНГАЗОВ Г.Ш., КОРЫШКИН И.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ВАРЕНОВ А.А.

Проблемы согласования времятоковых характеристик объектов и аппаратов их защиты стоят в электротехнике остро и давно. Аппаратура защиты не должна допускать перегрева защищаемых объектов. В противном случае это приведет к преждевременному выходу из строя защищаемого объекта.

В то же время защита не должна реагировать на непродолжительные токи перегрузки, не нагревающие объект свыше допустимой температуры. Традиционно проблему решают с использованием физического подобия тепловых процессов нагрева защищаемого объекта и процессов в аппарате защиты. С помощью биметаллической пластины или плавкой вставки из-за сложности трудоемкости настройки таких защит на времятоковую характеристику объекта удовлетворительно разрешить проблему защиты объектов не удалось. Эту проблему можно разрешить, встроив микропроцессор в аппарат защиты.

При этом можно говорить о появлении средств математического моделирования нагрева защищаемого объекта. Микропроцессорная техника сейчас все активнее входит в нашу жизнь, постепенно замещая и вытесняя традиционную цифровую технику на «жесткой логике». Универсальность, гибкость, простота проектирования аппаратуры, практически неограни-

ченные возможности по усложнению алгоритмов обработки информации – все это обещает микропроцессорной технике большое будущее.

В докладе рассматривается микропроцессорное устройство защиты асинхронного двигателя, проводится математическое обоснование эффективности его применения, производится выбор основных элементов управления и контроля, обосновывается возможность реверсирования вращения двигателя и предлагаются технические решения для его осуществления.

Преимущества данного устройства: гибкость системы, точность измерений, возможность контроля тока в режиме реального времени, приемлемая цена, надежность и т.д. На данный момент в асинхронных двигателях для этих целей широко используются магнитные пускатели, которые уступают по многим показателям разрабатываемому устройству.

УДК 621.311.243

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА НАКЛОНА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

МИННЕГАЛИЕВА Д.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. КУЛАГИНА Л.Г.

Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую является одним из направлений развития альтернативной энергетики. Поэтому развитие малых солнечных фотоэлектрических модулей, работающих в автономном режиме, является актуальной проблемой. Применение системы слежения за Солнцем позволит увеличить отбор мощности. Система слежения выполняет роль системы контроля оптимальной ориентации солнечного модуля. Для увеличения производительности солнечной батарея очень важна информация об ориентации и угле наклона модуля.

В данной работе исследована возможность реализации датчика угла наклона солнечного модуля, выполненного на базе двухосевого интегрального MEMS-акселерометра ADXL202.

Данный акселерометр позволяет измерять линейное ускорение по двум взаимно перпендикулярным осям, находящимся в плоскости кристалла. Датчики ускорения представляют собой набор дифференциальных конденсаторов, образуемых неподвижным основанием и укреплённой на нём с помощью полисиликоновой пружины подвижной части.

Сигнал с датчика подаётся на контроллер обработки, который преобразует его в сигнал с ШИМ (рис. 1). Отношение T1/T2 прямо пропорционально ускорению, действующему на микросхему.

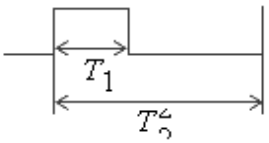


Рис. 1. Сигнал с датчика

ШИМ-сигналы с обоих датчиков подаются на входы контроллера, который вычисляет отношение *T*1/*T*2.

Предлагаемая схема требует минимального количества внешних деталей и позволяет обеспечить точность измерения угла наклона 0, 5° в двух плоскостях, она может найти применение в системах ориентации, контроля и управления подвижных объектов.

УДК 628.9

ФИЛАМЕНТНАЯ СВЕТОДИОДНАЯ ЛАМПА

НИКОЛАЕВ Р.М., ХАНИЕВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ТУКШАИТОВ Р.Х.

В настоящее время на светодиодном рынке появился новый тип светодиодной лампы, именуемая филаментной (ФСДЛ). Впервые филаментную лампу в 2008 г. разработала японская фирма Ushio, но из-за малого светового потока она выпускалась, в основном, для декоративных целей. Определенный прорыв в повышении ее светового потока состоялся в 2013 г., когда на Светотехнической выставке уже несколько китайских фирм представили для общего освещения ФСДЛ, которые по своему световому потоку эквивалентны лампам накаливания мощность 60 Вт, обеспечивающих световой поток порядка 700 лм.

Филаментная светодиодная лампа по форм-фактору близка к лампе накаливания. Светодиоды в филаментной лампе расположены в виде протяженных нитей, которые представляют собою стержень, изготовленный из искусственного сапфира или стекла с закрепленными на ней светодиодами. В ней отсутствует алюминиевый радиатор, в силу чего его масса существенно меньше, чем у типовых СДЛ. Это достигнуто с помощью того, что в ней для отвода тепла от светодиодных кластеров используется газообразный гелий, обладающий достаточно высокой теплопроводностью.

Производство ФСДЛ в России наладила фирма «ЛИСМА» совместно с фирмой из КНР. На сегодня выпускаются лампы мощностью 4; 5 и 7 Вт. В отличие от типовых СДЛ, они по их мнению имеют сравнительно высокую светоотдачу (105–115 лм/Вт), индекс светопередачи находится на уровне 90 и срок службы – 25000–30000 часов.

Достоинства ФСДЛ заключаются также в возможности снижения начальных затрат на ее производство за счет быстрого переоборудования существующих предприятий, занимающихся производством ламп накаливания, что позволяет полностью заменить лампы накаливания.

К определенным недостаткам ФСДЛ можно отнести большой угол излучения, их производство малоизвестными китайскими компаниями, что не гарантирует их высокие эксплутационные качества, повышенную осевую освещенность, а также стеклянное оформление их колб. Несмотря на это можно надеяться, что данный тип ламп займет достойное место на светодиодном рынке.

УДК 621.382.3:681.3

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕМИКРОКОНТРОЛЛЕРА 68HCS12

ПЕТРОВ К.С., МАВЗЮТОВ Д.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

В настоящее время возможности традиционных форм обучения значительно расширяются за счет применения новых технологий. Инновационные формы особенно актуальны при изучении современной электронной техники, построении микропроцессорных систем управления.

На кафедре промышленной электроники и светотехники имеется лаборатория микропроцессорной техники с комплектом оборудования, позволяющим изучать особенности построения систем управления на базе 16-разрядных микроконтроллеров 68HCS12 компании *Freescale Semiconductor*. Они отличаются высокой производительностью, широкими функциями, позволяют создавать на их основе реальные устройства сбора, обработки данных и управления. Успешность проектирования таких устройств зависит от оптимального выбора и технически грамотного использования современных инструментальных аппаратных средств, программного обеспечения, стратегии и технологии их отладки.

Нами разработаны программные средства для исследования основных режимов работы периферийных модулей микроконтроллера 68HCS12: параллельных портов, последовательного коммуникационного порта *SCI*, последовательного периферийного порта *SPI*. Программное обеспечение реализовано на языке ассемблера в интегрированной среде разработки *CodeWarrior* CW12 *V*3.1.

Порт *SCI* (порт *S*) обеспечивает стандартный асинхронный формат приема-передачи данных с одним старт-битом, и одним стоп-битом, обеспечивает дуплексную связь с различными внешними устройствами со скоростью до 1,25 Мбит/с. Порт *SPI* (порт *M*) реализует синхронный обмен данными между ведущими и ведомыми устройствами со скоростью до 6,25 Мбит/с.

Проводимые исследования будут полезны как при изучении возможностей и формировании начальных навыков программирования, так и при разработке более сложных систем последовательной обработки данных.

УДК 316

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТЕРРОРИЗМ

ПАРАМОНОВА С.В, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АВЕРЬЯНОВА Ю.А.

Терроризм – один из вариантов тактики политической борьбы, связанный с применением идеологически мотивированного насилия.

Суть терроризма – насилие с целью устрашения.

Субъект террористического насилия – отдельные лица или неправительственные организации.

Объект насилия – власть в лице отдельных государственных служащих или общество в лице отдельных граждан (в том числе иностранцев, или госслужащих иных государств).

Цель насилия – добиться желательного для террористов развития событий – революции, дестабилизации общества, развязывания войны с иностранным государством, обретения независимости некоторой территорией, падения престижа власти, политических уступок со стороны власти и т.д.

Терроризм представляет собой наиболее опасный способ политической дестабилизации общества. Такие способы дестабилизации, как военная интервенция, восстание, развязывание гражданской войны, массовые беспорядки, всеобщая забастовка и др. требуют значительных ресурсов и предполагают широкую массовую поддержку тех сил, которые заинтересованы в дестабилизации.

Международный терроризм является одной из наиболее опасных угроз современной цивилизации. Пути искоренения этого явления еще определяются международным сообществом, хотя уже сейчас делается многое. Масштабы распространения терроризма приняли такой характер, что ни одна страна мира не имеет полной гарантии от совершения на ее территории террористических актов. В связи с этим наряду с самыми эффектив-

ными внутренними мерами, направленными на предотвращение террористической деятельности, необходимо рассматривать эту проблему как имеющую глобальный характер и соответственно строить стратегию борьбы с ней. Без самого тесного международного сотрудничества, направленного на комплексное солидарное противодействие всех субъектов международной жизни новым угрозам и вызовам, будущее человечества вряд ли сможет соответствовать нашим ожиданиям.

УДК 628.9

РАЗРАБОТКА МЕТЕОСТАНЦИЙ С ПИТАНИЕМ ОТ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ВЫВОДОМ ИНФОРМАЦИИ НА СВЕТОДИОДНОЕ ТАБЛО

РАХИМОВ Э.Л., ФАТЫХОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. САДЫКОВ М.Ф.

В современном мире, с растущими показателями потребления и, как следствие, – ограниченными энергоресурсами, стремительные обороты набирает развитие технологий добычи энергии из альтернативных, возобновляемых источников. К таким источникам относятся, в первую очередь, солнечная и ветровая энергии, геотермальное тепло, энергия морских волн и приливов. Доступность технологий получения энергии из неисчерпаемых источников позволяет строить энергонезависимые дома с экологически чистой инфраструктурой в удаленных районах и решать проблемы энергоснабжения уже существующих объектов.

С давних времен человек предсказывал погоду по поведению животных, по атмосферным явлениям. Но в последнее время большинство примет не сбывается. Поэтому на помощь приходит цифровая домашняя метеостанция, который способен измерять такие показатели погоды, как: температура воздуха, атмосферное давление, влажность, а также может составить для определенной местности краткосрочный прогноз погоды на основе полученных данных.

Нами был разработан макет установки, которая в свою очередь включает в себя: солнечную панель, ветрогенератор, различные датчики (температуры, давления, влажности и т.д.), приемопередатчик и светодиодное табло. Принцип работы установки происходит следующим образом: различные датчики получают данные об окружающей среде и отправляют на приемопередатчик, а после на светодиодное табло. Солнечная панель и ветрогенератор служат источником питания, тем самым обеспечивая работу установки.

Таким образом, макет является неэнергозависимым, т.е. при отключении электроэнергии сохраняет свою работоспособность.

УДК 621.382

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ СВЕТОВОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

САЛЕМГАРЕЕВ Р.Р., КИРЕЕВ Н.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

В настоящее время в большинстве медицинских приборов в качестве источников света используются разновидности ламп накаливания, что значительно увеличивает габариты оборудования за счет размеров блоков питания, вызывает разогрев устройств в процессе работы, увеличивает расход энергии. К тому же срок службы ламп накаливания невысок, что при специфике работы медицинского персонала является существенным недостатоком.

С целью устранения перечисленных недостатков предлагается в качестве источников света использовать современные полупроводниковые приборы – светодиоды с соответствующими характеристиками, которые могут найти свое применение при модернизации уже действующих светотехнических устройств медицинского назначения, таких как негатоскопы, ларингоскопы, операционные стационарные и переносные осветительные приборы, источники света для эндоскопических приборов.

Модернизация существующего оборудования и разработка новых образцов осветителей позволит уменьшить габариты и вес аппаратуры, снизить затраты на энергопотребление, получить экономию при закупках нового оборудования, повысить информативность исследований за счет применения источников света с улучшенными характеристиками, и следовательно, улучшить качество работы врачей-диагностов.

УДК 537

ВЛИЯНИЕ СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

САУБАНОВ Р.И., НОВОСЕЛОВА К.О., АЛЕКСЕЕВА Д.Д.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

В настоящее время является абсолютно доказанным фактом способность электромагнитных волн стимулировать изменения на клеточном

уровне в организме человека, вызывать генные нарушения, способствовать возникновению больных клеток в организме и болезнетворных опухолей. Практически все население планеты, ученые, физики, врачи обеспокоены проблемой воздействия мобильного телефона на здоровье человека. Прежде всего, это вызвано ежедневным возрастанием количества пользователей сотовой связи и ростом количества базовых станций, являющихся непосредственным источником излучения. Такое поголовное распространение «мобильников» представляет серьезную демографическую проблему.

В связи с существованием такой проблемы и увеличением ее масштабов необходимо более детально изучить влияние мобильных телефонов на здоровье человека, используя, самые современное оборудование и новейшие технологи определения степени влияния мобильных телефонов. Рынок мобильных телефонов не стоит на месте и постоянно обновляется, год от года в мобильных устройствах появляются новые функции, которые связаны с электромагнитным излучением. А сейчас появляется все больше информации и публикаций, свидетельствующих о негативном влиянии электромагнитного излучения на человека в процессе разговора. Но главное – появилась статистика, подтверждающая этот факт. Поэтому проблема нахождения новых подходов к изучению влияния мобильных телефонов на здоровье человека в этих условиях актуальна.

УДК 534.8, 535.8

РОЛЬ ЯН-ТЕЛЛЕРОВСКИХ ИОНОВ В ФОРМИРОВАНИИ ДОМЕННЫХ СТРУКТУР В $LINBO_3$

СЕМЕННИКОВ А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КАЛИМУЛЛИН Р.И.

В последнее время значительно расширилось применение оксидных сегнетоэлектриков в опто- и акустоэлектронике. Это связано с разработкой новых способов формирования периодических доменных структур (ПДС) с периодом от 0,3 до 20 мкм. Такие способы заключаются в создании пространственно-периодических градиентов фотоиндуцированного электрического поля E_{ph}, сформированного путем облучения поверхности кристалла интерферирующим лазерным пучком, и приложения однородного электрического поля E_b обратно полю спонтанной поляризации E_c.

При условии превышения суммой E_{ph} и E_b поля E_c в максимумах E_{ph} возникает локальная переполяризация. Для снижения коэрцитивного поля E_c при формировании ПДС было использовано допирование кристаллов

ниобата лития ян-теллеровскими (Я-Т) ионами (Cr^{2+}, Mn^{3+}, Fe^{2+}) с концентрациями порядка 10^{-5}–10^{-3} ат. %. Такие ионы имеют большие квадрупольные моменты, направленные противоположно полю E_c. Были изучены ПДС, в которых формировались доменные границы типа «голова к хвосту» в образцах ниобата лития Z среза с размерами 20x10x1 мм с общим содержанием ионов Fe $C_{Fe} \approx 0{,}05$–$0{,}1$ ат. % и оптимальным соотношением $Fe^{2+}/Fe^{3+} \sim 0{,}3$. Для измерения параметров фотоиндуцированного поля E_{ph} и размеров доменов использовалась комплексная лазерно-акустическая методика.

Формирование ПДС осуществлялось путем облучения Z поверхности лазерными пучками ($\Delta L \sim 30$–100 мкм) с длиной волны 0,53 мкм и плотностью мощности до 10^8 Вт/м^2. В ходе изучения было установлено, что допирование конгруэнтных образцов ионами Fe понижает первоначальное коэрцитивное поле, причем максимальное E_c снижается на 25–30 % только при оптимальном соотношении $Fe^{2+}/Fe^{3+} \approx 0{,}25$–$0{,}30$.

Таким образом, проведенное изучение одновременного воздействия интерферирующего лазерного пучка и однородного электрического поля позволило сделать вывод о возможности формирования периодических доменных структур в условиях понижения коэрцитивного поля фотоиндуцированным полем в оксидных сегнетоэлектриках, допированных Я-Т-ионами.

УДК 514.709.1

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

СИНИЦИН А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УЛАНОВ В.А.

Проблема создания высокоэффективных термоэлектрических генераторов связана с поиском материалов с высокими значениями термоэлектрических параметров. Результатом данной работы является разработанная конструкция прибора, позволяющего производить измерение наиболее важных характеристик термоэлектрического материала для генератора Зеебека (ТЭГ).

Чтобы определить набор наиболее важных параметров, рассмотрим выражение для вольтамперной характеристики элемента такого генератора. Эта характеристика определяется как зависимость величины термо-

ЭДС на выводах элемента ТЭГ (U_{teg}) от тока, протекающего через его внешние выводы (I_{teg}):

$$U_{teg} = S \cdot \Delta T - I_{teg} \cdot r_{teg} .$$

В данном равенстве S – коэффициент Зеебека; ΔT – разность температур на концах элемента; r_{teg} – внутреннее сопротивление элемента. Поэтому величина электрической мощности, поступающей в нагрузку, будет определяться равенством $P_{teg} = S \cdot \Delta T \cdot I_{teg} - I_{teg}^2 \cdot r_{teg}$. Очевидно, что максимальное значение этой мощности будет достигаться в условиях, когда сопротивление нагрузки будет равно внутреннему сопротивлению термоэлемента.

Следовательно, $P_{teg\,\max} = S^2 \cdot \Delta T^2 / (4 r_{teg}^2)$. Коэффициент эффективности элемента будет определяться как $\eta_{teg} = [\Delta T / T_h] \cdot [4 / (Z \cdot T_h) + 2 - \Delta T / (2T_h)]^{-1}$, где первый сомножитель $[\Delta T/T_h]$ соответствует коэффициенту эффективности Карно, а второй – коэффициент эффективности термоэлектрического материала, использованного в рассматриваемом элементе ТЭГ. Как видно, последний зависит величины Z, называемой термоэлектрической добротностью материала ($Z = S^2 \sigma / \kappa$). Таким образом, наиболее важными характеристиками термоэлектрического материала являются S – коэффициент Зеебека, σ – проводимость и κ – теплопроводность материала. Именно эти характеристики позволяет измерять созданный нами прибор. Для этого исследуемый образец помещается в специальную ячейку, в объем которой напускается газ требуемого состава. Источником тепла является резистивный нагреватель. Холодный конец образца охлаждается с помощью батареи элементов Пельтье. Прибор снабжен устройствами, необходимыми для измерений исследуемых параметров термоэлектрического материала.

УДК 621.313:681.3

УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ПОМОЩЬЮ AVR-МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

САБИРОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. ГОЛЕНИЩЕВ-КУТУЗОВ А.В.

На сегодняшнем этапе развития информационных технологий все шире внедряются в производство системы автоматизированного управления. Они включают в себя различные устройства. Одним из них являются электроприводы, подвидом которых является шаговый привод. Шаговые

двигатели получили широкое распространение за счет простоты управления, высокой точности позиционирования, большого диапазона скоростей, низкой стоимости. Для управления такими двигателями необходимо управляющее устройство, это может быть компьютер, схема, собранная на логических элементах, либо же микроконтроллер, который сам по себе является маленьким компьютером.

В данной работе рассмотрены варианты включения двигателя, способы его управления. Также проанализируем и работу устройства с возможностью установки скорости вращения двигателя и количество оборотов.

УДК 621.38

ДЕТЕКТОР ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ЯДЕРНОГО КВАДРУПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА

ТИРКИЯ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. САДЫКОВ М.Ф.

Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР) – область радиоспектроскопии, обладающая особыми возможностями для аналитического обнаружения химических веществ в твердой фазе: безвредность, неразрушающий количественный контроль, способность анализа неоднородных смесей в больших объемах, экспресс-анализ без предварительной подготовки образцов, не требует внешнего магнитного поля, относительно не дорогостоящий. Серьезное ограничение широкого распространения ЯКР – необходимость иметь достаточное количество образца для детектирования (единицы и десятки грамм). Кроме того, часто непрактично использовать прямой метод детектирования для поиска неизвестных частот, так как это обычно отнимает много времени.

С помощью методики ядерного квадрупольного резонанса можно определить содержание и тип взрывчатого вещества, находящегося на некотором расстоянии от детектирующей катушки. Детектирование ЯКР-спектров 14N веществ, содержащих связи N-C, в последние годы стало весьма важным из-за прямой связи этого класса веществ с наркотическими и взрывчатыми веществами.

Задающий генератор в нашей установке формирует радиочастотный импульсный сигнал, который затем усиливается усилителем мощности. Мощность импульсов в нашем случае достигает 160 W. Поступая на катушку, этот радиочастотный сигнал возбуждает ядра в исследуемом образце. В результате резонанса на детектирующую катушку наводится некото-

рая Э.д.с. Сигнал свободной индукции (free induction decay – FID) отделяется разветвителем, усиливается и преобразовывается в спектр, который мы наблюдаем непосредственно на ПК.

Предварительные эксперименты проводились в экранированной комнате на образце NaNo2 весом 100 грамм в порошковой форме. Частота резонанса – 4,64 МГц. Длительность импульса – 60 мкс. Детектирующая катушка выполнена в форме цилиндра высотой 8 см и диаметром 6 см.

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 621.37

КОРРЕКТОРЫ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

ТИЩЕНКО А.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. КАЛИМУЛЛИН Р.И.

В последние десятилетия количество электроники резко увеличилось, и в большинстве устройств применяются импульсные источники питания. Такие источники генерируют гармонические и нелинейные искажения тока, которые отрицательно влияют на проводку электросети и электроприборы, подключенные к ней. Это влияние выражается не только в разного рода помехах, сказывающихся на работе чувствительных устройств, но и в перегреве нейтральной линии. При протекании в нагрузках токов со значительными гармоническими составляющими, не совпадающими по фазе с напряжением, ток в нейтральном проводе может увеличиться до критического значения.

Типичный импульсный источник питания состоит из сетевого выпрямителя, сглаживающего конденсатора и преобразователя напряжения. Такой источник потребляет мощность только в те моменты, когда напряжение, подаваемое с выпрямителя на сглаживающий конденсатор, выше напряжения на нем (конденсаторе), что происходит в течение, примерно четверти периода. В остальное время источник не потребляет мощность из сети, так как нагрузка питается от конденсатора. Это приводит к тому, что мощность отбирается нагрузкой только на пике напряжения, потребляемый ток имеет форму короткого импульса и содержит набор гармонических составляющих.

Вторичный источник питания, имеющий коррекцию коэффициента мощности, потребляет ток с малыми гармоническими искажениями, равномернее отбирает мощность от сети, имеет коэффициент амплитуды ниже, чем у некорректированного источника. Коррекция коэффициента мощности снижает среднеквадратическое значение потребляемого тока, что позволяет подключать к одному выводу электросети больше разных устройств, не создавая в ней перегрузок по току.

Улучшение коэффициента мощности. Для этого в определенной точке сети генерируется такая реактивная мощность, которая уменьшает ток, а, следовательно, и мощность, возвращаемые в источник питания. Это позволяет использовать линии электропитания, генераторы и трансформаторы, рассчитанные на меньшую полную мощность.

УДК 621.382.3:681.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТАМЕРНЫХ МОДУЛЕЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ СЕРИИ HC08

ХАБИБУЛЛИН Р.Н., ГАФУТДИНОВ Р.Ш., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. АХМЕТВАЛЕЕВА Л.В.

Организация работы микроконтроллерных устройств в реальном времени является одной из основных проблем проектирования. Эффективность функционирования таких устройств определяется оптимальным выбором компонентов, а также методов и способов их программирования. К компонентам, формируемым временные функции в микроконтроллерных устройствах, относятся процессоры событий или модули таймеров/счетчиков, которые обеспечивают прием и выдачу управляющих сигналов в заданные моменты времени.

Большинство микроконтроллеров семейства HC08 фирмы Motorola содержат один или два хорошо оснащенных и очень гибких программных модуля таймерного интерфейса TIM, которые связаны с внешними схемами через каналы ввода-вывода. Важным элементом модуля таймерного интерфейса является 16-разрядный счетчик, который может быть сконфигурирован как свободно считающий или как счетчик по некоторому модулю. Он обеспечивает опорное время при фиксации времени поступления входных сигналов (в режиме входного захвата), выдачу выходных сигналов в заданные моменты времени (в режиме выходного сравнения-совпадения), формирование ШИМ-сигналов.

Предлагаемая нами разработка представляет собой программные средства, моделирующие выполнение широкого спектра временных функ-

ций для исследования режимов работы встроенного модуля *TIM*08 универсального микроконтроллера MC68HC908GP32 фирмы Motorola. Программное обеспечение написано на языке ассемблер, отлажено в интегрированной среде разработки Win IDE ICS08.

Исследования проводились в лаборатории микропроцессорной техники кафедры промышленной электроники и светотехники КГЭУ. Как показали исследования, разработанные программные средства обеспечивают достаточно подробное и глубокое изучение возможностей встроенных модулей таймера/счетчика микроконтроллеров, наглядно демонстрируют алгоритмы реализации типовых временных функций управляющих систем.

УДК 538.11

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЛАВНОЙ РЕГУЛИРОВКИ ЯРКОСТИ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА

ХАРРИ В.Э., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

Диммер – специальное устройство, которое предназначено для регулирования яркости освещения. Диммер уменьшает или увеличивает напряжение, соответственно, увеличивается или уменьшается яркость света. Кроме того, современные диммеры для светодиодных ламп могут быть дополнительно оснащены автоматикой для отключения лампы, а также плавно регулировать мощность включения и выключения. Некоторые димеры управляются на расстоянии.

Основная функция диммеров для светодиодных ламп – регулировка яркости и мощности освещения. Кроме того, с помощью диммера достигается экономия электричества за счет снижения мощности напряжения во время работы осветительного прибора. Современные диммеры можно настроить таким образом, чтобы они включали свет при появлении человека в комнате и выключали его, когда в комнате никого нет. Установка диммеров на светодиодные лампы экономически обоснована.

Частота импульсов, создавая диммером, достаточно велика для того, чтобы мы не чувствовали мерцания. Благодаря ШИМ-контролеру осуществляется плавная регулировка, позволяющая добиваться максимальной яркости свечения или угасания лампы.

Встроив такой диммер в стену, можно пользоваться им, как обычным выключателем. Для удобства регулятор яркости светодиодов может управляться радиопультом.

Способность ламп, созданных на основе светодиодов, менять свою яркость, открывает большие возможности для проведения световых шоу, создания красивой уличной подсветки. Да и обычным карманным фонариком становится значительно удобнее пользоваться, если есть возможность регулировать интенсивность его свечения.

УДК 621.35

БЛОК КОНТРОЛЯ ЗАРЯДА-РАЗРЯДА LI-ION АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО УСТРОЙСТВА

ХУСНУТДИНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ЕНИКЕЕВА Г.Р.

Основной задачей устройства является передача изображения с WEB-камеры мобильного компьютера на экран компьютера оператора. Цель нашей работы – создание устройства удаленного присутствия, управляемого при помощи беспроводного интерфейса и специальное программное обеспечение, разработанное нами.

В моей части работы разрабатывается система питания и заряда аккумуляторов. Наиболее часто в мобильных устройствах (ноутбуки, мобильные телефоны, КПК и другие) применяют литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы. Это связано с их преимуществами по сравнению с широко использовавшимися ранее никель-металлгидридными (Ni-MH) и никель-кадмиевыми (Ni-Cd) аккумуляторами. Поэтому питание нашего устройства осуществляется при помощи Li-ion-аккумуляторов, установленных на платформе. Разработка литий-ионных аккумуляторных батарей является одним из приоритетных направлений в промышленной энергетике. Это обусловлено тем, что удельные энергетические характеристики (массовые и объемные) таких батарей существенно выше, чем у аккумуляторов других типов, при аналогичном сроке службы и количестве циклов «заряд-разряд».

В нашей схеме управления батареи используются два основных микроконтроллера: Bq29312 (ведомый) и Bq2084 (ведущий). Эти два процессора соединены последовательным интерфейсом I^2C (*inter-integrated circuit*). I^2C использует две двунаправленных линии, подтянутые к напряжению питания и управляемые через открытый коллектор или открытый сток.

Напряжение, используемое I^2C в нашем случае, – 3,3 В. В схеме имеется предохранитель, который плавится при аварийном режиме, тем са-

мым, изолируя полевые транзисторы. Также имеются модули защиты от перегрузки по току и напряжению, датчик тока, имеется возможность подключить трех-, четырех-, пятисегментный индикатор, отображающий уровень заряда батареи. К такой схеме управления можно подключить до четырех аккумуляторных батарей.

УДК 621.313

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ЧР

ХУСНУТДИНОВ Р.А., МАРДАНОВ Г.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. ГОЛЕНИЩЕВ-КУТУЗОВ А.В.

Вопрос, на который должна ответить измерительная система: «Возможна или невозможна дальнейшая безопасная эксплуатация высоковольтного оборудования?» Одним из таких методов является метод контроля на основе компьютерного анализа ряда параметров частичных разрядов (ЧР), возникающих задолго до полного пробоя изоляции.

Система измерения ЧР сочетает в себе все достоинства современных многоканальных анализаторов, а именно: прямое детектирование амплитудно-фазовых характеристик (АФХ) ЧР, возможность построения АФХ, возможность проведения длительных измерений в целях мониторинга состояния изолятора или испытуемой модели. В разработанной двухканальной системе регистрации ЧР созданы виртуальные приборы записи сигналов с датчиков, обработки записанного массива и представления результатов измерения. В системе измерения используется принцип фазового детектирования ЧР.

Этот метод позволяет поставить в соответствие два основных параметра ЧР – амплитуду и количество импульсов за определенный интервал времени фазовому положению импульсов относительно синусоиды питающего напряжения. Принцип регистрации ЧР, основанный на методе фазового детектирования, заключается в следующем. Измерение параметров ЧР осуществляется синхронно с формой питающего напряжения – аналого-цифровое преобразование данных производится в течение периода напряжения сети U0. Квантование или дискретизация по уровню осуществляется при помощи задания опорной амплитуды Uref в течение каждого периода U0. В течение каждого фазового интервала подсчитывается количество ЧР и амплитуда каждого ЧР, превышающего заданную опорную амплитуду Uref.

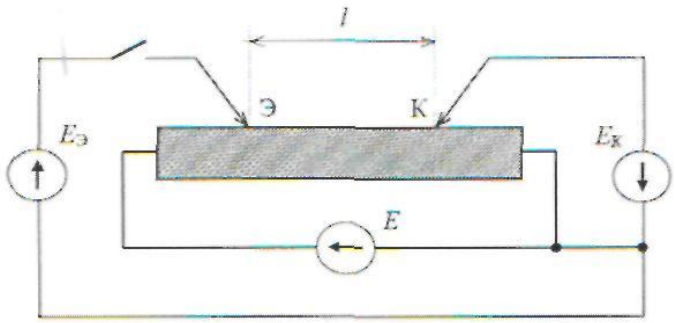
Главным диагностическим признаком, отличающим исправные изоляторы от дефектных, является значительное отличие в количестве и интенсивностях ЧР, а также фазовый сдвиг этих значений. Разработанная двухканальная система измерения характеристик ЧР может быть применена для оперативного контроля и мониторинга состояния изоляции.

УДК 629.423

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ И ДЫРОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

ХУШЕЯ ТАКИЕДДИН А.Н, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УЛАНОВ В.А.

В данной работе предлагается метод измерения подвижностей свободных носителей заряда в полупроводниках. Измерение осуществляется путем регистрации скорости дрейфа неравновесных носителей в электрическом поле. Для этого образец полупроводника прямоугольной формы снабжают металлическими контактами (рис).



На торцах образца путем напыления в вакууме создают металлические контакты, необходимые для подключения источника напряжения *E,* служащего для создания направленного потока свободных носителей в образце. К одной из боковых поверхностей образца приваривают игольчатые вольфрамовые электроды, называемые эмиттером (Э) и коллектором (К). Расстояние между точками контакта игольчатых электродов с поверхностью образца равно *l*. В определенный момент путем замыкания контактов выключателя через эмиттерный зонд в образец вводятся носители заряда от источника *Eэ*. Эти носители перемещаются вдоль образца в направлении коллекторного зонда под действием электрического поля, создаваемого источником *E*. На коллектор подается обратное напряжение от источника постоянного тока *Eк,* поэтому через коллектор проходит небольшой ток неосновных носителей. Как только введенные носители достигнут коллекторного зонда, ток в цепи коллектора возрастет. Измеряя время движения носителей заряда между эмиттерным и коллекторным зондами ($t_{др}$) и зная длину об-

разца (L), можно определить величину дрейфовой скорости ($v = 1/t_{др}$), и по ней рассчитать в подвижности $\mu = L/(t_{др} \cdot E)$.

УДК 613

ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

ЧЕБОТАРЁВ А.Д., МУХАРЛЯМОВ Б.Ф., ШАРАФУТДИНОВ Э.Р.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВ В.А.

Здоровый образ жизни – поведение, базирующееся на научно обоснованных санитарно-гигенических нормативах, направленных на сохранение и укрепление здоровья. Понятие «здоровье» можно рассматривать как универсальную способность к разносторонней адаптации в ответ на воздействие внешней среды и изменения состояния внутренней среды. Здоровый образ жизни представляет собой социальную ценность, укрепление которой является важнейшей задачей цивилизованного общества. Функция ЗОЖ зачастую выходит за рамки чисто медицинской проблемы.

Сущность здорового образа жизни заключается в обеспечении оптимального удовлетворения потребностей человека при условии и на основе оптимизации развития, состояния и функционирования организованных внутренних и внешних систем и связей индивида и общества. Факторы, оказывающие влияние на здоровье, можно разделить на 4 группы: биологические; природные; социльные и социально-экономические; медицинские.

На здоровье человека влияют следующие производственные факторы: загазованность; пыль; шум; вибрация; монотонность; нервно-психическое напряжение; неудобная рабочая поза. Правильное питание является одним из залогов хорошего здоровья. Из прочих опасных факторов для здоровья следует выделить вредные привычки (курение, алкоголизм, наркомания).

Всем известно, что злоупотребление алкоголем может иметь негативные и далеко идущие последствия для здоровья. Вред алкоголя проявляется, начиная от банальных провалов в памяти и заканчивая серьёзными болезнями, которые могут привести к необходимости пожизненного нахождения на лечении в клинике. Как показали результаты последних научных исследований влияния приема алкоголя, даже умеренное потребление спиртного, крайне вредно для организма.

Табак является второй по значимости причиной смертности в мире. Половина людей в мире, которые в настоящее время регулярно курят (около 650 миллионов человек), в итоге погибнут от табака.

Никотин – яд для нервной системы, избирательно действующий на нервные узлы центральной и периферической нервной системы, регулирующие деятельность внутренних органов и жизненно важных систем. В малых дозах никотин действует на нервную систему возбуждающе, в больших – вызывает ее паралич (остановку дыхания, прекращение сердечной деятельности).

Ни для кого не секрет, что наркотики – это яд. Независимо от принимаемого количества, они наносят непоправимый ущерб нашему здоровью. Наркотики, благодаря своему действию на психику, чаще всего это состояние эйфории, бодрости, ощущение повышенного эмоционального и физического тонуса, получили распространение по всему миру. По статистическим данным разных стран, общее количество людей, употребляющих запрещенные наркотики, составляет более 20 % всего населения планеты.

Spice («спайс», K2, в пер. с англ. «приправа», «специя») – один из брендов курительных смесей, поставляемых в продажу в виде травы с нанесённым химическим веществом. Обладает психоактивным действием, аналогичным действию марихуаны. Продажа смесей Spice осуществлялась в странах Европы с 2006 г.

Смеси расфасованы в пакеты размером приблизительно 5 на 7,5 см, содержащие по 3 грамма смеси.

Всего различают три вида спайса: Spice Silver (дословно серебряный спайс), Spice Gold (золотой спайс) и Spice Diamond (бриллиантовый спайс).

УДК 537.11

МАЛОГАБАРИТНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО УСТРОЙСТВА

ШАЙМАРДАНОВ Д.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БОРИСОВ А.Н.

Современным светодиодным устройствам требуется питание со специфическим напряжением, током, полярностью и допустимой нестабильностью.

Для светодиодных устройств дополнительно необходимы миниатюрность, легкость и высокий КПД для экономного расхода заряда аккумуляторов.

Всем этим требованиям в полной мере способны удовлетворить только источники вторичного электропитания, использующие импульсное преобразование и регулирование. Поэтому они получили широчайшее распространение не только в телекоммуникационных, но и во многих других современных электронных устройствах.

Все источники вторичного электропитания (ИВЭП) до сих пор являются неотъемлемой частью любого электронного устройства, а также аппаратуры, назначение и роль которых обеспечивать ее бесперебойным, точным снабжением электрической энергией требуемого вида и качества.

Вместе с высокими эксплуатационными характеристиками импульсные схемы питания характеризуются некоторой сложностью по сравнению с классическими линейными схемами. Поэтому глубокое понимание принципов работы и особенностей различных типов импульсных преобразователей необходимо не только для их создания, но и для правильного выбора подходящего устройства из множества выпускаемых серийно.

В результате выполнения данной работы было изучено общее устройство, типы и области применения импульсных преобразователей напряжения, а также их конструкция.

В результате проведенной работы можно сказать, что существует возможность построить компактный и недорогой преобразователь напряжения, который можно использовать в устройствах с батарейным питанием.

УДК 536.587

СИСТЕМА ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

ШАЙХУТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. КУЛАГИНА Л.Г.

Данный проект имеет практическое применение. Его прототипом послужила реальная камера хранения гистологических срезов, установка, в основе которой лежала модель температурного микроконтроллера CN-390 семейства Omega. Задача проекта была в том, чтобы разработать новую, практически применимую систему температурного контроля, ориентированную на потребителя, и выполняющую такие же функции, как и еѐ прототип на основе микроконтроллера Omega, но при этом требующую намного меньших денежных затрат для ее создания и эксплуатации. Система

температурного контроля на основе Omega требует намного больших затрат, так как имеет очень широкое практическое применение.

В основе проекта лежит идея о замене системы температурного контроля с температурным контроллером семейства Omega CN-390 на новую, специально разработанную установку. Особенность применения данной установки на практике обусловливает то, что в камере не только необходимо поддерживать постоянные температуры на протяжении определенных промежутков времени, но и соответствующим образом фиксировать скорость изменения температуры. К системе температурного контроля предъявляются следующие важнейшие требования: она должна устанавливать заданную температуру(-ы), показывать не только температуру, которой надо достичь, но и ту температуру, которую сушка имеет в настоящее время, а, также, фиксировать периоды изменения температуры.

Простой контроль с обратной связью, кнопочная панель и контроль дисплея являются некоторыми классическими функциями микроконтроллеров, и этот проект включает все три. Это очень удобная функция микроконтроллера.

Кроме того, проект состоит в том, чтобы произвести фактический упакованный прототип, чтобы использовать простое правление оценки с функцией ввода/вывода к целевой системе. Вместо этого необходимо разработать полное приложение.

УДК621.317.799

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФУЗИОННОЙ ДЛИНЫ СВОБОДНЫХ НОСИТЕЛЕЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

ЯГАРМИН В.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. УЛАНОВ В.А.

Основной задачей устройства является измерение диффузионной длины свободных носителей в полупроводниках. Диффузионная длина определяется по методу измерения пространственного распределения концентрации неравновесных носителей заряда, возбужденных светом. Этот метод измерения называется метод неподвижного светового зонда.

Измерение диффузионной длины сводится к установлению зависимости падения напряжения U на резисторе R, включенном последовательно с детектором, от расстояния между световым зондом и детектором. В центре светового зонда измеряемое напряжение должно быть максимальным и уменьшаться по мере удаления зонда от светового пятна.

Прибор состоит из следующих функциональных частей:

1) зеркало;
2) лампа с вольфрамовой нитью;
3) узкая щель;
4) модулятор света;
5) синхронный двигатель;
6) линза;
7) металлический зонд (детектор);
8) образец;
9) автоматическое устройство;
10) вольтметр;
11) блок формовки.

Принцип действия прибора

Пучок света от лампы фокусируется зеркалом через узкую щель. Далее свет проходит через модулятор. Частота модуляции составляет порядка 100 Гц. Линзой изображение проецируется на исследуемой поверхности, к которой подводится детектор. Вольтметр, по мере увеличения или уменьшения расстояния между детектором и зондом, замеряет напряжение на резисторе R.

УДК 628.9

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

ЯМБАЕВА Т.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ШИРИЕВ Р.Р.

Создание благоприятной светоцветовой среды – одна из важнейших задач современной светотехники, которая предполагает использование света для удовлетворения комплекса потребностей человека. Не менее актуальными являются вопросы энергосбережения в светотехнике. Решение этих задач возможно при использовании светодиодов.

Общеизвестные утверждения о том, что для отдыха и подготовки ко сну лучше всего использовать освещение теплых тонов, для работы рекомендуется нейтральная цветовая температура, а более холодные тона провоцируют организм человека к более высокой активности, были получены на основе исследований ламп накаливания и газоразрядных источников света.

Для подтверждения теории взаимосвязи цветовой среды светодиодных источников света и психоэмоционального состояния человека сотрудники кафедры СМЭ совместно с ООО МГК «Световые технологии» провели исследования со студентами КГЭУ различных курсов. Использовались две однотипные аудитории, одна из которых освещалась люминесцентными светильниками, а другая – светильниками серии Color Fusion с изменяемой цветовой температурой (5800 К, 2800 К, 4000 К). В данной методике использовались тесты: опросник САН, теппинг-тест, корректурные пробы.

По окончанию исследований и математической обработкой полученных данных было статистически доказано влияние типов освещения на зрительную работоспособность.

СЕКЦИЯ 4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ, ХИМИИ, МАТЕМАТИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

УДК 537.12

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ОКСИДОВ

ГАРЬКАВЫЙ С.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МАТУХИН В.Л.

Прозрачные проводящие оксиды (ППО) хорошо известны и в настоящее время широко используются как в оптоэлектронике, так и в области исследовательской деятельности. ППО представляют собой оксидные соединения полярного типа, ион металла в которых относится к элементам переходного ряда периодической таблицы. Они имеют прозрачность порядка 80 % в видимом диапазоне спектра и проводимость порядка 1000 См или выше.

Кроме ППО, состоящих из двух компонентов (металла и кислорода), как например ZnO, существуют и более сложные оксидные соединения, такие как $CuAlO_2$. Для металлов переходной группы характерно наличие незаполненных электронных оболочек и переменная валентность. При образовании оксида в одних кристаллографических положениях оказываются ионы с разными зарядами, которые могут обмениваться электронами. Энергия, необходимая для такого обмена, изменяется в зависимости от температуры. Так как электропроводность ППО вызвана обменом электро-

нов между ионами металла, основной вклад в электрические свойства вносят различные примеси.

Технология получения оксидных полупроводников зависит от желаемого конечного результата. В большинстве устройств ППО, как правило, используются в виде монокристаллических тонких пленок, так как именно в данной форме ППО являются прозрачными. Для их изготовления используются различные техники осаждения и эпитаксиального роста, среди которых можно выделить: импульсное лазерное осаждение, напыление, химическое осаждение из газовой фазы, реактивная твердофазная эпитаксия, молекулярно-лучевая эпитаксия и электронно-лучевое испарение. Среди методов изготовления поликристаллических образцов можно выделить: метод твердофазного синтеза, гидротермальный синтез и золь-гель метод.

УДК 669

ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ И СОЕДИНЕНИЙ В ВИДЕ «ХИМИЧЕСКОГО ТРЕУГОЛЬНИКА»

ЗИНУРОВ В.Э., ХАФИЗОВА А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

Традиционно различают три типа химического взаимодействия элементов, описываемых соответствующими теориями: ионной, ковалентной и металлической. Подавляющее число реальных химических связей и соединений являются смешанными или промежуточными между двумя или тремя вышеперечисленными типами. Поэтому сегодня для их описания необходимо использовать универсальную модель химической связи О.С. Сироткина, раскрывающую единство природы и отличия всех трех ее основных разновидностей. Данная универсальная модель химической связи является фундаментальной основой системы химических связей и соединений (СХСС) в виде «Химического треугольника» (ХТ). Эта система позволяет объединить все многообразие химических связей и базовых гомо- и гетероядерных веществ и проанализировать их структуру и свойства.

В данной работе сделана попытка установить связь между соотношением компонент гомо- и гетероядерных связей с их способностью к образованию низко- и высокомолекулярных состояний, различных сложностей (1-, 2- и 3-мерных). Это объясняется числом ковалентных связей, ко-

торые в настоящей работе определяются через соотношение их компонент ($С_к$, $С_м$, и $С_и$).

Анализ изменения соотношения компонент химических гомо и гетероядерных связей показал, что с ростом $С_м$ связи происходит постепенная делокализация обобществленных электронов (ОЭ), что приводит к «размыванию» направленной ковалентной связи. В результате одинарные ковалентные связи постепенно трансформируются в кратные двойные и тройные, а затем – в многоцентровые металлические и ионные.

УДК 669

МЕТОДЫ ТРАНСФЕРНОГО ФОРМОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

КАШТАНОВ А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СУХАРНИКОВ А.Е.

Композиционный материал (КМ), композит – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с чёткой границей между ними. В большинстве композитов (за исключением слоистых) компоненты можно разделить на матрицу (или связующее) и включенные в нее армирующие элементы (или наполнители).

Целью работы является анализ трансферных методов формования полимерных композиционных материалов.

Для формования композиционных материалов используются следующие технологии:

1) технология вакуумной инфузии, основан на применении вакуума для формирования полимерной матрицы;

2) технология RFI (Resin – смола; Film – пленка; Infusion – вливание);

3) технология LRJ (Liquid – жидкий; Resin – смола; Infusion – вливание);

4) технология RTM. Метод инжекции полиэфирной смолы в закрытую форму RTM (Resin Transfer Moulding).

Композиционные материалы применяются во многих отраслях: медицине, машиностроении (применяются для создания защитных покрытий на поверхностях трения, а также для изготовления различных деталей внутреннего сгорания), строительстве (железобетон) и др.

УДК 669

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

КУБЫШКИНА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СУХАРНИКОВ А.Е.

Цель работы: анализ и изучение свойств и состава полимерных композитных материалов.

Полимерные композитные материалы (ПКМ) – это гетерогенные системы, состоящие из двух или более компонентов, причем одни из компонентов являются армирующими составляющими, а другие – связующими полимерными матрицами.

Основой композитных материалов (матрицей) служат металлы, металлические сплавы, полимеры, углеродные и керамические материалы. В матрице равномерно распределены армирующие компоненты (нитевидные монокристаллы, волокна). Матрица определяет технологию получения КМ и его эксплуатационные характеристики: максимальную рабочую температуру, коррозионную стойкость, плотность и др.

По типу упрочняющих наполнителей композитные материалы различают:

1) на дисперсно-упрочненные – высокодисперсные частицы различных веществ;

2) волокнистые – волокна, проволока или монокристаллы нитевидной формы;

3) слоистые – металлическая фольга, бумага, ткани.

Наполнители композитных материалов:

1) неорганические:

дисперсные частицы тугоплавких оксидов, нитридов, боридов, карбидов (AI2O3, SiO2, BN, SiC и др.), мел, слюда, тальк и др.

2) органические:

древесная мука, мука из скорлупы орехов, сажа (технический углерод), графит и др.

Вывод: благодаря сочетанию свойств полимерные композитные материалы имеют более высокую удельную прочность, твердость и модуль упругости.

УДК 996

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И НЕПРЕРЫВНЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

МУХАМЕТГАЛИЕВ С.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СУХАРНИКОВ А.Е.

Целью создания композиционного материала является объединение схожих или различных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами и характеристиками, отличными от свойств и характеристик исходных компонентов.

Цель работы: анализ автоматизированных и непрерывных способов производства полимерных композиционных материалов (ПКМ). Получили распространение следующие способы производства ПКМ:

1. Автоматизированная выкладка изделий из ПКМ.

Автоматизированная выкладка является процессом производства композитов, в котором используется однонаправленный препрег, точно и автоматически выкладываемый на сложную поверхность.

Преимущества технологии выкладки: высокая точность и повторяемость, выкладка ленты на сложные выпуклые поверхности, значительное уменьшение риска отклеивания препрега, устранение точек пересечения, существующих в технологии намотки, процесс выкладки не ограничен геодезической траекторией, возможность выкладки нитей на вогнутые поверхности, управление длиной жгута обеспечивает создание точных контуров отверстий.

2. Технология намотки изделий из ПКМ.

Намотка – процесс изготовления высокопрочных армированных изделий, форма которых определяется вращением произвольных образующих.

Основные *преимущества:* очень быстрый и поэтому экономически выгодный метод укладки армирующего материала, регулируемое соотношение смола/наполнитель, высокая прочность при малом собственном весе, неподверженность коррозии и гниению, недорогие материалы, хорошие структурные свойства ламинатов, так как профили имеют направленные волокна и высокое содержание арматуры.

3. Технология пултрузии изделий из ПКМ.

Пултрузия – это технология непрерывного изготовления композитных профилей, имеющих постоянное поперечное сечение, путем протягивания через фильеру. Для пултрузии характерны: высокая точность полу-

чаемых деталей; изготовление деталей любой длины; высокое значение коэффициента использования материала (до 95 %); точное регулирование соотношения наполнитель – связующее; большая производительность.

УДК 541.6

СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ В МЕТАЛЛАХ И ПОЛИМЕРАХ И СПЕЦИФИКА ИХ СВОЙСТВ

ПОТКИНА В.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. СИРОТКИН Р.О.

Существующие классификации структур материалов базируются, как правило, на систематизации структур металлов (без попыток привязки к ним структур неметаллов, типа полимеров), а положение наноструктур в них определено недостаточно четко. Поэтому была предложена уточненная классификация уровней структурной организации металлических и полимерных материалов, которую можно представить следующим образом: *микроструктура* (включая 3 подуровня: *электронно-ядерная*, *молекулярная* (образуют *тонкую* структуру) и *наноструктура*), *мезоструктура* и *макроструктура*.

Анализ данной классификации [1] позволил сделать следующие основные выводы:

1) электронно-ядерная структура является единой (общей по химической природе), базовой для любого вида металлического и неметаллического материала;

2) отличия в структуре последующих уровней (и, соответственно, свойствах), усиливаются начиная с молекулярного и наноподуровней металлических и неметаллических материалов, и далее в мезо- и макроуровнях.

Показано, что, несмотря на то, что свойства любого материала определяются совокупным вкладом всех уровней его структуры, для многих свойств, как правило, можно указать уровень структурной организации материала, вклад которого в соответствующее свойство является доминирующим. В частности, рассмотрено влияние структуры на плотность различных материалов.

Литература

Сироткин Р.О. Электронно-ядерная, молекулярная и надмолекулярная структура полимерных материалов и их физико-механические свойства

(«Состав – тип связи – структура – свойства» в полимерах и металлах) / Р.О. Сироткин. – Казан. гос. энерг. ун-т. Казань, 2006. – 240 с.

УДК 541.6

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЮ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРИМЕРЕ КАРБИДОВ И ОКСИДОВ

СИДОРОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. БУНТИН А.Е.

Исходя из традиционных положений, исследованы особенности влияния характера химической связи Э-О и Э-С на некоторые свойства, технологию получения и переработки оксидов и карбидов.

Природа химической связи в оксидах объясняет не только химические (кислотные, основные и амфотерные) и физические свойства ($T_{пл}$, ρ), но также обусловливает их структуру – немолекулярная, молекулярная (высоко-, олиго- и низкомолекулярная) и, соответственно, области их практического применения и особенности технологии их получения. Так, преимущественно ковалентные связи Э-О образуют высокомолекулярные соединения на их основе, которые используются в производстве стекол, кислот, удобрений (в т.ч. удобрений пролонгированного действия), ионные – немолекулярные соединения, используемые, в основном, для производства минеральных удобрений (калийная соль) и строительных материалов.

Таким образом, специфика химической связи определяет образование молекулярной и немолекулярной структуры оксидов в виде преимущественно ионных или ковалентных (низко-, олиго- и высокомолекулярных) неорганических соединений с их практическим использованием в качестве в качестве минеральных удобрений, кислот, щелочей, стекол и т.д. Увеличение доли ковалентной связи и снижение ионной в рассматриваемых карбидах обусловливает рост их твердости и удельного электрического сопротивления, что определяет специфику их применения в качестве твердых сплавов, абразивов и диэлектриков.

При переходе от преимущественно ионных карбидов к ковалентным изменяются технологические процессы получения из них материалов и изделий. Для ионных карбидов требуется вакуумная среда для проведения спекания, для ковалентно-металлических – более высокие температуры

спекания и давления прессования, для ковалентных – большее давление и время прессования. В результате, ввиду большей реакционной способности преимущественно ионных карбидов, возникает необходимость формирования вакуумной (инертной) среды для их переработки, а для переходных (ковалентно-металлических) – более высокие температурные режимы.

УДК 621.311

О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ОКСИДАХ НА ИХ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

ФАЗДАЛОВА А.Р., ДИМИЕВА З.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВА А.М.

Целью настоящей работы является оценка влияния химической природы оксидов через соотношение ковалентной, металлической и ионной составляющих связи Э-О на их способность к образованию кислотных, основных или амфотерных по свойствам соединений.

Переход от сильноосновных оксидов к сильнокислотным на примере оксидов 2-го и 3-го периодов ПС определяется тем, что последние характеризуются, прежде всего, повышенным значением $C_К$ связи Э-О, а первые повышенным значением $C_И$. Причем, при переходе от сильноосновных оксидов к сильнокислотным падает роль $C_М$ и $C_И$ связи, а в амфотерных оксидах сумма $C_И$ и $C_М$ превышает $C_К$.

Химическая природа естественного разделения молекулярных оксидов на соединения различной силы: слабо-, средне- и сильнокислотные, а также специфических свойств основных оксидов определяется через соотношение трех компонент связи, особенности химического взаимодействия элементов соединений и их структуру. Если $C_И$ связи О-Н, в среднем, равна приблизительно 24 %, то в ряду $SiO_2 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow SO_3$ ионность связи Э-О монотонно падает, определяя рост кислотности через облегчение диссоциации кислот на их основе с отщеплением от них ионов водорода. С другой стороны, рост и преобладание $C_И$ связи Э-О в паре MgO и Na_2O, по сравнению со связью О-Н определяет большую вероятность диссоциации гидроксидов на их основе с отщеплением от них уже не ионов водорода, а гидроксид-ионов, что, очевидно, связано с большей потенциальной способностью гетеролитического разрыва связи $Э^{+}_{n}(OH)^{-}_{m}$ (где Э-Na, Mg и т.д.) с отрывом аниона OH^{-}(гидроксильная группа), а не H^{+}от кислотного соединения типа $H^{+}_{n}(ЭО)^{-}_{m}$ (где Э-Si, P, S и т.д.).

Совокупность полученных данных по соотношению компонент химических связей Э-О в разных соединениях свидетельствует о прямом влиянии химической природы оксидов на их разделение на группы: кислотные, амфотерные и основные.

СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 621.382

ПРИЧИНЫ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ИНВЕНТОРА И УСЛОВИЯ САМОЛИКВИДАЦИИ ОПРОКИДЫВАНИЯ ИНВЕРТОРОВ

БОЛЬШАКОВ А.В., ХАСАНОВ А.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Причиной аварийных режимов могут быть нарушения в системе управления, кратковременное снижение напряжения сети переменного тока, пробой одного из тиристоров инверторного моста, сбои в системе автоматического поддержания минимального после коммутационного угла δ_{min}. В результате этих нарушений происходит опрокидывание инвертора. При опрокидывании тиристор не включается и продолжает проводить ток, работая последовательно с тиристором. После перехода кривой противо-ЭДС сети в положительный полупериод в цепи инвертирования начинают действовать согласно ЭДС генератора и напряжения сети. Это приводит к быстрому нарастанию аварийного тока опрокидывания, превышающего ток короткого замыкания выпрямителя.

Для возникновения условий самоликвидации опрокидывания инвертора, необходимо включить в цепь инвертора реактора со значительной индуктивностью можно достичь самоликвидации опрокидывания и нормальной работы инвертора. Реактор, веденный в цепь постоянного тока инвертора, ограничивает скорость нарастания тока после опрокидывания. Опрокидывание самоликвидируется в том случае, когда нарастание тока ограничено настолько, то во время очередной коммутации. При этом после спада тока в аварийном тиристоре до нуля благодаря току в аварийном тиристоре до нуля к нему должно быть приложено обратное напряжение на интервале, достаточном для восстановления управляющий способности.

УДК 51.74

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

ВОЛКОВА А.А., БАГАЕВ А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИТВИНЕНКО Р.С.

В статье рассматривается имитационная модель процесса функционирования электротехнического комплекса, в состав которого входит большое количество различных элементов, с целью определения его надежности на ранних этапах разработки.

Система исходных данных для проведения моделирования включает в себя: информацию о составе электротехнического комплекса и статистическая информация о надежности различных типов элементов (электрических, механических, гидравлических).

В качестве результатов моделирования могут быть получены комплексные показатели надежности формируемые с использованием наработки на отказ, наработки между отказами, среднего времени восстановления элементов, как отдельных групп элементов, так и всего комплекса в целом.

Теоретическая ценность обусловлена возможностью реализации на основе предложенной имитационной модели программы для проведения экспериментального исследования влияния надежности электротехнического комплекса на эффективность его функционирования.

Практическая новизна заключается в решении задачи оценки показателей надежности электротехнического комплекса в условиях ограниченной информации о надежности его элементов, характерных для ранних этапов разработки.

УДК 621.314

ИМПУЛЬСНЫЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ГАЛИЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

В отличие от цепей переменного тока, применение постоянного тока связано с проблемой плавного регулирования напряжения нагрузки. Потребность в регулировании напряжения при питании от сети постоянного

тока приводит к применению неэкономичных способов, основанных на включении в силовые цепи токоограничивающих резисторов или делителей напряжения.

При электрической тяге и питании коллекторных двигателей от контактной сети постоянного тока на электроподвижном составе применяются пусковые резисторы. При пуске и разгоне, по мере увеличения частоты вращения и, соответственно, противо-ЭДС двигателей, пусковые резисторы, включаемые последовательно в цепь якоря, ступенчатой перегруппировке обеспечивает ограничение среднего значения тока.

Резисторное регулирование приводит, при частых пусках, к дополнительным потерям электроэнергии (до 20–30 % общего потребления энергии на тягу). Регулирование пусковых резисторов сопровождается «всплесками» тока во время переключения ступеней. Для переключения резисторов требуется сложный контактный коммутатор.

Тиристорная и транзисторная техника позволяет применять новый, более экономичный, надежный и эффективный импульсный способ регулирования в цепях постоянного тока и избавиться от вышеназванных недостатках. Принцип импульсного регулирования заключается в том, что источник постоянного тока периодически подключается к нагрузке с некоторой постоянной или изменяемой частотой. Автоматическое задание длительности интервала подключения за один цикл позволяет плавно регулировать среднее значение напряжения, прикладываемого к нагрузке. В цепи нагрузки обеспечивается непрерывное протекание тока с допустимой пульсацией. Это достигается благодаря индуктивности самой нагрузки или включению сглаживающего дросселя и достаточно высокой частоты коммутаций.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМИ КЛЮЧАМИ ИНВЕРТОРА

ГАЛИУЛЛИН Д.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Опыт первых лет эксплуатации трамваев в г. Казани выявил ряд проблем, связанных с выходом из строя мощных силовых *IGBT*-транзисторов в оконечном тракте силового электропривода.

Серьезные финансовые проблемы для эксплуатирующего данные типы трамваев депо начнутся в постгарантийный период эксплуатации, ко-

гда прекратиться бесплатная гарантийная замена мощных дорогостоящих транзисторов.

Анализ показал, что выход из строя силовых *IGBT*-транзисторов обусловлен применением комплектных штатных драйверов без надежных электронных защит (отсутствие защит от эффекта Миллера и десатурации) мощных *IGBT*-транзисторов.

Одним из способов повышения качества управления силовыми ключами инвертора предложено использовать микросхему драйвера TLP5214 в корпусе *S*016*L*. Драйвер имеет в своем составе интеллектуальный вентиль-формирователь и рассчитан на высокий выходной ток в 4 А. К тому же поддерживает несколько важных расширенных интегрированных функций, включая определение насыщения *IGBT*, активное подавление эффекта Миллера, программное выключение *IGBT*, блокировку при недостаточном напряжении (UVLO) и обнаружение других аварийных ситуаций, что помогает предотвратить перегрузку *IGBT* по току, и в конечном счете выхода транзистора из строя.

Следует также отметить, что в данном драйвере осуществлена концепция динамического управления затвором (*Dynamic Gate Control*, DGC*)*, что относит ее к интеллектуальным модулям *IGBT* последнего поколения. Она предназначена для повышения надежности управления силовыми транзисторами инвертора, что, по моему мнению, решит проблему выхода из строя мощных силовых *IGBT*-транзисторов в данном подвижном составе.

УДК 629.3.504

ПЕРСПЕКТИВА ВНЕДРЕНИЯ ТЯГОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С БОЛЬШОЙ ЕМКОСТЬЮ В ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

ГАЛИУЛЛИН Д.Р., ФИЛИНА О.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. ГАТИЯТОВ И.З.

Известно, что в России количество автомобилей с двигателями внутреннего сгорания становится все больше и больше. Однако нефть – ограниченный природный ресурс и рост цен на это «драгоценное» топливо с каждым годом наблюдается все заметнее. По прогнозу ученых и экспертов в области нефтяной отрасли уже к 2020 г. 1 литра бензина будет стоить дороже 1 евро. К тому же автомобильные выхлопы в больших количествах в условиях большого города пагубно действуют на здоровье не только человека, но и окружающей среды. С экономической точки зрения, уже невыгодно ездить на автомобилях с двигателями внутреннего сгора-

ния, поэтому медленно но верно все больше автолюбителей предпочитают выбирать так называемые «гибриды». К большому сожалению, в России, из-за их высокой цены, они пользуются незначительным спросом, даже если они в 6–7 раз экономней в обслуживании автомобилей с ДВС.

«Гибрид» – это автомобиль с двумя двигателями: внутреннего сгорания, который работает на горючем топливе, и электродвигателем, который, соответственно, работает на электричестве. Такие автомобили являются неким переходным этапом в становлении электромобилей на вершине автомобилестроения. Но на данный момент для полного перехода на электродвигатели необходимо развивать тяговые аккумуляторы, так как нынешние Li-on батареи имеют много недостатков:

– большая масса и размеры;

– высокая стоимость;

– потеря емкости до 40 % в условиях низких температур и др.

Подводя итог, для становления конкурентоспособных электромобилей из вышеперечисленных проблем необходимо решить такие задачи, как:

1) уменьшение размеров аккумуляторных батарей вдвое по сравнению с Li-on, не изменяя при этом их емкости;

2) увеличение срока службы в 1,5–2 раза в условиях сурового холода;

3) уменьшение стоимости АКБ более чем в 0,25 раза.

УДК 681.513.1

НАСТРОЙКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С СИСТЕМОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ

ГАТИН Б.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БУТАКОВ В.М.

В современной инженерной практике широкое распространение получили электроприводы, построенные по принципу подчиненного регулирования, когда система разбивается на несколько контуров и к каждому контуру в отдельности применяется стандартная настройка. Достоинством системы подчиненного регулирования является возможность независимой настройки контуров (тока и скорости) с целью получения требуемых характеристик системы.

Различают два вида стандартных настроек: настройка на оптимум по модулю (ОМ) и настройка на симметричный оптимум (СО). При такой коррекции решается задача оптимального выбора параметров регулятора с

целью получения заранее известного стандартного набора показателей качества процесса управления: времени нарастания $t_Н$, перерегулирования σ, запаса устойчивости по фазе $Θ_З$ и амплитуде $L_З$, числа колебаний N.

Настройкой контура на ОМ называется синтез регулятора с целью получения динамических характеристик замкнутого контура, близких к характеристикам колебательного звена с относительным коэффициентом затухания $ξ = 0{,}707$, перерегулированием $σ = 4{,}3$ %, запасом устойчивости по фазе $Θ_З = 63°$, временем нарастания $t_Н = 4{,}7T_Σ$.

При настройке контура на ОМ осуществляется компенсация больших постоянных времени силового канала электропривода, поэтому динамические процессы будут определяться суммарными малыми постоянными времени контура.

Настройкой контура на СО называется синтез регулятора с целью получения динамических характеристик контура, близких к типовым характеристикам контура с астатизмом второго порядка ($ν = 2$), перерегулированием $σ = 43$ %, запасом устойчивости по фазе $Θ_З = 37°$ и временем нарастания переходного процесса $t_Н = 3{,}1T_Σ$.

В докладе рассматривается методика настройки контура тока электропривода с системой стабилизации скорости на ОМ и контура скорости на СО.

УДК 658.562

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОБЪЕКТОВ МАИ

ГУСАМОВ Б.Р., ОХОТНИКОВА Е.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИТВИНЕНКО Р.С.

При планировании работ и разработке тактико-технического задания для многофункциональных систем (МФС), особенно в условиях ограниченного финансирования большое значение приобретает научно обоснованный подход к проблеме выбора того или иного проекта для дальнейшей разработки, так как многофункциональность накладывает определенный отпечаток на саму постановку задачи анализа такой системы.

В статье предлагается методика выбора одного из альтернативных вариантов МФС с применением так называемых матричных методов, одним из которых является метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати, с учетом всего спектра задач, выполняемых такими системами. Решающим преимуществом МАИ над большинством существующих ме-

тодов оценивания альтернатив (метод взвешивания, метод ранжирования, аксиоматические и лексикографический методы и др.) является четкое выражение суждений экспертов, а также ясное представление структуры проблемы: элементов и взаимосвязей между ними. МАИ получил широкое распространение при проведении сравнительного анализа различных технических систем, анализа «эффективность-стоимость», в области стратегического адаптивного планирования. Метод обладает следующими преимуществами:

– позволяет учитывать различные факторы и множественность целей;

– позволяет учитывать возможный эффект взаимодействия факторов;

– обладает простотой вычисления;

– позволяет не только упорядочить альтернативы, но и получить их ранги.

МАИ предлагает оригинальный способ определения степени влияния элементов нижнего уровня на элементы верхнего уровня иерархии, представляющей абстрактную структуру системы (объекта исследования), позволяющей изучать функциональные взаимосвязи компонентов и их влияние на систему в целом. Он основан на проведении парных сравнений элементов-критериев. По результатам формируется матрица парных сравнений, рассчитывается собственный вектор и собственное значение матрицы. Собственный вектор создает приоритеты критериев-элементов, а собственное значение определяет меру последовательности высказываний эксперта.

Также особенностями, характеризующими МАИ, являются:

– он позволяет на основе поэтапной процедуры оценить эффективность выполнения стоящих перед МФС задач (функций) сразу нескольких альтернативных вариантов системы и на этой основе выбрать наиболее перспективный для дальнейшей разработки;

– шкала относительной важности используемая в МАИ позволяет качественные показатели свести к количественным, что упрощает экспертизу критериев (показателей эффективности) и определение их весомостей применительно к образцам техники, выполняющим одни и те же функции;

– все математические процедуры, используемые в МАИ, могут быть легко реализованы с помощью любой программной среды (MS Excel, MathCad) персонального компьютера, что позволяет значительно упростить вычисления и сократить время на проведение подобных исследований;

– предложенная методика выбора рационального варианта МФС может быть использована при формировании проекта программы развития технических систем на заданный период.

УДК 629.4.02

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВАИ ЭСКАЛАТОРОВ

ЗАКИРОВ З.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

В данной работе рассматривается организация надежной и бесперебойной работы всех технических устройств и установок, а также укрепления ремонтной базы для их содержания.

Привод эскалатора – одноредукторный на базе трехступенчатого цилиндрического редуктора с тихоходным главным валом. Тормозное устройство выполнено на базе электромагнита КМТ.

Диаметры натяжной и тяговой звездочек увеличены с целью более плавного движения лестничного полотна.

Радиусы криволинейных участков трассы лестничного полотна увеличены с 3 до 4 м.

Натяжное устройство лестничного полотна выполнено с пружинной натяжкой.

Поручневое устройство снабжено двумя грузовыми натяжками, обеспечивающими плавное движение поручня.

Трасса рабочей ветки поручня выполнена на основе латунных направляющих прямолинейных участков и на основе медных направляющих на криволинейных участках; балюстрада выполнена на базе алюминиевых профилей из фанеры, оклеенной с двух сторон пластиком.

Уменьшены габариты и масса эскалатора.

Введена блокировка, исключающая неправильные действия обслуживающего персонала при регулировке запаса хода якоря электромагнита.

Исключена возможность неправильных действий обслуживающего персонала при работе с аварийным тормозом, предусмотрен и ряд других усовершенствований.

УДК 681.513.1

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПО ТЕМПЕРАТУРНОМУ КРИТЕРИЮ

ЗАРАМЕНСКИХ А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Проблеме улучшения тяговых энергетических характеристик локомотивов в системе эксплуатации железнодорожного транспорта придается первостепенное значение. Температурные воздействия на изоляцию обмоток при выходе из предельно допустимых зон работы ТЭД при поездной работе.

Причины

– электрические перенапряжения, возникающие в силовых цепях локомотивов при переходных режимах;

– постепенное старение изоляции в результате перечисленных факторов и механических нагрузок на их изоляционные конструкции в эксплуатации при действии в пустотах изоляции частичных разрядов;

– низкое качество изоляции материалов и не совершенна конструкция охлаждения и защиты.

Задачи

1. Проведение анализа современного состояния научно-технической проблемы повышения надёжности изоляционных конструкций тяговых силовых цепей локомотивов и снижения расходов на их эксплуатацию и ремонт с целью выявления основных факторов, влияющих на их ресурс и повышенный расход энергии.

2. Проведение серий экспериментальных исследований прочностных диэлектрических характеристик и изоляционных конструкций ТЭД в условиях изготовления и ремонта и исследование их надежности в эксплуатации, с целью разработки научно обоснованных методов, повышения надежности силовой цепи локомотивов на основе аналитических и экспериментальных разработок.

3. Выполнение технико-экономических исследований повышения надёжности тяговых силовых цепей и экономичности их систем охлажде-

ния с целью экономического обоснования предложенных технических решений.

Вывод

Разработана методика и приведен алгоритм расчета повышения надежности тяговых силовых цепей тепловозов от комплексного внедрения оптимальных норм испытательных напряжений и систем защиты корпусной изоляции силовых цепей. Показано, что в результате предложенных технических решений надежность тяговых силовых цепей тепловозов повышается в 1,35 раза. Годовой экономический эффект от уменьшения количества отказов ТЭД, только в период гарантийного пробега, на Куйбышевской ж.д. – филиала ОАО «РЖД» – составляет: 44 6706 руб.

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

КОНТАНИСТОВ В.С., НОВИКОВ М.И., АХМАДЕЕВ Р.И.,
КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. АУХАДЕЕВ А.Э.

В рамках работ по формирование рынка электротранспорта и публично доступной (для личных и коммерческих электромобилей) зарядной инфраструктуры авторами проекта предлагается разработать зарядную станцию для размещения на платформе троллейбуса, эксплуатируемого на предприятиях ГЭТ. Это позволит создать мобильную зарядную станцию, питающуюся от контактной сети городского электрического транспорта, способную передвигаться по городу, формирую более гибкую и удобную городскую зарядную инфраструктуру.

Такое техническое решение позволит добиться следующих положительных эффектов:

1) лучшая доступность и оперативное реагирование на спрос потребителя;

2) возможность корректировки места постоянной дислокации;

3) простота организации нового места расположения зарядной станции;

4) меньшие капитальные затраты по сравнению с организацией стационарной зарядной станции;

5) быстрое увеличение числа зарядных станций;

6) отсутствие согласование на землеотведение для новой зарядной станции;

7) выравнивание нагрузки на энергосистему в ночное время;

8) возможность размещения несколько зарядных станции на одной платформе;

9) простота организации системы оплаты за оказание услуг по зарядке электротранспорта.

Очевидно, что мобильная зарядная инфраструктура может дополнять стационарные станции зарядки. Следует отметить, что система постоянного тока и рабочие режимы тяговой контактной сети соответствуют требуемым режимам работы зарядной инфраструктуры.

УДК 621.311.04

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ НА ГЭТ

КОРОЛЬКОВ А.Ю., СОЛОВЬЕВА С.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. САМИГУЛЛИНА Р.Х.

Рост качественных показателей пассажирских перевозок, таких как безопасность перевозок, регулярность и скорость сообщения, комфортность и доступность, не может быть достигнут без обновления парка городского пассажирского транспорта.

Городским электрическим транспортом перевезено 58,4 млн пассажиров, или 22 % от общего объема перевозок. Лидером по объему перевозки пассажиров на городском электрическом транспорте остаются троллейбусные перевозки. На их долю приходится около 9 % всего объема перевезенных пассажиров общественным транспортом, на трамвайные перевозки – 6 %. Растет доля метрополитена в общем объеме пассажирских перевозок. В связи с открытием станции «Козья слобода» пассажиропоток на метрополитене увеличился в 1,6 раз. Поэтому доля пассажирских перевозок метрополитеном увеличилась с 4 % в 2010 до 7 % в 2011 году.

Для обеспечения необходимого уровня безопасности на транспортных средствах и объектах транспортной инфраструктуры, рассмотреть возможность внедрения следующих инновационных технологий за счет Федерального бюджета в рамках Комплексной программы обеспечения безопасности на транспорте:

– многоуровневая высокоавтоматизированная комплексная система сплошного досмотра багажа, исключающая возможность попадания взрывчатых, радиоактивных и химических веществ на борт самолета;

– инновационная технология миллиметровых волн, обеспечивающая досмотр в режиме реального времени для быстрой и простой обработки пассажиропотока;

– рентгеновские аппараты B-SCAN, осуществляющие эффективный неконтактный подход к досмотру людей, который позволяет обнаружить объекты скрытые внутри и на поверхности тела;

С целью предотвращения перевозки оружия и взрывчатых веществ по дорогам Российской Федерации проводить проверку транспортных средств на дорогах с помощью передвижных блокпостов, организуемых на базе мобильных инспекционно-досмотровых комплексов HCV Mobile.

Ввести дактилоскопический учет тех работников, которые имеют непосредственное отношение к обеспечению безопасности. Дополнить Федеральный Закон № 128-ФЗ «О дактилоскопической регистрации в Российской Федерации» и ввести дополнительные категории лиц, подлежащих обязательной государственной дактилоскопической сертификации (машинисты поездов, водители автобусов, обслуживающий персонал аэропортов, железнодорожных узлов, морских портов).

Приступить к внедрению информационных систем учета сведений о пассажире типа IPI, IPP, PNI, AIM.

При проведении профилактических работ и внешнего осмотра самолетов на предмет целостности корпуса, шасси и других узлов, механизмов и электропроводки.

УДК 681.513.3

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ТРЕБУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА СКОРОСТНОГО СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

МЕДВЕДЕВ Г.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БУТАКОВ В.М.

Автоматизация процессов управления различными объектами связана с широким использованием следящих приводов. Следящий электропривод представляет собой замкнутую динамическую систему, управляющую объектом регулирования. При этом регулируемая величина с той или иной степенью точности воспроизводит приложенное к системе управляющее воздействие.

В общем случае следящий электропривод имеет в своем составе чувствительное устройство, преобразующее устройство, усилительно-

преобразующее устройство, усилитель мощности, исполнительный двигатель, редуктор и корректирующее устройство.

При проектировании следящего электропривода возникают две основные задачи, одна из которых связана с выбором элементов силовой части – исполнительного электродвигателя, усилителя мощности и редуктора, а другая – с анализом и синтезом электропривода.

В докладе рассматриваются вопросы анализа и синтеза скоростного следящего электропривода, исполнительным устройством которого является двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Основное внимание уделяется моделированию структурной схемы динамической модели скорректированного электропривода с применением моделирующих программ и методам обеспечения устойчивости и требуемых показателей качества переходного процесса.

УДК 621.313

СТЕНД ВИБРОДИАГНОСТИКИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

НАЗМИЕВ А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. САМИГУЛЛИНА Р.Х.

Целью проведения исследований является повышение надежности работы городского электрического транспорта.

Анализ показывает, что выходы из строя подвижного состава вызваны нормальным физическим старением и износом (34 %), неудовлетворительной смазкой (15 %), повышенной влажностью (10 %), неисправностями, обнаруженными во время осмотра (30 %).

Актуальность темы заключается во внедрении совершенных методов и средств контроля технического состояния ПС, с помощью специальных средств диагностирования.

Задачей, на решение которой направлена данная работа, является диагностика по общему уровню вибрации, основанная на непосредственном измерении параметров вибросмещения, виброскорости или виброускорения колесной пары ПС.

Поставленная задача решается с помощью применения технического оборудования, позволяющего получить наиболее полную картину технического состояния исследуемого объекта (колесной пары):

– во-первых, путем применения опорных стоек стенда и введением в них вспомогательных элементов в городском электрическом транспорте, с целью обеспечения возможности устанавливать на стенд колесные пары;

– во-вторых, путем устранения влияние на частоту вращения колесной пары взаимного проскальзывания элементов механизма разгона, и этим достижения полного соответствия частоты вращения электропривода и диагностируемой колесной парой;

– в-третьих, в обеспечении эффективной виброразвязки электропривода и диагностируемой колесной пары.

Результат достигается тем, что стенд для вибродиагностики колесной пары с редуктором в средней части ее оси ПС включает в себя устройство для установки и фиксации колесной пары, имеющее станину с двумя торцевыми опорными стойками, механизм разгона с электродвигателем, блок управления и систему вибродиагностики механизма с набором датчиков и аппаратно-программным комплексом.

УДК 621.382

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ПС ГЭТ

НАЗМИЕВ А.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Отведение от полупроводниковых приборов мощности, достигающей сотен ватт и даже нескольких киловатт, осуществляется системой охлаждения на ПС ГЭТ, в которую входят охладитель и охлаждающая среда. В качестве охлаждающий среды используется воздух, масло или вода.

В зависимости от вида охлаждающей среды системы охлаждения принято разделять на воздушные, жидкостные и испарительные.

Способы охлаждения полупроводниковых приборов разнообразны и могут основываться на их прямом взаимодействии с внешней охлаждающей средой или применении промежуточного контура с теплоносителем.

Обобщенные значения тепловых сопротивлений воздушной, водяной и испарительной систем охлаждения для СПП штыревого и таблеточного исполнения.

Исполнение …… штыревое таблеточное
Предельный ток, А……. 30-400 200-800
Тепловое сопротивление, °С/Вт ….
Rthjc……. 0,8-0,08 0,1-0,04
Rthha при охлаждении:
воздушном:
естественном ……... 1,2-0,5 0,5-0,25
принудительным ……. 0,4-1,15 0,2-0,08

водяном…… 0,08-0,06 0,04-0,02

Испарительном…… – 0,03

Испарительное охлаждение с тепловым трубами позволяет получить результаты по интенсивности теплоотвода, сопоставимые с водяным охлаждением. При этом упрощается конструкция и снижаются затраты на эксплуатацию преобразователей. Сравнение по удельным габаритным показателям, показывает, что для мощных СПП на токи 500–2000 А требуется объем на один прибор обычных охладительных 15 дм^3 , а для тепловых труб – 5 дм^3. Поэтому наиболее эффективно применение мощных СПП с испарительной системой охлаждения.

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЭТ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА

НИГМАТЗЯНОВ А.Р., НИГМАТЗЯНОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

В связи с техническим прогрессом все большую остроту приобретает глобальная проблема энергосбережения. Главным путем решения указанной проблемы является внедрение систем регулируемого электропривода, которые признаны в мировой практике одной из наиболее эффективных энергосберегающих и ресурсосберегающих экологически чистых технологий.

Так как на сегодняшний день ЭТ является наиболее энергозатратной отраслью, наметились новые тенденции экономии и энергосбережения электрической энергии (ЭЭ), основанные на таких узлах и элементах, как накопители энергии (НЭ), внедрение современных ресурсосберегающих технологий тяговому электроприводу.

Реальным, эффективным средством энергосбережения и повышения надежности работы для ГЭТ является применение НЭ на базе суперконденсаторов, позволяющее обеспечить прием избыточной энергии электрической рекуперации, ограничить напряжение в линии, тем самым увеличив возможности по использованию ЭЭ рекуперации.

Тяговый электропривод ТС предназначен для энергосберегающего и экологически чистого привода ТС ГЭТ с питанием от различных энергоисточников, как от контактной сети постоянного и переменного тока, так и от аккумуляторной батареи, фосфат железоникелевые батареи. Состоит из ЭД постоянного или переменного тока, преобразователя и НЭ собранного

на электрохимических конденсаторах. Тяговый преобразователь обеспечивает пуск ТЭД без потерь и рекуперацию энергии торможения, возвращая ее в источник. НЭ на электрохимических конденсаторах позволяет аккумулировать энергию торможения и ее повторное использование при пуске. Тяговый электропривод с НЭ, сокращает выбросы пыли от колодок механических тормозов из-за наличия электродинамического торможения, обеспечивает работу при отсутствии напряжения в контактной сети, что сокращает простои в пробках, обрывах контактной сети и т.п., обеспечивает транспортную работу с минимальными затратами, за счет отсутствия пусковых потерь и рекуперации энергии торможения.

УДК 621.311

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В ГЭТ

НИГМАТЗЯНОВА Л.Р., НИГМАТЗЯНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Одним из показателей, определяющим уровень стабильности экономической жизни городов, является качество транспортного обслуживания горожан. Поэтому развитию ГЭТ, его надежности, повышению технического уровня и энерговооруженности, снижению расходов энергоносителей и себестоимости перевозок, бесперебойному, гарантированному энергоснабжению уделяется основное внимание.

При дефиците энергоресурсов и повышении цен на энергоносители, значительная экономия электро- и тепловой энергии (ЭЭ и ТЭ) может быть достигнута выравниванием суточных графиков нагрузки. К числу таких мероприятий относятся: маневрирование электрогенерирующими мощностями, аккумулирование ЭЭ и ТЭ, использование автономной и малой децентрализованной энергетики и др.

Маневрирование крайне затруднено и неэффективно. Недостатком ЭЭ, как энергоносителя, является невозможность аккумулирования в нужном количестве для выравнивания графиков нагрузки, однако, современные системы накопителей энергии позволяют решать эту проблему. Одной из таких систем является система децентрализованного энергоснабжения (СДЭС), представляющее собой сеть распределенных источников автономного электропитания – энергетический модуль, на базе дизель-генераторов. Преимуществами СДЭС применительно к ГЭТ являются:

– возможность работ в режиме пиковых установок;

– приближение источников энергии к потребителям ЭЭ и ТЭ;

– рациональность и гибкость системы питания тяговых сетей;
– экономия ТЭР;
– использование накопительной энергии;
– блочно-модульный принцип.

Реализация СДЭС ГЭТ позволит обеспечить бесперебойность и стабильность электро- и теплоснабжения, значительную экономию энергоносителей, существенное сокращение эксплуатационных затрат за счет снятия части нагрузок с тяговых подстанций, снижение вероятностей больших аварий.

УДК 519.718

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

САЛИХОВА А.М., ЯМЩИКОВ А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИТВИНЕНКО Р.С.

Разработанная математическая модель функционирования технического объекта может быть исследована различными методами – аналитическими или имитационными. Применение аналитических методов для сложных систем связано с большей, по сравнению с другими методами, степенью упрощения реальности и абстрагирования. Поэтому аналитические методы исследования используются обычно для первоначальной грубой оценки характеристик всего образца или отдельных его подсистем, а также на ранних стадиях испытаний систем, когда недостаточно информации для построения более точной модели.

Имитационное моделирование является наиболее универсальным методом исследования систем и количественной оценки характеристик их функционирования. При имитационном моделировании динамические процессы образца-оригинала подменяются процессами, имитируемыми в абстрактной модели, но с соблюдением таких же соотношений длительностей и временных последовательностей отдельных операций.

Методы имитационного моделирования дискретных и непрерывных систем с детерминированными или случайными количественными параметрами технического объекта и внешних воздействий разделяются на детерминированные и статистические. Детерминированное моделирование может применяться при изучении объекта с известными параметрами при фиксированных внешних воздействиях. При статистическом моделирова-

нии для получения достоверных вероятностных характеристик процессов функционирования объекта требуется их многократное воспроизведение с различными конкретными значениями случайных факторов и статической обработкой результатов измерений.

При разработке моделей важно организовать работу так, чтобы точность описания процессов в подсистемах обеспечивала требуемую точность расчета выходных показателей эффективности всей сложной системы.

УДК 658.562

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ БЛОКОВ И ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

ФАТТАХОВ И.И., ХУСНУТДИНОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИДИЯТУЛЛИН Р.Г.

При эксплуатации электрических машин с восстанавливаемыми блоками и деталями приходится рассматривать промежутки времени:

1) от момента окончания восстановления деталей (блоков) после отказа до момента появления следующего отказа. Длина *tj* этого промежутка называется временем безотказной работы или эксплуатации;

2) от момента появления отказа до момента окончания восстановления детали после отказа. В этом промежутке времени происходит отыскание и устранение отказа, или замена отказавшей детали. Длина *Tj* этого промежутка называется временем восстановления;

3) промежуток времени, необходимый для проведения профилактических работ.

При рассмотрении всех промежутков времени *tj*, в порядке возрастания индексов, можно сказать, что случайные числа *tj* определяют собой поток отказов.

В теории массового обслуживания показывается, что такой поток, в основном, является ординарным без последствия. В начальный период эксплуатации электрической машины этот поток не стационарен. После окончания периода приработки поток отказов становится стационарным и, следовательно, простейшим.

УДК 681.51

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА САМОКОНТРОЛЯ ДЛЯ ПОИСКА ОТКАЗОВ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ХАЕРТДИНОВА А.Р., ЗАЛЯЛОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Общей тенденцией развития перспективных комплексов высокоскоростного наземного транспорта является значительное расширение решаемых ими функциональных задач. Это приводит к возрастанию сложности составных частей комплексов ВСНТ при одновременном повышении требований к обеспечению заданной вероятности выполнения задач.

Наиболее сложной из подсистем комплекса ВСНТ является контрольно-проверочная аппаратура (КПА), которая в современных и перспективных комплексах предназначена для выполнения большого количества функциональных задач.

КПА в процессе функционирования подвержена возникновению отказов. Для предотвращения появления и устранения появившихся отказов, существует несколько основных направлений:

– предотвращение возникновения отказов;

– улучшение ремонтопригодности;

– обеспечение устойчивости КПА к отказам (отказоустойчивость).

Реализация первого направления на данном этапе развития науки и техники не позволяет полностью исключить появление отказов. При реализации второго направления выполнение задачи комплексом задерживается, а в случае отсутствия резервных элементов (блоков) – срывается. Третье направление связано с отказоустойчивостью, под которой понимается свойство КПА продолжать выполнение своих функций с вероятностью не ниже заданной при возникновении в ней неисправностей (отказов). В основе обеспечения отказоустойчивости лежат процессы диагностирования и принятие многоальтернативного решения о техническом состояния КПА по результатам ее самоконтроля.

Для обеспечения отказоустойчивости КПА комплексов ВСНТ за счет автоматизированного выявления и локализации возникающих отказов необходимо разработать КПА с гибким алгоритмом самоконтроля, который может изменяться в зависимости от вида отказа и условий эксплуатации комплекса. Это позволит повысить эффективность применения комплексов

ВСНТ за счет уменьшения вероятности ложного забракования КПА по результатам автоматической локализации отказов при самоконтроле.

Самоконтроль КПА – это определение вида технического состояния КПА с помощью встроенных средств и (или) специальных программ.

Основным методом проведения СК КПА является комбинированный метод СК (аппаратурно-программный), который предполагает использование встроенных средств при программном контроле и обладает достоинствами как аппаратурного, так и программного СК. В этом случае на встроенные средства возлагается задача по обнаружению отказов. Ликвидация же ошибок осуществляется программным методом – повторным выполнением программы или ее части.

Достоинством этого метода является то, что увеличение времени на проведение СК будет незначительным, так как большую часть ошибок обнаруживают встроенные средства и, следовательно, применение программных методов будет проводиться только после обнаружения отказа, т.е. сравнительно редко. Также уменьшается объем дополнительной аппаратуры, по сравнению с чисто аппаратурным методом, необходимой для обнаружения и локализации отказа.

В качестве проверки работоспособности КДМ рассмотрена типовая схема управления электроподвижного состава.

УДК 621.331

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

ХАСАНОВ Т.Н., КАЛИМУЛЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛИТВИНЕНКО Р.С.

Выбор альтернативного варианта транспортного средства на ранних этапах разработки сопровождается рядом проблем, связанных с необходимостью оценки технического уровня проектируемых образцов. Последующий сравнительный анализ представленных вариантов значительно упрощается благодаря применению матричных методов, одним из которых является метод анализа иерархий.

Главным достоинством данного метода является то, что он на основе поэтапной процедуры позволяет оценить технический уровень альтернативных образцов и на этой основе выбрать наиболее перспективный для дальнейшей разработки. Описание метода сопровождается решением практической задачи с использованием технических характеристик существующих электромобилей.

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.22

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРО-ВОЗДУХОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

ВЕДЕРНИКОВА Е.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Суть работы предлагаемой установки заключается в том, что энергия ветра, являясь первичным источником энергии, используется для накопления водохранилища, которое является энергоаккумулирующим звеном при производстве энергии.

Главное преимущество гидро-воздухоаккумулирующей установки (ГВАУ) заключается в совмещении достоинств ветроэлектрической установки (ВЭУ) и идеи гидравлического аккумулирования энергии ветра. При этом исключается основной недостаток ветроэнергетики – несоответствие непредсказуемых случайных колебаний скорости ветра режиму электропотребления в процессе использования его энергии. Это отличает ГВАУ от аналогичных установок, где энергия ветра используется непосредственно для выработки электроэнергии при покрытии нагрузки, а также заряда аккумуляторной батареи, дублируется дизельными или газотурбинными станциями.

Проектируя такую установку, необходимо рассчитать и выбрать, в зависимости от ветрового режима, рельефа, характера источника и его дебита, три основных узла:

1) узел заполнения водохранилища – ветронасосные агрегаты;

2) узел аккумулирования энергии – резервуар (водохранилище);

3) узел генерации.

При функционировании любой установки, использующей энергию ветра, в том числе ГВАУ, характер ветровой активности играет решающую роль как источник получения энергии.

В общем случае ГВАУ является «распределенной» генерацией, которая определяется как выработка электроэнергии по месту ее потребления и этим качеством имеет диверсификационный характер, увеличивая разнообразие установок на возобновляемых источниках, использующих энергию ветра.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

ГАБДРАХМАНОВ А. Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУЛЮКИН К. Н.

Полная мощность, определяющая расчетные токи и напряжения сети, состоит из передаваемой в нагрузку активной составляющей и неактивных составляющих мощности (реактивной, искажения и несимметрии), которые отрицательно влияют на режимы работы электрической сети и показатели качества электроэнергии.

Мощность искажения приводит к несинусоидальности напряжения, которая также оказывает отрицательное влияние на питающую электрическую сеть. Все это приводит к затратам на увеличение сечений проводников сетей и мощностей трансформаторов. Кроме того, увеличиваются потери активной мощности, ухудшается качество электроэнергии.

Применение компенсирующих устройств позволяет:

1. Контролировать баланс реактивной мощности в электрической сети предприятия.

2. Снижать потери мощности в системе электроснабжения.

3. Улучшать показатели качества электроэнергии.

Таким образом, вопрос компенсации реактивной мощности остается актуальным.

В настоящее время разработаны и используются следующие устройства компенсации реактивной мощности:

– синхронные компенсаторы;

– асинхронизированные компенсаторы;

– конденсаторные батареи;

– управляемые шунтирующие реакторы;

– статические тиристорные компенсаторы;

– статические компенсаторы на IGBT транзисторах.

Наиболее совершенными устройствами компенсации реактивной мощности, обеспечивающими повышение эффективности работы и энергосбережения электрической сети предприятий являются статистические компенсаторы типа СТАТКОМ.

Основным вопросом их проектирования для применения в системах электроснабжения предприятий является расчёт IGBT-транзисторов.

УДК 621.311.245

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФОТО-ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ГАНИН П.В., ИЛЬИНА О.Л., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Совмещение вертикального электрогенератора и фотоэлементов повышенной производительности, а также комплекта аккумуляторных батарей, электроснабжение осуществляется непрерывно даже ночью, при полном отсутствии ветра. Солнечные батареи повышенной производительности производят электроэнергию как в ясную, так и в пасмурную погоду. Накопительные аккумуляторы обеспечивают резервное питание ночью, при полном отсутствии ветра. Работа электростанции полностью автоматизирована, для ее эксплуатации не требуется обслуживающий персонал, не требует настройки относительно ветра. Безотказно работает при температуре от –60 до +60 °С, что позволяет использовать ее в условиях как северного холода, так и жаркого юга. Конструкция электростанции позволяет избегать налипания снега и обледенения. Электростанция экологически безопасна и может размещаться в непосредственной близости от жилых помещений и водоемов, отсутствуют инфразвуковое излучение, твердотельные отходы и выбросы газов в атмосферу.

Фото-ветровая электростанция имеет отличительное качество быстрой окупаемости и дальнейшей стабильной прибыли для потребителя. Эксплуатация данной установки никак не может зависеть от роста тарифов на электроэнергию и цен на энергоносители. Конструкция электростанции позволяет устанавливать на одно основание несколько генерирующих модулей. Это дает возможность увеличить мощность производимой электроэнергии, не увеличивая используемую площадь, и минимизировать затраты на монтаж. Каждый модуль работает автономно, что повышает надежность электростанции в целом.

Благодаря простоте и легкости конструкции ее можно установить на крыше дома или производстве, на мачте, столбе, башне сотовой связи, на плавучей платформе или барже. Парусность конструкции очень мала. Поэтому станция выдерживает сильные ветры.

Срок окупаемости фото-ветровых электроустановок – 3–5лет.

УДК 621.316.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДУГОВОГО ЗАМЫКАНИЯ

ГРИГОРЬЕВ А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАГАПОВ Г.В.

Количество однофазных дуговых замыканий на землю составляет от 75 до 90 % от общего числа повреждений, и они часто являются причиной аварий, которые влекут за собой значительный экономический ущерб. Кроме того, рядом с местом такого замыкания возникает опасность для жизни человека и животных. Длительное замыкание на землю может привести к выходу из строя некоторых типов измерительных трансформаторов напряжения, а также к перерастанию однофазного замыкания на землю в двухфазные или трехфазные короткие замыкания.

Для исследования однофазного дугового замыкания на землю в воздушной линии 6 кВ построена модель с помощью программы Simulink, входящей в пакет MATLAB 2015. Модель была сконфигурирована следующими блоками:

1) блок источника 3-фазного питания;
2) блок 3-фазной линии;
3) блок понижающего 3-фазного трансформатора;
4) блок 3-фазной нагрузки;
5) блок 3-фазного замыкания фаз (фаза А замкнута на землю);
6) измерительные блоки;
7) блок осциллографа;
8) блок-задатчик step;
9) блок-дисплей.

Задачей моделирования являлось снятие токовых характеристик линии на участках до и после замыкания фазы А на землю.

УДК 621.311.4-52

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

ГУСЕВ А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЕНИСОВА А.Р.

Современный этап развития экономики России характеризуется возрастанием роли энергетики в надежном и безопасном функционировании промышленных предприятий и экономики в целом. Существует

несколько факторов, препятствующих работе промышленных предприятий в этих направлениях: сверхнормативный износ основного оборудования большинства электростанций и электрических сетей; существенное возрастание доли стоимости электроэнергии в общей себестоимости продукции промышленных предприятий; большой дефицит электроэнергии во многих промышленных районах России и длительные перерывы в электроснабжении потребителей различных объектов промышленности и сельского хозяйства.

Все это приводит к необходимости поиска потребителями новых вариантов электро- и теплоснабжения своих предприятий. Одним из таких решений является, к примеру, совместная выработка тепла и электрической энергии (или электрической энергии и холода, или всех трех продуктов вместе) в энергетических установках из одного исходного топлива, или, как проще говорят, – когенерация.

Для проведения процесса когенерации, необходима локальная электростанция, так называемая когенераторная установка в виде мини-ТЭЦ. Когенераторные установки (мини-ТЭЦ) – установки, в которых одновременно генерируются два (или более) видов энергии – как правило, это электрическая (основной продукт) и тепловая (побочный продукт), получаемые за счет утилизации тепловых потерь первичного приводного двигателя – газовой микротурбины. Вырабатываемую такими установками тепловую энергию используют для производства горячей воды, пара, в холодильных установках, а также в технологических процессах сушки горячим воздухом.

УДК 621.315

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

ЗАЙНУЛЛИНА Л.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ИВАНОВА В.Р.

Сегодня волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) находят все большее применение. Они характеризуются высокой скоростью передачи данных и высокой пропускной способностью. Такая пропускная способность ВОЛС достигается за счет использования мультиплексоров и демультиплексоров. Первый обеспечивает объединение сигналов, вырабатываемых источниками лазерного излучения, и их ввод в волокно. Информация при этом в них передается в разных частотах. Демультиплексор, в свою очередь выполняет функцию разделения частотных каналов на конце

линии. Существует несколько разновидностей систем (WDM), использующих рассмотренный принцип работы – от 18 до 64 каналов.

Помимо этого ВОЛС невосприимчивы к помехам и наводкам, имеют низкие потери, небольшие размеры и минимальный вес, а также большой срок службы.

Однако, несмотря на большое количество преимуществ использования оптоволокна, имеются и недостатки:

– низкая термическая и механическая устойчивость;

– подверженность оптических систем влиянию мультипликативных помех, вызываемых механическими вибрациями;

– потеря на длительное время огромного количества каналов при выходе из строя ВОЛС;

– сложный ремонт и высокая стоимость укладки ВОЛС в грозотросе или в фазных проводах.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что применение ВОЛС с мультиплексированием не всегда оправданно. Примером могут служить особенно ответственные системы управления в энергетике (например, РЗА), где вследствие внесения в канал передачи данных существенных задержек вносимых мульплексорами и демультиплексорами обеспечивается низкая надежность, что недопустимо. Поэтому в этом случае необходимо пользоваться одномодовыми ВОЛС.

УДК 621.383

РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ГЭС ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

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

В последние годы достигнут значительный технический прогресс в разработке малых гидроагрегатов, в том числе в России, что открывает новые возможности для возрождения малой гидроэнергетики. Разработанное оборудование малогабаритных ГЭС удовлетворяет повышенным техническим требованиям, в том числе: обеспечивает возможность работы установок как в автономном режиме, так и на местную электрическую сеть, полностью автоматизировано и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, обладает повышенным ресурсом работы (до 40 лет, при межремонтных периодах – до 5 лет).

Разработан широкий спектр современных гидроагрегатов с различными типами рабочих колес, обладающих повышенным КПД в широком диапазоне рабочих напоров (от 1,5 до 400 м) и расходов воды.

Помимо использования малых рек, одним из интересных новых применений малых ГЭС является их установка в питьевых водопроводах и технологических водотоках предприятий, водосбросах ТЭЦ, а также на промышленных и канализационных стоках. Такая возможность может быть реализована в тех водотоках (продуктопроводах), где требуется применение гасителей давления. Вместо гасителей целесообразно установка малых ГЭС, вырабатывающих электроэнергию для собственных нужд производства или в сеть за счет избытка давления в водотоке.

Гидроэлектростанции малой мощности обладают целым рядом преимуществ, которые делают это оборудование все более популярным. Прежде всего, стоит отметить экологическую безопасность малых ГЭС – критерий, который становится все более важным в свете проблем защиты окружающей среды.

Что касается экономической эффективности, то и здесь у мини-гидроэлектростанций есть немало преимуществ. Станции, разработанные с учетом современных технологий, отличаются простотой в управлении, они полностью автоматизированы. Таким образом, оборудование не требует присутствия человека.

УДК 621.315.33

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

ИДРИСОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

В наши дни в условиях физического и морального износа кабельного парка одной из главных задач системы электроснабжения потребителей является сохранение ее устойчивого функционирования. Эта задача может быть решена при техническом перевооружении российских коммунальных систем на основе внедрения современных видов электрооборудования и кабелей нового поколения с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) с улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими показателями.

Анализ опыта эксплуатации кабелей из СПЭ показал, что повышение эксплуатационной надежности должно рассматриваться с позиции системного подхода, когда на стадии проектирования и эксплуатации новых и ре-

конструкции существующих электросетевых объектов следует учитывать основные факторы, определяющие эксплуатационную надежность СПЭ кабелей. В частности, необходимо обратить внимание на оптимальный выбор режима заземления нейтрали, температурный режим эксплуатации кабелей, рациональный выбор способов прокладки СПЭ кабелей и сечения экранов, необходимость комплексной диагностики технического состояния СПЭ кабелей и выбор оптимальных (неразрушающих) параметров профилактических испытаний, а также на необходимость адаптации действующих нормативных документов с особенностями данных кабелей.

Важно отметить, что несоблюдение вышеуказанных норм приводит к повреждению кабеля и влечет дополнительные расходы на комплекс восстановительных работ. А особое внимание следует уделить технической диагностике кабельных линий и отказаться от периодических плановых испытаний изоляции. Однако к числу недостатков диагностических методов можно отнести высокую стоимость аппаратуры, требование наличия высококвалифицированного персонала и большую сложность методов диагностики.

УДК 536.75

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕРИРУЮЩИХ СИСТЕМ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ

ИЛЬЯСОВ И.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Целью проведения исследований является рассмотрения методов применения нетрадиционной энергии совместно с существующими генерирующими системами.

Развитие энергетики в настоящее время направлено на расширенное применение нетрадиционных источников: солнце, ветер, биотопливо и др., что позволяет значительно сократить использование традиционных источников энергии и сохранить экологию на требуемом уровне.

Полный переход на нетрадиционные источники энергии – дело настоящего времени и ближайшего будущего. Еще в свое время сербский ученый Никола Тесла предлагал использование радиантной энергии, которую можно ее использовать продолжительное время.

Большой интерес представляет характер применения нетрадиционной энергии совместно с существующими генерирующими системами, что значительно повышает ее энергоэффективность. Внешняя энергия (ветер, солнце и др.) могут служить начальным толчком, импульсом для запуска

использования радиантной энергии. Помимо внешней энергии, радиантная система может питать себя и других потребителей. То есть система вырабатывает мощность большую, чем необходимо для ее выработки. Такая система называется свободной энергией.

Использование свободной энергии имеет большую перспективу. Ее использование экологически безопасно, что является одним из главных вопросов человечества.

УДК 620.91

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРИ ПОМОЩИ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

КАСИМОВА Д.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Целью проведения исследований является рассмотрения методов применения нетрадиционной энергии путем преобразования солнечной энергии в электрическую, например, при помощи двигателя Стирлинга.

Получение электричества за счет использования солнечной энергии, как правило, производится путем преобразования энергии в фотоэлементах, работа которых основана на фотовольтаическом эффекте. Последний возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечных лучей. Эффективность преобразования зависит от электрофизических характеристик неоднородной полупроводниковой структуры, а также оптических свойств фотоэлементов, среди которых наиболее важную роль играет фотопроводимость.

Другим средством получения электричества, за счет использования солнечной энергии, является использование когенерационных установок, в которых двигатель Стирлинга является главным элементом.

Для этого он устанавливается в фокус параболического зеркала таким образом, чтобы область нагрева была постоянно освещена. Энергия солнца фокусируется на небольшой площади. Зеркала отражают около 92 % солнечного излучения. В качестве рабочего тела используется водород или гелий.

Двигатель Стирлинга – тепловая машина, в которой жидкое или газообразное рабочее тело движется в замкнутом объеме. Это одна из разновидностей двигателя внешнего сгорания. Он основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с получением энергии из возникающего при этом изменения объема рабочего тела.

УДК 621.311.4-52

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖСК НА ОСНОВЕ МИНИ-ГЭС

МАКАРОВ А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СИДОРОВ А.Е.

Современный человек не представляет своей жизни без электричества. Практически все современные приборы работают с использованием электроэнергии.

В целях экономии денег за использование электроэнергии, будет разработан проект, который основан на работе мини-ГЭС для обеспечения ЖСК электроэнергией.

При строительстве жилищно-строительного кооператива (ЖСК) нужно подведение коммунальных услуг, таких как электроэнергия, канализация, газ, горячая и холодная вода. В качестве источника энергии используется энергия водных масс в водопроводе, обеспечивающая водой ЖСК. Использование энергии небольших водотоков с помощью малых гидроэлектростанций (микро-ГЭС) – одно из наиболее эффективных направлений развития альтернативной энергетики. Малая гидроэнергетика является прекрасной альтернативой централизованному энергоснабжению. Плюсы использования микро-ГЭС:

– отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она не теряет первоначальных природных свойств и может использоваться для водоснабжения населения;

– практически отсутствует зависимость от погодных условий;

– обеспечивается подача потребителю дешевой электроэнергии в любое время года;

– отсутствуют проблемы, характерные крупной гидроэнергетике (строительство сложных и дорогостоящих гидросооружений, затопление местности и т.п.). Но так как напор в трубах не достигает определенного давления, поэтому появляется необходимость в установке насосов.

В планах – разработать проект мини-ГЭС для обеспечения ЖСК электроэнергией.

УДК 620.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

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

Биогазовые технологии – радикальный способ обезвреживания и переработки разнообразных органических отходов растительного и животного происхождения, включая экскременты животных и человека, с одновременным получением высококалорийного газообразного топлива.

Из двух задач, поставленных и решаемых современной биогазовой технологией – получение высококачественного реструктруированного навоза и получение биогаза, который можно сжигать и получать тепловую и электрическую энергию, – будем решать вторую.

Комплекс для получения энергии состоит из биогазовой установки и двигателя, который проводит в действие генератор, который вырабатывает электрическую энергию, идущую к потребителю, и котла-утилизатора. Уходящие газы, проходя через котел-утилизатор, нагревают энергоноситель для подачи горячего водоснабжения и отопления.

Большие перспективы имеет использование биогаза, в частности как топлива для двигателя Стирлинга.

Двигатель Стирлинга – тепловая машина, в которой жидкое или газообразное рабочее тело движется в замкнутом объёме, это одна из разновидностей двигателя внешнего сгорания. Основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с получением энергии из возникающего при этом изменения объёма рабочего тела.

Преимущества выбора двигателя стирлинга как основной энергетической установки, следующие: возможность использования любого источника тепла, простота конструкции, увеличенный ресурс, экономичность, экологичность и конкурентоспособность.

Установки данного типа, вырабатывая тепловую и электрическую энергию, обеспечивают экономию топлива более 35 % по сравнению с традиционными способами производства энергии. Это открывает большие перспективы для развития данной технологии.

УДК 531(075.3)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОТАРАНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

МУЛЛАЯНОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Гидравлический таран – гидромеханическое устройство, основанное на использовании энергии гидроудара. Гидравлический удар представляет собой кратковременное, но резкое и сильное повышение давления в трубопроводе при внезапном торможении двигавшегося по нему потока жидкости. Как правило, это явление возникает при заполнении трубопроводов, когда воздух успевает выйти через специально открытый кран, но сечения этого крана не хватает, чтобы пропустить весь поток внезапно достигшей его несжимаемой жидкости. Такой же эффект возникает и при быстром закрытии вентиля, резко перекрывающего поток. Последнее особенно актуально в наши дни, когда старые винтовые кран-буксы, поневоле закрывавшиеся плавно (ведь крутить маховичок надо много оборотов, и потому шток перекрывает просвет вентиля достаточно медленно), заменяются современными шаровыми кранами, «перерезающими» поток всего за четверть оборота одним движением руки.

Однако гидроудары не обязательно распространяются на всю трубу. При возникновении кавитации, каждое схлопывание кавитационного пузырька сопровождается микро-гидроударом. Таким гидроударам не под силу разрушить всю трубу, однако их длительное разрушительное действие в зоне кавитации легко может превысить ущерб от мощных, но относительно редких гидроударов.

Явление гидравлического удара может быть не только разрушительным, но и созидательным – например, именно с его помощью мирно поднимают воду необычные устройства под названием «гидравлический таран».

УДК 620.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИЛОГО ФОНДА НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОАУДИТА

МУХАМЕТЗЯНОВА Ф.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

На сегодняшний день невозможно представить управление жилым зданием без применения энергосберегающих технологий – это использова-

ние современных, отвечающих международным стандартам качества, теплоизоляционных материалов, применение приборов регистрации энергоресурсов, установка энергосберегающего оборудования.

И только энергоаудит жилого здания представляет собой структурированный комплекс мероприятий, направленных на получение качественной экспертной информации об энергопотреблении и дальнейшую структуру оптимизации использования энергетических и теплоэнергетических ресурсов.

Основными целями энергоаудита являются:

– получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;

– определение показателей энергетической эффективности;

– определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

– разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Проведение энергетического обследования позволяет выявить реальные проблемы энергохозяйства, инженерных систем здания, разработать индивидуальный план энергосберегающих мероприятий, а также преодолеть устойчивый предрассудок, что энергоэффективные проекты в сфере ЖКХ окупаются десятилетиями. В действительности. немалая часть энергосберегающих проектов носит малозатратный характер и имеет срок окупаемости менее трех лет.

УДК 69.001.5

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

МУХУТДИНОВ Р.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ДЕНИСОВА А.Р.

В условиях современной жизни неизбежно проявляются новые тенденции и требования для функционального размещения инженерных систем. «Умный дом» – это интеллектуальная система управления, обеспечивающая согласованную и автоматическую работу всех инженерных сетей дома. Такая система грамотно распределяет ресурсы, снижает эксплуатационные затраты и обеспечивает понятный интерфейс контроля и управления. Интеллектуальные системы «Умного дома» позволяют автоматизировать управление бытовыми приборами, освещением, вентиляцией.

Одной из основных задач разработки контролирующих систем, создаваемых в интеллектуальном доме, помимо комфорта является энергосбережение. Сюда можно отнести регулирование осветительных систем и приборов для включения и работы прибора непосредственно в зоне использования путем распознавания объекта в зоне действия, регулирование нагрузок равномерно по потребителям для уравнивания потребления и снятия пиковых часов, контроль за теплоснабжающим, отопительным оборудованием и зонирование теплопотребления и систем вентиляции.

Кроме того, не менее значимым ее преимуществом является возможность в реальном времени получать информацию от установленных датчиков, управлять любым оборудованием и контролировать безопасность, находясь за пределами здания, помещения. Каждая из составляющих системы уникальна, проектируется таким образом, чтобы все они могли эффективно взаимодействовать друг с другом и, обязательно, с возможностью расширения комплекса технических средств и видоизменения конфигурации. Один из основополагающих принципов работы системы – умение распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать.

Основная сложность заключается в отсутствии общего подхода к реализации систем. Поэтому задача построения единых принципов и универсальных моделей и технологий интеграций инженерного оборудования является актуальной.

УДК 621.311

ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

НУРИАХМЕТОВ И.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. филос. наук, доц. ТАКТАМЫШЕВА Р.Р.

Высокие технико-экономические показатели и возможность полной автоматизации транспортного процесса при использовании ленточных конвейеров обусловливают постоянное расширение области применения и дальнейшее развитие этого вида транспортирующих устройств.

Неоспоримыми достоинствами ленточного конвейера являются его универсальность, высокая производительность, способность работать на высоких скоростях, надежность. Преимуществами использования данного транспортирующего агрегата является возможность транспортировки грузов на очень большое расстояние, создания сложных маршрутов (с изгибами, горизонтальными и наклонными участками), эксплуатации устройства

без простоя (быстрота замены износившейся ленты, установка нескольких двигателей).

Однако существуют недостатки, ограничивающие сферу применения транспортирующих устройств такого типа. Основной недостаток связан с тем, что барабан ленточного конвейера общего назначения движет ленту при помощи трения. В связи с этим ограничивается угол подъема конвейера и быстро изнашиваются лента и роликовые опоры (а их цена составляет треть от общей стоимости установки). Помимо этого, проблематично перемещать сыпучие грузы, которые в процессе движения могут частично рассыпаться. Определенную трудность представляет изменение технических характеристик и состояния (вплоть до разрушения) гибкой ленты в результате ее эксплуатации в условиях низких либо высоких температур.

В настоящее время ведутся научные исследования, целью которых является нивелирование недостатков ленточных конвейеров. В частности, совершенствуются технические характеристики ленты (Н. Гаглоев, А. Гаглоев и др.), были разработаны конвейеры с трубчатой лентой для сильно пылящих материалов (Ю. Тарасов и др.), модернизируются электроприводы конвейера (И. Труфанова, А. Кузьмин, Д. Волков, В. Волков, К.-Х. Шюрер и др.).

УДК 621.311

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСЧЕТА ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММ

ПАНОВ Д.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. филос. наук, доц. ТАКТАМЫШЕВА Р.Р.

Серьезные последствия короткого замыкания (механические и термические повреждения электрооборудования, увеличение потерь электроэнергии, возникновение системных аварий) определяют потребность в надежном и эффективном вычислении ожидаемых токов короткого замыкания.

На отечественном рынке представлен целый ряд соответствующих программ, позволяющих производить необходимые вычисления (EnergyCS ТКЗ, TKZdo1kV, «Аврал», «АЛЬФА», Beroes KZ 2.1, «Электрик» и др.). В частности, большинство перечисленных программ позволяют произвести расчет периодической и апериодической составляющей тока, ударного тока короткого замыкания, термически эквивалентного тока для всех видов

короткого замыкания, а также проверить аппараты защиты на отключение минимального тока короткого замыкания.

Программами производится автоматическое формирование схемы замещения (EnergyCS ТКЗ, «Электрик» и др.), что позволяет избежать ошибок, возникающих при ручном составлении схемы замещения. Важно и то, что существует возможность предварительного просмотра схем ранее созданных проектов. Помимо этого, использование специализированных программ позволяет либо обратиться ко встроенной, либо создать собственную пользовательскую базу данных оборудования («АЛЬФА», «Электрик» и др.). В качестве дополнения в отдельных программах имеется большая база данных характеристик оборудования и сопротивлений различных элементов цепи («Аврал»). С помощью данных программ возможны создание файла исходных данных для расчета (TKZdo1kV), просмотр параметров вариантов расчетов в виде диаграмм (Beroes KZ 2.1), визуализация результатов расчета токов короткого замыкания на расчетной схеме; сохранение и экспорт результатов расчета, краткого и подробного отчетов (EnergyCS ТКЗ, «Электрик» и др.).

Таким образом, можно сделать вывод, что использование специализированных программ, позволяющих произвести расчет токов короткого замыкания, позволяет упростить и ускорить решение многих задач.

УДК 681.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

САДЫКОВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. филос. наук, доц. ТАКТАМЫШЕВА Р.Р.

В настоящее время к современной технике предъявляются серьезные требования относительно ее производительности, надежности, безопасности и экономичности. Поэтому уже с момента ее проектирования предусматривается автоматизация всех производственных процессов. Не стал исключением и зерноочистительно-сушильный комплекс.

Зерноочистительно-сушильный комплекс представляет собой совокупность машин и оборудования, применяемых для послеуборочной обработки зерна, управление которыми возможно либо вручную, либо дистанционно с помощью программируемого логического контроллера.

Практика показала, что автоматизация зерноочистительно-сушильного комплекса позволяет оперативно управлять производственными процессами очистки, сушки и сортировки зерна с учетом утвержден-

ных технологических регламентов, в том числе и удаленного персонального компьютера; контролировать работу оборудования (например, нагрузки двигателей наиболее важных технологических узлов) и действиями операторов; быстро задавать, изменять и контролировать маршруты транспортных потоков; автоматически регулировать время сушки; отслеживать данные о состоянии технологических узлов; прогнозировать возможные отказы оборудования с помощью автоматической самодиагностики и отправить SMS о наличии проблемной ситуации; избежать серьезных аварийных ситуаций (имеет место автоматическое аварийное отключение); создавать подробный технологический отчет; снизить энергозатраты.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что автоматизация зерноочистительно-сушильного комплекса позволяет оптимизировать производственные процессы и децентрализованно ими управлять.

УДК 697.3

ОДНО ИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – ВНЕДРЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

СЕМЕНОВА О.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕТИСОВ Л.В.

В настоящее время за рубежом накоплен весьма внушительный опыт внедрения тепловых насосов, что, впрочем, не означает, что в России такого опыта нет. Практика показывает, что теплонасосные технологии, хотя и медленно, но все же внедряются в системах отопления и ГВС на различных объектах.

Одним из перспективных направлений энергосбережения является использование альтернативных источников энергии. В этом ряду надо отметить тепловой насос, который превращает геотермальную энергию в тепловую. Буквально еще вчера это считалось чуть ли не космической технологией. Здания, которые не имеют централизованного отопления, котельных и просто элементарных печей, считались чудом техники.

Сегодня все это стало реальностью. Опыт демонстрирует, что тепловые насосы могут обогреть и обеспечить горячей водой школы и детские сады, коттеджи и спортивные учреждения, промышленные предприятия и торговые заведения.

Особенно актуально применение данной технологии в местах, где нет централизованных источников энергии и газовых сетей. При массовом применении это способствует разгрузке электрических сетей, которые ис-

пользуются в этом случае для отопления, горячего водоснабжения и холодоснабжения. Практика показывает, что тепловые насосы реально использовать в российских условиях. Более того, для большинства объектов срок окупаемости внедрения инновационной технологии составляет от двух до шести лет.

УДК 658.261

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

СИРАЕВ Л.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

В настоящее время промышленные предприятия России стараются мобилизовать свои ресурсы и минимизировать расходы. В современных условиях возрастают затраты на передачу энергоресурсов в централизованных системах, износ основных фондов которых составляет в среднем 70 %. В связи с этим одним из главных приоритетов Энергетической стратегии России на период до 2020 г. является развитие распределенной генерации электроэнергии.

Распределенная энергетика подразумевает строительство источников электроэнергии в непосредственной близости от потребителей, в том числе на базе возобновляемых источников энергии. В России, в отличие от европейских стран, малая генерация, в основном, представлена дизельными генераторами, газопоршневыми и газотурбинными агрегатами в связи с преобладанием промышленных предприятий, где необходима утилизация побочных отходов производства. Инвестиции, требуемые для реализации проектов, – прогнозируемые и почти лишены рисков, поэтому распределенная энергетика в настоящее время активно развивается.

Несмотря на положительные моменты от внедрения автономных источников энергии, малая генерации составляет 8 % от всего энергетического баланса РФ.

На данный момент в Республике Татарстан успешно функционируют: Энергоцентр «Майский», Энергоцентр Филиала ОАО «Татспиртпром» «Усадский спиртзавод», Энергоцентр завода «Фоника Гипс».

УДК 620.97

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

СТАРКОВ А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Целью проведения исследований является рассмотрение методов повышения энергоэффективности (КПД) ветрогенераторов – базовых агрегатов использования ветровой энергии, а также разработка их классификации.

Развитие энергетики в настоящее время направлено на расширенное применение нетрадиционных источников: солнце, ветер, биотопливо и др., среди которых энергия ветра занимает наиболее важное место.

Главными мерами увеличения КПД ветрогенератора и энергосистемы в целом можно считать:

– установку регулятора угла положения лопастей – это позволяет максимизировать выработку электроэнергии за счет рационального использования энергии ветра;

– установку мультипликатора – это позволяет передавать вращение от ветроколеса к электрическому генератору с повышающим коэффициентом;

– уменьшение веса конструкционных материалов ветроколеса – это позволяет увеличить скорость вращения ветроколеса;

– установку ВЭУ на максимально возможной высоте – это дает увеличение КПД за счет увеличения силы ветра.

Повышения эффективности добиваются использованием технических усовершенствований, таких как применение тканевого ограничителя потока, установка полулопастей на ветроколесе и др.

Использование энергии ветра перспективно, экологически безопасно, что является одним из главных вопросов человечества.

УДК 621.314

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»

ХАБИБУЛЛИН А.Т., КГЭУ, Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАГАПОВ Г.В.

Преобразователи частоты представляют собой установки, совмещающие устройства силовой электроники с нелинейными вольтамперны-

ми характеристиками. Процесс коммутации IGBT-транзисторов, выполняющих генерацию выходной частоты, сопровождается скачкообразным изменением параметров цепей, приводят к искажениям форм напряжения и тока в сети электроснабжения.

Искажения сопровождаются генерированием высших гармоник, перенапряжениями на статоре двигателя, прикладывающихся к междуфазной и витковой изоляции обмотки, а также относительно земли.

Для решения проблемы проявления высших гармоник предлагается рассмотреть систему ПЧ-АД с трехфазным мостовым автономным инвертором напряжения и асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором в программе Simulink, входящий в пакет MatLab.

Как объект моделирования, электропривод представлен в виде блок-схем моделей: источник питания (400 В, 50 Гц), неуправляемый выпрямитель, IGBT-инвертор, блок управления, асинхронный двигатель. Напряжение 50 Гц, полученное от источника питания (400 В), сначала выпрямляется мостом из шести импульсных диодов. Фильтрованное напряжение постоянного тока прикладывается к двухуровневому инвертору IGBT, генерирующему 50 Гц. Инвертор IGBT использует широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) на несущей частоте 2 кГц. Напряжение на асинхронном двигателе стабилизируется на уровне действующего напряжения в 380 В при помощи ПИ-регулятора. Первый выход регулятора напряжения – вектор, содержащий три сигнала модуляции, используемые генератором ШИМ, чтобы произвести 6 IGBT-импульсов. Второй выход возвращает индекс модуляции. Модель позволяет получить кривые тока и напряжения участка до и после преобразователя частоты.

В результате исследований, проведенных с помощью разработанной математической модели ПЧ-АД, было установлено, что синусоида токов и напряжений искажается, с одновременным проявлением высших гармоник.

УДК 628.9

СВЕТОДИОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА ПРИ ПИТАНИИ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ

ХАСАНОВ Д.О., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СИДОРОВ А.Е.

Температура кристалла влияет практически на все характеристики светодиодов: срок службы, светотехнические, электрические характеристики, характеристики световой и энергетической эффективности. Причинами изменения температуры могут выступать внутренние и внешние фак-

торы. К внутренним факторам можно отнести нагрев кристаллов протекающим током, поглощение излучения в кристалле.

Импульсный режим эксплуатации светодиода может оказать существенное влияние на рабочие характеристики, так как температура кристалла значительно меняется в процессе импульса и в паузы между импульсами; в итоге, результирующая максимальная температура кристалла отличается от температуры при постоянном токе.

Изменяя режим импульсного тока, можно варьировать время разогрева и охлаждения кристалла. Эти значения времен характеризуются скважностью, которая может принимать значения как очень близкие к единице, так и значительно больше единицы. В зависимости от параметров кристалла, частоты следования импульсов и скважности, светодиод будет работать в двух режимах импульсного тока – не разогревающем и разогревающем.

В первом случае пауза между импульсами позволяет температуре кристалла перейти в стационарное состояние, определяемое температурой окружающей среды. Во втором случае длительность импульса тока, подаваемого на кристал, меньше времени, необходимого для перехода его температуры в стационарное состояние.

В момент каждого импульса температура не успевает выйти на стационарный режим и не успевает охладиться до комнатной, значит, в каждый последующий импульс значение температуры будет расти, стремясь к величине стационарной температуры. В зависимости от разных режимов импульсного питания, свечение кристалла и люминофора может отличаться, поскольку генерация излучения для них обладает различной инерционностью.

УДК 338.46:621.31

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

ХИСАМУТДИНОВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. РОЖЕНЦОВА Н.В.

Применение и развитие светодиодов является одним из наиболее популярных путей, по которым движется передовая осветительная индустрия. В данном направлении развиваются различные технологии светового диодного освещения. В наши дни популярен вопрос о замене ламп накаливания и газоразрядных ламп светодиодными источниками света, но у све-

тодиодов есть и свои недостатки. Такое, например как точечное освещение, которое может давать сильный слепящий эффект.

Для решения данной проблемы проводятся исследования. Данную проблему можно решить с помощью замены мощных светодиодов на SMD-светодиоды. Тогда появляется новая проблема – это равномерность распределения света и неудобства в процессе эксплуатации.

На сегодня решить все эти проблемы может технология chip-on-board (COB). Технология chip-on-board заключается в том, что кристаллы (или чип) монтируются непосредственно на плату-подложку, что дает хороший теплоотвод, высокую надежность, миниатюрность, а также увеличивает энергоэфективность. Основным преимуществом технологии chip-on-board является эффективный теплоотвод от кристалла.

СЕКЦИЯ 7. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 614.842.435

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ

АБДРАХМАНОВ А.Х., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Трансформаторные подстанции относятся к объектам повышенной пожароопасности. Возгорание на таких электроустановках может возникнуть по множеству причин: при проведении сварочных работ, из-за течи масла из масляных высоковольтных выключателей, трансформаторов тока и напряжения, силовых трансформаторов, маслонаполненных кабелей. Последствия возгорания энергетических объектов могут привести к угрозе жизни людей, экологическим последствиям для окружающей среды, перебоям в энергоснабжении и большим убыткам как для сетевой организации, так и для потребителей электрической энергии.

Минимизирующие данные риски современные системы автоматического пожаротушения в трансформаторных подстанциях состоят из модулей с огнетушащим веществом, системы трубопроводов с насадками-распылителями, а также логики, определяющей факт и место возникновения пожара и запускающей систему автоматического пожаротушения. Подобные автоматические установки, согласно нормам пожарной безопасности, предусматриваются на подстанциях с трансформаторами мощностью

выше 200 МВА, однако подстанции с трансформаторами меньшей мощности не предполагают наличие таких систем.

В работе предлагается оснащать подстанции напряжением 35–110 кВ трехдиапазонными инфракрасными детекторами пламени, быстро и с высокой чувствительностью реагирующими на возникновение очага возгорания. Интеграция сигналов с этих датчиков с основными и резервными защитами электротехнического оборудования даст возможность мгновенно оповещать оперативный персонал и формировать эффективные управляющие воздействия на отключение оборудования и на запуск автоматической системы пожаротушения в случаях возникновения пожара.

Принятие таких мер позволит снизить риск пожароопасных ситуаций и существенно смягчить последствия в случае возникновения пожара на подстанции.

УДК 621.316.925

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ПРИ ПРИСОЕДИНЕНИИ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ К СИСТЕМЕ

АХАТОВ Д.А., КГЭУ, г, Казань
Научн. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д. Ф.

Развитие распределенной генерации (РГ) в России, в отличие от многих стран мира, происходит, в основном, не за счет строительства объектов генерации на базе возобновляемых источников энергии (солнечные, ветряные, геотермальные, малые ГЭС, приливные и т.п.) в виде самостоятельного бизнеса в энергетическом секторе. В действительности, в России наблюдается ежегодный рост вводов объектов РГ за счет тепловых электростанций с газотурбинными (ГТУ), дизельными (ДЭС) и газопоршневыми установками (ГПУ), которые, как правило, подключаются к распределительным электрическим сетям или к сетям внутреннего электроснабжения промышленных предприятий и сооружаются собственниками крупных промышленных предприятий нефтегазодобывающей, горнодобывающей, металлургической, целлюлозно-бумажной и химической отраслей промышленности.

Развитие распределенной генерации вызывает множество дискуссий среди специалистов в законодательной, экономической, а также в технической сферах регулирования, при этом в настоящее время практически отсутствуют отдельные нормативно-технические документы и нормативно-правовые акты, регламентирующие требования к объектам РГ и их под-

ключению к энергосистеме, учитывая особенности и характеристики этих объектов.

К проблемам распределенной генерации в части РЗА можно отнести:

– механические повреждения генераторных установок из-за воздействия ударных электромагнитных моментов при возникновении многофазных коротких замыканий (КЗ) или несинхронного автоматического повторного включения во внешней электрической сети;

– нарушения динамической устойчивости генераторных установок при многофазных КЗ во внешней электрической сети;

– неселективные отключения генераторов при отсутствии угрозы механического или термического повреждения при возникновении и ликвидации коротких замыканий защитами электросетевых элементов;

– и многие другие проблемы.

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

ГАЛЛЯМОВА Л.Х., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. зам. нач. СЭР РДУ Татарстана КРИВОШЕЕВ С.Е.

Вследствие большой территории страны присоединение потребителей происходит в разных точках электрической сети, часто удаленных от «центров генерации». Эта проблема решается главным образом средствами малой энергетики.

Распределенная энергетика – это сектор электроэнергетического комплекса, включающий в себя малые генерирующие установки, в том числе не подключенные к централизованным электросетям, функционирующие на основе традиционных видов топлива и на основе возобновляемых источников энергии и производящих электроэнергию в непосредственной близости к месту потребления. Благодаря применению технологий распределенной генерации решаются проблемы поддержания показателей качества электроэнергии в допустимых пределах, снабжение потребителей, удаленных от центров питания. Но при подключении объектов распределенной генерации возникает ряд проблем: технических, технологических и организационных.

В работе рассматривается способы подключения распределенной генерации к сети, ее влияние на ЭЭС и предлагаются некоторые пути решения возникающих проблем.

УДК 621.316

ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

ГАЛИЕВА Г.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

В распределительных сетях среднего напряжения однофазные замыкания на землю являются наиболее распространенным видом повреждения. В этих сетях величины тока ОЗЗ невелики, поэтому их называют сетями с малым током замыкания на землю.

Однако нельзя допускать ошибочной недооценки опасности ОЗЗ, основной из которых является возможность возникновения перемежающихся дуговых замыканий фазы на землю. При этом емкости здоровых фаз несколько увеличивают свой заряд в связи с увеличением напряжения до линейного. Кроме того, многие другие повреждения, например, междуфазные и многоместные замыкания, начинаются именно с замыкания на землю. Повышение надежности работы сетей среднего напряжения и уменьшение вероятности переходов ОЗЗ в многофазные КЗ, прежде всего, связано с проблемой совершенствования защит от ОЗЗ и режимов заземления нейтрали.

Анализ повреждаемости КЛ 6–10 кВ за последние пять лет на примере ЗРЭС КЭС ОАО «Сетевая компания» показал, что 68 % аварийно отключившихся КЛ имеют срок службы более 25 лет, т.е. зависит от длительности эксплуатации.

В свою очередь, режим заземления нейтрали сети определяет принципы выполнения защиты от ОЗЗ и способы ее действия. Выпускаемые промышленностью устройства защиты не в полной мере удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям, таким как селективность, быстродействие, чувствительность.

Возможность работы сети с ОЗЗ в течение ограниченного времени, достаточного для ликвидации повреждения без отключения потребителей, обеспечивают несколько вариантов режима заземления нейтрали, каждый из которых имеет свою область применения. В некоторых случаях более эффективным решением проблемы повышения надежности работы сети среднего напряжения может являться применение режима низкоомного заземления нейтрали, не допускающего длительную работу сети с ОЗЗ и выполнением защиты от ОЗЗ с действием на отключение.

УДК 621.316

РАЗРАБОТКА ПУСКОВОГО ОРГАНА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ОДНОФАЗНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ НА ЗЕМЛЮ

ДОМРАЧЕВ Г.Р. КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУЗЬМИН И.Л.

Однофазные замыкания на землю (ОЗЗ) являются причиной опасных кратковременных нарушений электроснабжения или аварий, сопровождающихся значительным экономическим ущербом.

В рассматриваемых сетях в качестве защиты от ОЗЗ, действующей на сигнал или на отключение, применяются два основных типа устройств, соответственно основанных:

– на контроле значений и соотношений различных составляющих установившегося тока и напряжения нулевой последовательности (промышленной частоты, высших гармоник, «наложенных» токов – искусственно создаваемых при ОЗЗ составляющих непромышленной частоты);

– на контроле значений и соотношений электрических величин переходного процесса, возникающего в момент пробоя (первого и последующих) изоляции фазы сети на землю.

Для устройств защиты первого типа токи и напряжения электромагнитного переходного процесса при ОЗЗ являются помехами, искажающими значения и соотношения контролируемых величин установившегося режима ОЗЗ и оказывающими значительное влияние на динамическую устойчивость их функционирования. Для устройств второй группы электрические величины переходного процесса являются информационными сигналами.

Исследование и оценка параметров электрических величин переходного процесса при ОЗЗ в электрических сетях среднего напряжения представляют важную задачу, решение которой необходимо для повышения технического совершенства защит от данного вида повреждений, прежде всего устойчивости функционирования при наиболее опасных дуговых прерывистых (перемежающихся) замыканиях на землю.

УДК 621.316.925

ЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД ОТЫСКАНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110 КВ

ЗАСЫПКИН А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доцент ГАТАУЛЛИН А.М.

Импульсные методы определения мест повреждений (ОМП) основаны на измерении временных интервалов при распространении электромагнитных волн по линиям электропередачи. Применяются как на кабельных линиях (КЛ), так и на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи.

Импульсные методы ОМП можно разделить на локационные и волновые.

Локационный метод основан на измерении времени между моментом инжектирования в линию зондирующего электрического импульса и моментом возврата отраженного импульса от места повреждения к месту инжектирования.

Инжектировав импульс в линию, замеряют время двойного пробега этого импульса до места повреждения. При этом искомое расстояние до места повреждения определяется как половина времени двойного пробега, умноженного на скорость распространения импульса. При этом не учитывается возможность наличия дополнительных неоднородностей на пути следования импульса. Перечислим возможные неоднородности: обрыв фазового провода, нарушение изоляции кабеля, нарушение соединительных и/или концевых муфт, гололедные образования на ВЛ и узлы распределенных кабельно-воздушных линий электропередач (КВЛ).

На практике определение расстояния до места повреждения с помощью локационного метода, широко применяемого в электрических сетях высокого напряжения, часто затруднено по причине многократных отражений электромагнитных волн, обусловленных перечисленными неоднородностями, а также особенностями распространения высокочастотных компонент инжектируемого импульса, что приводит к искажению формы импульса.

Поэтому метод импульсной рефлектометрии требует дальнейшей разработки.

УДК 621.316.925

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ДВОЙНЫХ ЗАМЫКАНИЯХ НА ЗЕМЛЮ

КУКСОВ С.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Распределительные сети среднего напряжения Российской Федерации, в своем большинстве, работают с изолированной или компенсированной нейтралью трансформаторов. Длительная работа подобных сетей в режиме однофазного замыкания на землю может привести к появлению замыкания на землю в другой точке сети, на участке с наиболее ослабленной изоляцией. В связи с большой разветвленностью распределительных сетей возможны различные варианты возникновения двойных замыканий на землю, сопровождающиеся увеличением токов в поврежденных фазах.

Данное повреждение является наименее чувствительным для релейной защиты. Величина тока двойного замыкания на землю, как правило, недостаточна для срабатывания токовых защит от междуфазных повреждений, к тому же определить места возникновения двойных замыканий на землю, особенно в разветвленных сетях, практически не представляется возможным.

В работе предлагается способ определения расстояний до мест двойных замыканий на землю, основанный на измерении сопротивления петли замыкания.

Кроме того, предложен дополнительный критерий выявления поврежденного участка посредством измерения напряжений обратной последовательности на потребительских подстанциях поврежденных фидеров.

Проанализирован дополнительный критерий выявления двойных замыканий в распределительных сетях. Практическая реализация предлагаемого способа позволит снизить время ликвидации аварийной ситуации.

УДК 621.31:004

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

НИГМАТУЛЛИН А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. нач. отдела ОПСЭРиБ РДУ Татарстана НИЗАМУТДИНОВ И.Т.

Для принятия решений при планировании режимов систем электроснабжения и оперативном управлении требуются достаточно точные про-

гнозы электропотребления с упреждением от нескольких часов до одного года.

Временные ряды потребления электроэнергии обладают специфическими особенностями, обусловленными наличием большого числа потребителей и необходимостью учета многих факторов, влияющих на потребление электроэнергии (температура окружающего воздуха; степень освещенности; долгота дня; день недели; переходы с зимнего на летнее время и обратно; наличие экстраординарных событий (катастрофы; массовые акции); прогнозы погодных условий; состояние других факторов, влияющих на изменение потребления в соответствии с данными, полученными в результате обработки статистики потребления; планируемое включение/отключение энергоемких производств).

Республика Татарстан является регионом с развитой промышленностью. Поэтому режим работы крупных потребителей сильно влияет на прогноз потребления. Возникает необходимость в анализе электропотребления крупных промышленных предприятий, расположенных в Татарстане.

УДК 621.398

ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕКЛОУЗЕРА К СИСТЕМЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ

ПОПОВ Е.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. МУСТАФИН Р.Г.

В докладе были рассмотрены виды средств связи, обеспечивающих подключение терминала реклоузера к системе диспетчерского управления и сбора данных, а также настройка реклоузера марки РВА10 на подключение к данной системе.

Рассмотрены проводные и беспроводные средства связи. Проводные – медные сигнальные провода и оптоволоконные линии. Беспроводные – радиомодем и GSM-модем.

Приведен алгоритм действий по настройке блока управления RCM/TEL-02 на телеуправление и передачу данных о состоянии сети для реклоузера РВА10 производства компании «Таврида Электрик». Алгоритм включает настройку как самого терминала управления, так и удаленного программного комплекса управления TELARM Basic.

УДК 621.316

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ 110 КВ

РАХМАТУЛИН Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ХАЗИАХМЕТОВ Р.М.

Неправильные действия релейной защиты являются одной из основных причин возникновения тяжелых аварий, периодически происходящих в энергосистемах во всем мире. По данным North American Electric Reliability Council в 74 % случаев причиной тяжелых аварий в энергосистемах были неправильные действия релейной защиты в процессе развития аварии. Поэтому от надежности релейной защиты во многом зависит надежность всей энергосистемы.

Поскольку будущее релейной защиты связано с микропроцессорными системами, то развитие этого вида техники представляет особый интерес. Переход на микропроцессорные устройства не приводит к изменению принципов релейной защиты, а только расширяет ее функциональные возможности. Мировыми лидерами производства устройств релейной защиты являются Shneider Electric, ABB, SIEMENS, «Бреслер».

Перед приобретением МП РЗА необходимо произвести анализ изделий, так как производители устройств предлагают большое количество основных и сервисных функций, что, безусловно, влияет на стоимость изделия. Поскольку часть этих функций необходима одному потребителю, а другие являются излишними, то зачем переплачивать за ненужные функции. Также стоит привлечь внимание потребителя к показателям изделия, которые влияют на техническое совершенство и надежность функционирования устройств (потребляемая мощность, погрешность измерения, габариты и степень защиты, стойкость к перенапряжению), так как выбор и закупка устройств только по ценовым показателям и наличию большого числа функций может привести к снижению надежности релейной защиты.

Цель работы – провести анализ существующих схем защиты линий электропередач, выявить их достоинства и недостатки; сравнить микропроцессорные терминалы защит различных производителей и на основании полученных результатов спроектировать более совершенную систему.

УДК 621.315

ЗАЩИТА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ОТ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЙ

РАХМАТУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г, Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Гололедообоборазование на линиях электропередачи (ЛЭП) – это опасное явление, ухудшающее характеристики и качества линий, их прочность и, в конечном счете, долговечность и безопасность. Обледенения значительно увеличивают сопротивление ветру, что может привести к обрыву ЛЭП и обрушению опор.

В Республике Татарстан имеются районы третьей категории обледенения, что говорит об актуальности проблемы борьбы с гололедообразованием в данном регионе.

В настоящее время в России для удаления гололеда с ЛЭП применяют: профилактический подогрев, вибропантографы, специальные гололедообивочные барабаны, антигололедную смазку, ручное удаление гололеда при помощи изолированных штанг, плавку гололеда.

Последний метод является наиболее распространенным и используется в Татарстане. На территории Республики плавка гололеда осуществляется как переменным, так и постоянным электрическим током. При этом плавка гололеда переменным током применяется только на линиях с напряжением ниже 220 кВ и проводами сечением менее 240 мм^2. Для ЛЭП напряжением 220 кВ и выше и сечении провода более 240 мм^2 наиболее целесообразным является плавка гололеда выпрямленным током в связи с тем, что для них справедливо выражение $R << X$. Тем самым, полная мощность источника увеличивается за счет большой и бесполезной для плавки гололеда реактивной нагрузки.

При плавке гололеда, как правило, использовать собственную защиту линии не представляется возможным, поэтому ее выводят из действия, а вторичные обмотки трансформаторов тока закорачивают и используют специальную защиту.

УДК 621.316

ВЫБОР УСТАВОК НЕНАПРАВЛЕННЫХ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

СИМОНОВА М.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

В России, согласно п. 1.2.16 последней редакции Правил устройства электроустановок (ПУЭ), введенных в действие с 1 января 2003 г., «…работа электрических сетей напряжением 2–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор…».

Таким образом, на сегодняшний день в сетях 6–35 кВ в России формально разрешены к применению все принятые в мировой практике способы заземления нейтрали. Это, в свою очередь, затрагивает вопросы надежной работы защит, и в частности защит от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), в том числе для режима с резистивным заземлением нейтрали.

В действующей в энергетике Российской Федерации нормативно-технической документации (НТД) отсутствуют однозначные рекомендации по выбору защит от ОЗЗ и современные методики расчета уставок для сетей среднего класса.

Во всех известных методиках определения тока срабатывания защиты присутствует величина емкостного тока сети. Расчетная величина емкостного тока может давать погрешность порядка 40 % и даже более по сравнению с реальным, замеренным при ОЗЗ в сети током. Однако процесс замера емкостного тока, кроме технических трудностей, связан еще и с некоторой методической неопределенностью. Опыт показывает, что на многих объектах в составе емкостного тока сети даже при металлическом ОЗЗ присутствуют не только составляющие промышленной частоты, но и значительные токи высших гармоник.

Для повышения точности расчетов емкостного тока сети предлагается использовать метод, основанный на определении тока ОЗЗ через емкость сети относительно земли, позволяющий учитывать потребителей электроэнергии, конструкции воздушных линий электропередачи и т.д.

УДК 621.316.925

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

СЕЛИВАНОВ Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. начальник ОБМЭиССЭРиБ МУХАМЕТГАЛЕЕВ Р.Ф.

Проанализированы основные факторы, влияющие на выработку реактивной мощности. Особое внимание уделено негативным факторам, влияющим на генерирующее и электросетевое оборудование поставщиков электроэнергии, при выполнении команд на изменение значения реактивной мощности. На основе правил действия рынка дополнительных услуг и согласно техническим характеристикам генерирующего оборудования, автором предлагаются пути решения проблем, связанные с выполнением соответствующих команд.

УДК 621.315.2

ВЛИЯНИЕ ДУГОГАСЯЩГО РЕАКТОРА НА ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ

САФИНА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Режим заземления нейтрали сетей 6–10 кВ при замыкании на землю определяет величины перенапряжений, которые воздействуют на изоляцию всей электрически связанной сети, и в конечном итоге режим нейтрали существенно влияет на исход «аварийного события». В последние годы эта проблема стала актуальной для сетей с кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ).

Полимерная изоляция СПЭ крайне чувствительна к высокочастотным перенапряжениям, возникающим при однофазных замыканиях на землю и коммутациях высоковольтными выключателями, особенно вакуумными.

Главной причиной повреждения изоляции кабельных линий являются перенапряжения, большую долю которых составляют внутренние перенапряжения. Эти перенапряжения могут вызывать разрушения изоляции либо способствовать накоплению и развитию в ней дефектов.

Особенно частыми, имеющими большую длительность и охватывающими всю сеть, являются перенапряжения, вызываемые однофазными замыканиями на землю. Одним из основных факторов, влияющих на уро-

вень этих перенапряжений, является режим заземления нейтрали питающего трансформатора, в частности через дугогасящие реакторы.

В отличие от бумажно-масляной изоляции, СПЭ-изоляция не является самовосстанавливающейся. Это говорит о необходимости минимизации времени поиска поврежденного фидера при замыканиях на землю в таких сетях и снижении не только уровня перенапряжений, но и длительности их воздействия. Пропорционально количеству коммутаций происходит снижение электрической прочности основной изоляции кабельной линии, слабым местом которой традиционно являются муфты.

Необходимо оценить влияние режима заземления нейтрали на аварийность в сетях 6–10 кВ, как в кабельных, так и в воздушных линиях электропередачи, а также определить наиболее эффективную защиту от однофазных замыканий на землю.

УДК 621.311.4

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

ТУХВАТШИНА Л.М., КГЭУ, г. Казань
Научн. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Внедрять автоматизированные системы управления подстанциями – сложная задача, которая плохо поддается унификации. С появлением новых международных стандартов и информационных технологий открывается возможность современных подходов к решению этой проблемы, позволяя создать подстанцию нового типа – цифровую подстанцию. Особенно широкие перспективы в этом направлении открывают группы стандартов МЭК 61850 (сети и системы связи на подстанциях).

В основе решений по созданию цифровых подстанций лежит использование интеллектуальных электронных устройств – ИЭУ, оптических трансформаторов тока и напряжения, а также стандарта МЭК 61850-9 для передачи мгновенных значений токов и напряжений в ИЭУ.

Ряд преимуществ, получаемых при переходе к передаче сигналов в цифровом виде на всех уровнях управления подстанции:

– сокращение затрат на кабельные вторичные цепи и каналы их прокладки, при приближении источники цифровых сигналов к первичному оборудованию;

– повышение электромагнитной совместимости современного вторичного оборудования – микропроцессорных устройств и вторичных цепей – благодаря переходу на оптические связи;

– упрощение и, в конечном итоге, удешевление конструкции микропроцессорных интеллектуальных электронных устройств за счет исключения трактов ввода аналоговых сигналов;

– унифицирование интерфейсов устройств IED, упрощение взаимозаменяемости этих устройств (в том числе замена устройств одного производителя на устройства другого производителя) и др.

Цели создания цифровых подстанций:

– уменьшение эксплуатационных затрат (на техобслуживание);

– уменьшение капитальных затрат.

УДК 621.31

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ PLC-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННУЮ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В БЫТОВОМ СЕКТОРЕ

ТЕРЕХИНА Д.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. НАУМОВ А.А.

На сегодняшний день в каждой квартире и каждом частном доме установлены средства учета электроэнергии различных конфигураций. К сожалению далеко не каждый домовладелец может похвалиться новизной собственного счетчика, да и вообще мало задумывается о нем. И это только в лучшем случае, в худшем же, начиная задумываться, «находчивый» плательщик находит способ платить меньше, а то и вовсе не платить. Все это влечет за собой огромные ежеминутные потери для электроэнергетических компаний.

В связи с этим перед энергетиками уже давно встала проблема организации более успешного способа сбора информации о потреблении электроэнергии. И самым лучшим решением стало АСКУЭ с использованием PLC-технологий. Это возможность передавать информацию в режиме реального времени по низковольтной сети, а именно по сетевым проводам 0,4 кВ. Кроме того, использование PLC-технологий дает возможность выявлять факты хищений электроэнергии, сообщать о них и, при необходимости, дистанционно отключать неплательщиков.

Такой качественный способ контроля создан «не вчера» и имеет значительное распространение за рубежом, однако в России применяется, в основном, только в центральной ее части и то не так часто, как хотелось бы. И это неправильно. Ведь именно в России существуют самые длинные

линии 0,4 кВ, а значит, обладает наибольшим удобством для эксплуатации системы. Тем более что в деревнях и селах внутридомовые сети, в большинстве своем, оставляют желать лучшего, и огромная экономия будет складываться уже из того, что не будет потерь на этих линиях.

УДК 621.316

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗАЩИТ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6–35 КВ

ХИСМАТУЛЛИН А.Б., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Однофазное замыкание на землю является наиболее частым видом повреждения в трехфазных электрических сетях всех классов напряжения. В электрических сетях 6–35 кВ России, работающих с изолированной или компенсированной нейтралью, значения токов однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) невелики, поэтому сети этих классов напряжения традиционно называют сетями с малым током замыкания на землю.

Ключевой проблемой в распределительных сетях напряжением 6–35 кВ является выбор способа заземления нейтрали, поскольку именно режим заземления нейтрали оказывает решающее влияние на надежность электроснабжения потребителей, сохранность электрических машин и кабелей, безопасность людей и животных, находящихся в местах прохождения электрических линий, и, в очень большой степени, на выбор принципов и типов устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), а также на способы использования этих устройств для отключения замыкания на землю или только для сигнализации. В России и республиках бывшего СССР, главным образом, используется режим либо изолированной нейтрали, либо резонансно-заземленной нейтрали.

Целью исследовании является теоретический и литературный обзор всех видов защит от однофазного замыкания на землю в распределительных сетях 6–35 кВ, оценка их чувствительности, а также моделирование в программе Matlab с целью определения достоинств и недостатков режимов заземления нейтрали. К оценке чувствительности относятся: анализ чувствительности защит, основанных на контроле составляющих нулевой последовательности и анализ чувствительности защит, основанных на контроле уровня высших гармоник. Предполагается рассмотреть все типы защит в зависимости от типа заземления нейтрали, а также их достоинства и

недостатки. Учитывая, что современные микропроцессорные терминалы обычно позволяют реализовать сразу несколько алгоритмов, относящихся к различным принципам действия защит.

УДК 621.316.925

ОСОБЕННОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЗАВОДА

ХАЗИЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. МУСТАФИН Р.Г.

Целью работы является разработка релейной защиты и автоматики электроснабжения ремонтно-механического завода (РМЗ):

1) разработка схем электроснабжения РМЗ;

2) рассмотреть особенности электроснабжения, связанные с наличием мощной двигательной нагрузки;

3) разработать схему резервирования электроснабжения РМЗ, разработать автоматику АВР;

4) разработать схему релейной защиты асинхронных двигателей АКБ-92-4УЗ и 4АНК2Б250М4;

5) разработать автоматику пуска двигателя АКБ-92-4УЗ и 4АНК2Б250М4;

6) разработать частотный пуск при холодной обкатке двигателя.

Рассмотрены планы действия при возникновении аварийных ситуаций во время работы силового оборудования и меры их предотвращения.

Рассмотрены объекты защиты ремонтно-механического завода. Подробно сформулированы требования и способы регулирования асинхронного двигателя с фазным ротором при горячей и холодной обкатке двигателей.

Рассмотрены назначение и описание асинхронных двигателей в схеме электроснабжения РМЗ, а также способы их защиты: от обрыва фазы (одной или сразу нескольких), от возникновения короткого замыкания во время пуска, от затяжного пуска, от перегрузки, падения напряжения и частоты, от перегрева обмоток.

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКИХ И ПРОГНОЗНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, И БАЛАНСА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ХУЗИЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. начальник ОБМЭиССЭРиБ МУХАМЕТГАЛЕЕВ Р.Ф.

В статье рассматривается проблема соблюдения баланса между генерацией и потреблением электроэнергии и мощности. Для качественного баланса необходимо сделать максимально точный прогноз потребления и на его основе задать правильную генерацию. При прогнозировании объема потребления необходимо знать фактические и прогнозные показатели работы генерирующего и электросетевого оборудования.

УДК 621.316.925

АППАРАТУРА СИСТЕМЫ УПЛОТНЕНИЯ ДЛЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

ХАЛИЛОВА Э.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ХАЗИАХМЕТОВ Р.М.

Практическое использование в ЕЭС России высокочастотных каналов связи по линиям электропередачи имеет более чем полувековую историю, и на сегодняшний день является основным видом технологической связи для передачи сигналов и команд релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА). Высокочастотная аппаратура делится на специализированную (аппаратура, предназначенная для передачи сигналов высокочастотной релейной защиты или сигналов-команд РЗ и ПА) и комбинированную (аппаратура системы уплотнения).

Аппаратура системы уплотнения позволяет осуществлять дуплексную передачу дискретных команд РЗ и ПА, а также информацию диспетчерского контроля и управления (речь и данные), «уплотняя» канал связи. При этом нет необходимости в прокладке дополнительного физического выделенного канала связи, так как можно использовать уже имеющиеся. Для этого достаточно установить на ПС или ЭС мультиплексор, собирающий информацию от устройств и связать его с глобальной сетью.

Применение многофункциональной аппаратуры в условиях дефицита частот обеспечивает более рациональное их использование, но одновременно создает некоторые трудности в эксплуатации, влияющие на надеж-

ность функционирования релейной защиты. Очевидно также, что в случае применения комплексной высокочастотной аппаратуры необходимо надежное резервирование каналов связи – дополнительные волоконно-оптические, высокочастотные линии связи, разнесенные в пространстве с резервируемой линией, отдельные мультиплексоры и т.д.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С НЕПРЕРЫВНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

ХАБИБУЛЛИН М.Н., КГЭУ, г, Казань
Научн. рук. канд. техн. наук, доц. ГАТАУЛЛИН А.М.

Задача обеспечения надежности систем электроснабжения включает в себя целый комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, направленных на сокращение ущерба от нарушения нормального режима работы потребителей электроэнергии.

Под надежностью электроснабжения следует понимать непрерывное обеспечение потребителей электроэнергии заданного качества в соответствии с графиком потребления и по схеме, которая предусмотрена для длительной эксплуатации.

Согласно правилам устройства электроустановок, потребители электроэнергии подразделяются на 3 категории. Потребители с непрерывным технологическим процессом относятся к электроприемникам I категории надежности.

В настоящее время ГОСТ 13109-97 регламентирует показатели качества электроэнергии. такие как:

δU_{y} – установившееся отклонение напряжения;

δU_{t} – размах изменения напряжения;

P_t – доза фликера;

K_{2U} – коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности;

K_{0U} – коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности;

K_U – коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;

$K_{U(n)}$ – коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения;

Δf – отклонение частоты;

$\Delta t_{П}$ – длительность провала напряжения;

$U_{имп}$ – импульсное напряжение;

$K_{перU}$ – коэффициент временного перенапряжения.

Для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей необходимо выполнение вышеперечисленных показателей качества электроэнергии.

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЩИТ БЛОКОВ «ГЕНЕРАТОР-ТРАНСФОРМАТОР-ЛИНИЯ»

ШАРИФУЛЛИН А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. начальник отдела РЗ СРЗА, РДУ Татарстана ИОНОВ А.А.

Блочные схемы соединений «генератор-трансформатор-линия» находят широкое распространение на современных мощных электростанциях. Особенностью схемы является то, что коммутационные аппараты ВН расположены на ПС. Коммутация подобных блоков производится на сетевых объектах с приемной стороны этих ВЛ. Синхронизация же блока осуществляется на самой станции (на генераторном выключателе).

Среди особенностей построения релейной защиты и автоматики данного блока можно выделить то, что, в отличие от стандартных блоков «генератор-трансформатор» (Г-Т), имеются защиты линии, которые также связаны с защитами генератора и трансформатора. При этом защиты Г-Т согласуются с защитами линии. Также для управления выключателем ВН при действии защит блока требуется специальное оборудование (УПАСК – устройство передачи аварийных сигналов и команд для передачи команд телеотключения (ТО) и телеускорения (ТУ).

В работе представлены варианты выполнения релейной защиты блоков генератор-трансформатор-линия. Отдельное внимание уделено варианту выполнения релейной защиты линии. Исследована целесообразность использования команд телеускорения и вариантов их передачи.

Предлагается оптимальная структура построения РЗА на блочных линиях с оптимальным набором команд по УПАСК. В ходе анализа было выявлено, что отсутствие основной защиты линии (ДФЗ, ДЗЛ) при использовании двух комплектов резервных защит с ТО (ТУ) не увеличит время ликвидации повреждений на линии. При этом обеспечивается пуск и приём команд в каждом терминале.

Также для повышения надежности и уменьшения последствий аварии предлагается реализация УРОВ выключателя со стороны подстанции при приёме команд ТО (со стороны станции). В настоящее время этот вопрос не решён. Сложностью реализации данного варианта является ограниченность во времени замкнутого состояния контакта выхода приемника при приеме команды ТО (50–100 мс), когда для запуска УРОВ нам необходимо время 500 мс.

УДК 621.316

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ПОДСТАНЦИИ 110 КВ «25 ЛЕТ ОКТЯБРЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ (ВОД)

ШТЫКОВА Е.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Значительную опасность для комплектных распределительных устройств (КРУ) напряжением 6–10 кВ представляют внутренние короткие замыкания (КЗ), сопровождающиеся электрической дугой (ЭД). Данная проблема усугубляется тем, что многие КРУ не оснащены полноценной быстродействующей защитой от дуговых КЗ или применяемая в них защита не отвечает современным требованиям: высокое быстродействие, абсолютная селективность и высокая чувствительность. Это побудило РАО «ЕЭС России» издать ряд приказов о повышении надежности работы энергообъектов, оборудованных КРУ, предусматривающих их оснащение быстродействующими защитами от внутренних дуговых КЗ.

Реализуемые в настоящее время защиты от дуговых замыканий в основном осуществляют контроль параметров тока и светового потока.

Оптико-электрические дуговые защиты по типу используемых датчиков можно разделить на две группы: с полупроводниковыми фотодатчиками и с ВОД. Тип датчика определяет не только алгоритмы обработки информации, но и исполнение защит, которые можно классифицировать как индивидуальные и централизованные. Централизованные защиты, как правило, предназначены для защиты секции или группы ячеек и не обеспечивают селективного выявления зоны повреждения. Индивидуальное исполнение защиты позволяет выполнить воздействие на выключатель поврежденной ячейки, обеспечить селективность действия защиты и выявить поврежденную зону.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений развития дуговых защит являются устройства на основе волоконно-оптической

техники, которые удовлетворяют вышеописанным требованиям. По сравнению с традиционными устройствами дуговой защиты эти устройства имеют ряд следующих технических преимуществ:

– полная гальваническая развязка от цепей с высоким напряжением;

– устойчивость к электромагнитным наводкам;

– пассивный чувствительный элемент.

УДК 621.316.925

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ ЗА ОТВЕТВИТЕЛЬНЫМИ ТРАНСФОРМАТОРАМИ

ЯКУПОВ Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. инж. 1 категории ОРиМОТУ ОАО «Сетевая Компания»
ВАЛЕЕВ Ш.Г.

Защита от коротких замыканий на низкой стороне ответвительного трансформатора обычно реализуется:

– защитами ближнего резервирования (ЗБР);

– защитами дальнего резервирования (ЗДР).

Защита представляет собой двухступенчатую МТЗ, подключенную через трансформаторы тока на высокой стороне трансформатора. Первая ступень МТЗ с выдержкой t_1 действует на короткозамыкатель для обеспечения устойчивого КЗ, для отрабатывания основных и резервных защит трансформатора. Вторая ступень с выдержкой t_2 действует на отделитель (с возможным его разрушением), ступень срабатывает, если по истечении времени ток КЗ через трансформатор тока сохранится.

Защита предполагает наружное исполнение на ОРУ с высокой стороны трансформатора, и питается от токовых цепей со стороны ВН. Такое исполнение придает живучесть защиты – так как при кз на вводных ячейках низкой стороны (в РУ-6, РУ-10 кВ) зачастую выходят устройства РЗА и токовые и оперативные цепи основных защит трансформатора.

Дальнее резервирование предполагает погашение магистральной линии 110–220 кВ при отказе защит ближнего резервирования.

Для адекватной работы защиты необходимо учитывать степень загрузки отпаячного трансформатора. Но отстроиться от загрузки трансформаторов с помощью классического дистанционного органа на магистральных линиях (с перетоками мощности) невозможно. В основе ЗДР лежит адаптивный дистанционный метод с алгоритмической моделью объекта (АМО). Защита замеряет значения токов и напряжений в нормальном и аварийном режиме в месте отпайки (принято понятие виртуального реле

сопротивления ВРС), определение этих величин в локально решает проблему отстройки.

СЕКЦИЯ 8. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

УДК 621.83

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АД НА БАЗЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ ФИРМЫ ALTIVAR 71

БИКТИМИРОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Широкое распространение в наше время получили преобразователи частоты. На сегодняшний день энергосбережение является одной из важных задач, стоящих перед человечеством, целью которого является сведение к минимуму потерь электроэнергии. Большая часть вырабатываемой электроэнергии расходуется на питание производственных механизмов, таких как насосы, вентиляторы, станки и другие механизмы. Одним из важных решений является внедрение частотно-регулируемого электропривода как в производстве, так в транспорте, отоплении, вентиляции, водоснабжения и других направлениях.

Объектом исследования является преобразователь частоты фирмы Altivar 71. Рассматривается общая структура данного преобразователя, а также возможности их сопровождения с внешними устройствами. Общие технические данные ПЧ Altivar71: релейные конфигурируемые выходы R3A, R3B, R3C; дискретные входы LI7 – LI10; положительная логика (Source); отрицательная логика (Sink); дискретные выходы LO1, LO2; вход для терморезисторов PTC TH1+/TH1.

Задачей магистерской диссертации является исследование автоматизированной системы управления АД на основе преобразователя частоты фирмы Altivar 71 и программирование 16-канальной колодки – эмулятор Telefast 2. С помощью выносной панели управления для частотного преобразователя электродвигателя можно изменять некоторые параметры и наблюдать за изменениями таких состояний асинхронного двигателя, как выходная мощность и частота, крутящий момент, ток, напряжение, скорость, состояние дискретных входов и многие другие параметры работы двигателя.

При нажатии заранее запрограммированной кнопки в ПУ мы можем изменять параметры ПЧ, а, в свою очередь, ПЧ изменяет работу АД, его параметры и режим работы.

Благодаря данной разработке, а именно программированию и установки выносной панели управления для преобразователя частоты Altivar 71, значительно облегчается задача наблюдения за изменениями параметров двигателя, и самое главное упрощается управление данными параметрами.

УДК 681.5.042

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА АСУ ТП ЭЛЕВАТОРА № 1 ЗАО «ЭФЕС», КАЗАНЬ

БИСВАС К. КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Предложенная схема была реализована на основе аппаратных средств управления «Сименс» для управления технологическими процессами элеватора № 1 ЗАО «Эфес», Казань без изменения технологической схемы в ходе модернизации и с 2012 г. обеспечивает автоматизированное управление по требованию заказчика.

В докладе рассматриваются: разработка структурной схемы аппаратного комплекса АСУ ТП элеватора № 1 ЗАО «Эфес», Казань, разработка алгоритма управления исполнительными органами элеватора, реализация алгоритма с помощью аппаратных средств, приводятся сведения о положительном эффекте и достоинствах данной схемы.

УДК 621.83

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ

ДАВЛЕТШИН А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Преобразователи частоты охватывают большую часть в машиностроительной отрасли, многие технологические производства имеют в своей основе ПЧ. Имеется огромное количество реализаций и адаптаций данного оборудования. В нашем случае объектом исследования является преобразователи частоты фирмы Altivar 71. Среди достоинств данного преоб-

разователя можно отметить высокую функциональность, простоту обслуживания, и продолжительный срок эксплуатации. У фирмы Schneider Electric уже существуют готовые решения реализации станций управления на базе ПЛК, который охватывает множество функций и задач.

Задачей работы является реализация внешнего программного управления параметрами работы преобразователя частоты от ПЛК Telemacanique SR3.

В качестве управляющего устройства, обеспечивающего программное изменение параметров работы двигателя, рассматривается микроконтроллер. Для работы устройства нам понадобится программное обеспечение Zelio Logic 2, на котором будет создаваться программа управления. Поскольку литература очень скудна, необходимо изучить всю систему целиком и применить его на практике. Параллельно с изучением будет разрабатываться методическая литература для выполнения студентами лабораторных работ.

УДК 621.71

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

ЕФИМОВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

В данной работе предлагаются методы определения скорости вращения роторов электрических машин, а также нестабильности частоты вращения и скольжения асинхронных электродвигателей. В основу метода положено нанесение магнитных меток на ферромагнитный диск либо лазерных меток на компакт-диск.

В отличие от известного фотоэлектрического метода определения угловой скорости, данный метод отличается большей точностью. Это обусловлено тем, что число нанесенных магнитных или лазерных меток на диск на несколько порядков больше числа отверстий в диске для фотоэлектронного метода. Кроме того, данный метод обладает большей универсальностью, так как магнитные метки могут стираться с диска и наноситься вновь в количестве, необходимом для измерения скорости и скольжения конкретного двигателя с требуемой точностью.

Основные блоки, входящие в состав макета: испытуемый двигатель с ферромагнитным диском на валу; миниатюрная считывающая магнитная головка от компьютерного винчестера; электронный частотомер, работающий как в режиме измерения частоты, так и в режиме измерения отно-

шения частот; устройство вычитания частоты питающей сети и частоты следования магнитных меток. При измерении скорости вращения магнитные метки, преобразованные в электрические импульсы, поступают на формирователь и далее на вход электронного частотомера.

С цифровых индикаторов частотомера считывается значение скорости вращения. При определении скольжения асинхронных двигателей электронный частотомер переводится в режим измерения отношения частот. Электрические импульсы с магнитной головки подаются на один вход частотомера. На другой вход, при числе пар полюсов испытуемого двигателя p = 1, поступает разность частот между частотой питающей сети и частотой импульсов, снимаемых с магнитной головки. При числе пар полюсов p = 2; 4; 6, частота питающей сети перед подачей на вычитающее устройство предварительно делится дополнительным делителем частоты на число, равное числу пар полюсов испытуемого двигателя.

УДК 621.83

ПРЕИМУЩЕСТВА ПЛАВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ DANFOSS

КАССЕМ С.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Сегодня трехфазный электродвигатель переменного тока, управляемый преобразователем частоты, является стандартным элементом технологических установок. Наряду с возможностью использования положительных свойств трехфазных электродвигателей переменного тока, основным требованием при проектировании установки часто оказывается наличие плавного регулирования скорости. Также имеется ряд других преимуществ:

– экономия энергии возможна, если скорость электродвигателя соответствует требованиям в любой заданный момент времени. Это применимо, в частности, к центробежным насосам и приводам вентиляторов, у которых потребляемая электроэнергия уменьшается пропорционально кубу скорости. Таким образом, если уменьшить скорость вдвое, то будет расходоваться мощность, составляющая всего 12,5 % от номинальной;

– регулирование скорости производственного процесса имеет ряд преимуществ. В их число входит увеличение производительности с одновременным сокращением процента брака и снижением расхода материалов и износа;

– может быть резко снижено число пусков и остановов с полным изменением скорости. При использовании режимов плавного пуска и останова возможно предотвращение ударных воздействий на компоненты машины.

Преобразователи частоты не требуют технического обслуживания. При использовании этих установок для управления электродвигателями возможно увеличение их срока службы. Например, в системах водоснабжения устраняются гидравлические удары, которые происходят, когда электродвигатели насосов подключены непосредственно к сети, и предотвращается повреждение водопроводных труб.

УДК 621.83

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА MITSUBISHI ELECTRIC

КЛЮКИН М.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Частотно-регулируемый электропривод выполнен в виде лабораторного стенда. Основной целью создания лабораторного стенда являются освоение и изучение функций, режимов управления системой асинхронного двигателя фирмы Mitsubishi Electric.

Технические характеристики электропривода

Асинхронный двигатель 4АО-80В-4D:
мощность 0,75 кВт;
частота вращения 1400 об/мин;
ток 2,1 А;
коэффициент мощности 0,77;
соединение фаз – «звезда»;
напряжение 380 В;
число фаз 3; степень защиты IP44; режим работы S1.
Преобразователь частоты: FR-A700 Mitsubishi Electric.
Энкодер: H62-10-1024-VL-3LS Mecapion.
Панель управления FR–DU07.
Панель оператора GT1150-QLBD.
Программируемый логический контроллер MelsecFX3u.

Стенд позволяет производить регулирование скорости и положения электропривода в разомкнутой и замкнутой схемах регулирования с ис-

пользованием энкодера. Рабочий цикл электропривода состоит из элементарных этапов: разгона, поддержания постоянной скорости, торможения и останова в заданной позиции.

Частотно-регулируемый электропривод Mitsubishi Electric отличается хорошими эксплуатационными характеристиками. В рассматриваемом электроприводе возможно программирование путем ввода в контроллер через электронную вычислительную машину (ЭВМ) и графический контроллер.

Регулирование скорости производится путем составления алгоритма и программы на языке Ladder в соответствии с графиком движения механизма.

УДК 62-87

ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРВОПРИВОДА MITSUBISHI ELECTRIC

МАКСИМОВ Д.Ю., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Технический прогресс и конкуренция приводят к постоянному росту производительности и повышению степени автоматизации технологического оборудования. При этом возрастают требования, предъявляемые к регулируемым электроприводам, по таким параметрам, как диапазон регулирования частоты вращения, точность позиционирования и перегрузочная способность.

Для решения подобных задач во многих механизмах на смену общепромышленным преобразователям частоты приходят сервоприводы.

Целью данной работы является программирование и исследование системы управления сервоприводом фирмы Mitsubishi MR-J3-10A сверлильного станка.

Для решения поставленных задач будут использованы методы теоретического анализа и синтеза, методы алгоритмизации, средства компьютерного проектирования и моделирования, а также экспериментальные методы исследования. В работе разработаны алгоритм и программа управления сверлильным станком в среде GX Developer.

Сервопривод выполнен в виде лабораторного стенда сервопривода MR-J3-10A фирмы Mitsubishi и макет сверлильного станка для экспериментальной проверки работоспособности автоматизированной системы управления позиционированием.

Технические характеристики сервопривода

серводвигатель HF-KP13;
полная входная мощность 0,3 кВА;
максимальный ток 2,4 А;
максимальный крутящий момент 0,95 Нм;
максимальная частота вращения 6000 об/мин;
динамическая мощность 11,5 кВт/с;
сервоусилитель MR-J3-10A
панель управления FR–DU07.
модуль позиционирования FX2N-10PG
программируемый логический контроллер FX3U-16MR/ES.

УДК 621.71

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ DANFOSS

САЙФИЕВА Р.Т., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

Объектом исследования является стенд управления насосами на базе преобразователя частоты Danfoss.

Представлено три насоса, работающих параллельно друг к другу, т.е. каждый насос работает на 33 %.

Есть два варианта управления:

1. На каждый насос подключен свой преобразователь частоты. Это обеспечивает плавный пуск и работу, но реализация данной схемы управления является дорогой и не всегда востребованной.

2. Два насоса работают напрямую от сети, а один преобразователя частоты. Используется каскадная схема управления тремя насосами с поддержанием давления в данном режиме, преобразователь частоты регулирует обороты одного насоса с целью поддержания давления. В случае нехватки производительности одного насоса преобразователь частоты подключает этот насос напрямую от сети и начинает регулировать обороты второго насоса, далее третьего.

Также этот стенд позволяет исследовать электромагнитную совместимость преобразователя частоты и насосов.

УДК 621.712.3

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ТРОФИМОВ С.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Повышение производительности труда, выпуск качественной продукции, улучшение условий труда и отдыха трудящихся обеспечивают системы вентиляции и кондиционирования воздуха, которые создают необходимый микроклимат и качество воздушной среды в помещениях.

Для управления элементами вентиляционной системы необходима система автоматики. В простейшем случае автоматика позволяет регулировать скорость вентилятора и температуру воздуха, а также контролировать безопасность системы: защищать электрический калорифер от перегрева, а водяной – от замерзания (для большей надежности обычно используется многоуровневая защита).

Более продвинутые системы автоматики могут контролировать состояние воздушного фильтра, работать по таймеру, управлять дополнительными устройствами (вытяжным вентилятором или увлажнителем воздуха), подключаться к системе «умный дом» и т.д. Расширенными возможностями, как правило, обладает цифровая система автоматики, комплектуемая пультом управления с дисплеем, на котором отображается вся информация о текущем состоянии вентсистемы.

Для наборных систем вентиляции автоматика выполняется в виде щита управления, который необходимо соединять с элементами вентиляционной системы отдельными кабелями. В моноблочных вентустановках система автоматики может быть встроена в ее корпус. В этом случае для сборки системы бывает достаточно подсоединить к вентиляционной установке пульт управления.

Изменение микроклимата в помещении, поддержание или изменение температуры, происходит за счет такого оборудования, как:

– калорифер КСк 4-11;

– привод воздушной заслонки Siemens GSD321.1A;

– вентилятор канальный TD-1000/200 Silent T;

– щит управления ACU-V –W.

СЕКЦИЯ 9. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

УДК 697:669

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВОЗДУХООЧИСТКИ ПОКРАСОЧНОГО ЦЕХА НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МЕТАЛЛОПОСУДЫ

АЗИНА А.Э., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. геогр. наук, проф. ПЕТРОВ Б.Г.

В покрасочном цехе предприятия по производству металлопосуды, на продукцию методом распыления краскопультом на пяти линиях нанесения и полимеризации покрытий наносятся грунтовка, антипригарное, декоративное и керамическое покрытия. При нанесении покрытий в атмосферу выбрасываются такие загрязняющие вещества как ацетон, бензол, толуол, этилбензол т.д. Выброс веществ производится в количествах, превышающих допустимые нормативы. Данные вещества являются не только источниками загрязнения воздуха, удаляемого из помещения цеха, но и источниками заболеваний работников цеха, в связи с чем вопрос модернизации системы воздухоочистки покрасочного цеха и снижения выбросов компонентов как в атмосферу, так и в помещение цеха, является актуальным.

Для достижения разработки модернизированной системы воздухоочистки цеха покраски литой алюминиевой посуды, должны быть решены следующие задачи. Изучена технологическая линия производства и очистного оборудования и подтверждена актуальность снижения выбросов загрязняющих веществ воздуха покрасочного цеха. Цех покрытий посуды представлен только сухими рулонными фильтрами и характеризуется сложными и опасными химическими соединениями, что однозначно говорит о необходимости модернизации системы очистки цеха на предприятии.

Удаление выбросов промышленных покрасочных цехов желательно осуществлять с помощью мокрых методов очистки с последующей сухой фильтрацией. Предложена к установке наиболее эффективная система очистки лакокрасочных материалов – водяная окрасочная кабина ОКВ.0210.

Предлагаемый вариант внедрения модернизированной системы очистки воздуха обеспечит годовой экономический эффект Э = 43677,93 руб/год за счет снижения платежей за выбросы веществ в атмосферу благодаря снижению количества выбросов большинства компонентов удаляемого воздуха. Определив социальный эффект, который составляет 24400 руб/год, показатель общей эффективности природоохранного мероприятия возрастет с 0,62 до 0,96. Срок окупаемости с учетом эксплуатационных затрат уменьшится до трех лет.

Решение поставленных задач позволит разработать эффективную систему воздухоочистки для покрасочных цехов предприятий по производству металлопосуды, позволяющую извлекать примеси, очищать воздух до ПДВ и ниже, а также обеспечивающую социальный эффект.

УДК 66.074

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА СЕРЫ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АММИАЧНО-СУЛЬФАТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

АКПАМБЕКОВ И.Т., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАФИН Н.Ш.;
канд. физ.-мат. наук, доц. КРУГЛОВ И.Г.

В любом органическом топливе, кроме природного газа, содержится сера как составная часть его органической части (органическая сера) или в виде колчедана FeS_2, входящего в его минеральную часть. При высоком содержании диоксида серы в отходящих газах происходит серьезное повреждение растительности, выбросы диоксида серы также негативно влияют на здоровье населения, являются причиной коррозии стальных конструкций и разрушения различных строительных материалов.

Для снижения выбросов предлагается внедрить аммиачно-сульфатную технологию, основанной на связывании диоксида и триоксида серы водным раствором аммиака с последующим окислением образовавшихся продуктов взаимодействия веществ до стабильного сульфата аммония.

Установка работает следующим образом. Обеспыленные до 50–300 мг/м^{3}дымовые газы поступают в нижний контур абсорбера, где наряду с улавливанием SO_2 рабочий раствор упаривается теплом газов до насыщения жидкости сульфатом аммония. Основная абсорбция происходит в верхних контурах, орошаемых аммиачно-сульфитным раствором. В последний по ходу газов контур подают слабый раствор аммонийных солей.

Раствор из каждого верхнего контура самотеком сливается в расположенный ниже контур. Аммиак обычно вводят в сборную емкость каждого контура. Газообразный аммиак получают в испарительной паровой установке, куда подают сжиженный аммиак из хранилища. Для повышения степени улавливания SO_2 и предотвращения образования сульфатно-аммиачных аэрозолей, выбрасываемых с очищенными газами, в нижнем контуре сульфит-бисульфитные соли принудительно окисляют до сульфатных.

Это обеспечивает достижение высоких степеней сероочистки – вплоть до 98–99 %. Очищенные газы пропускают через брызгоуловитель, где из них удаляют капельную влагу, являющуюся источником потерь аммиака, после чего нагревают на 20–25 °С и выбрасывают в атмосферу.

УДК 628.3

ВНЕДРЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ОКСИТЕНКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БОС НА МУП «ВОДОКАНАЛ»

БИКЗИНУРОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. АПКИН Р.Н.

Современное промышленное производство оказывает огромный вред на состав сточных вод, сбрасывая токсичные стоки. Традиционные технологии биологической очистки сточных вод в аэротенках не рассчитаны на большие нагрузки, тем самым, не обеспечивают предъявляемого качества очищенных сточных вод для современных требований. Появляются значительные превышения таких загрязняющих веществ, как аммоний ион, $БПК_5$, ион нитритов, фенолы, фосфор фосфатов.

Предлагается три варианта решения данной проблемы. Первым вариантом является увеличение концентрации активного ила в аэротенках, однако возникающие сложности с его отделением и осветлением очищенной воды воздерживают этот метод. Второй вариант биоадсорбционный способ биологической очистки сточных вод, подразумевает добавление сорбента (ПАУ АГ-3, КАД, КДТ) в аэротенк. Причиной сдерживающей применение биоадсорбционного способа является потеря сорбента за счет его выноса с избыточным активным илом. Третий вариант основан на использовании технического кислорода для аэрации путем внедрения комбинированного окситенка. Данный метод повышает производительность очистных сооружений и повышает степень очистки сточных вод.

Исходя из технических расчетов, необходимо установить 5 комбинированных окситенков и установку разделения воздуха К-0,4.

Внедрение комбинированного окситенка повышает производительность очистных сооружений и степень очистки сточных вод. Показатели количества загрязняющих веществ, разрешенных к сбросу, пришли в норму.

Данная установка позволяет предотвратить экологический ущерб, снизив сброс загрязняющих веществ, а также снизить расход электроэнергии, тем самым уменьшить затраты на электроэнергию.

УДК 504.064

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ, СОЗДАВАЕМЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ, В УСЛОВИЯХ Г.О. ТОЛЬЯТТИ

БУХОНОВ В.О., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

Загрязнения воздушной среды, создаваемые автотранспортными потоками, вызывают целый ряд негативных последствий для здоровья человека и окружающей среды. В частности, сравнительные исследования заболеваемости населения городского округа Тольятти в зависимости от загрязнения атмосферного воздуха показали тенденцию роста заболеваемости населения промышленных районов хроническим синуситом.

Авторами в рамках муниципальной экологической программы мэрии г.о. Тольятти проведены исследования загрязнений воздушной среды, создаваемых автотранспортными потоками, в условиях городского округа Тольятти. Проведены натурные обследования структуры и интенсивности автотранспортных потоков на автодорогах г.о. Тольятти с подразделением по основным категориям автотранспортных средств. Осуществлен анализ автотранспортных стационарных очагов загазованности (гаражно-строительные кооперативы, стоянки, автотранспортные предприятия и др.). Проведен расчет величин валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях. Проведены измерения по загрязнению атмосферы от загрязняющих веществ автотранспорта: азота диоксид; азота оксид; углерод (сажа); ангидрид сернистый; углерод оксид; бензин (нефтяной, малосернистый); керосин и др. Для исследования параметров воздушной среды использовался газоанализатор универсальный ГАНК-4. В результате были установлены зоны с превышением нормативных значений по ряду загрязняющих веществ.

Разработаны предложения по снижению негативного воздействия выбросов, включающие архитектурно-планировочные, организационно-технические и другие методы, в том числе:

– рациональное планирование автотранспортных потоков;

– рациональные решения планировок производственных помещений и генеральных планов объектов;

– создание санитарно-защитных зон и др.

УДК 504.064.4

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

ВАСИЛЬЕВ В.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.;
канд. биол. наук, доц. ЗАБОЛОТСКИХ В.В.

В условиях современного города одной из актуальных экологических проблем является негативное воздействие отходов. Следует отметить, что нефтесодержащие отходы зачастую обладают сильной токсичностью и другими негативными свойствами и оказывают особенно высокое отрицательное воздействие на окружающую среду и человека.

Авторами предложен ряд новых подходов к переработке нефтесодержащих отходов. Один их них – использование битумов в качестве дорожных покрытий. При этом необходимо, чтобы битумы соответствовали требуемым значениям по ряду показателей. В том числе это показатели, определяемые после прогрева битума в тонкой пленке, требования к групповому химическому составу, а также вязкость битума динамическая и кинематическая.

Следует отметить, что природно-климатические условия в разных регионах РФ сильно отличаются, а диапазоны показателей, касающихся вязкости битума и его старения, в действующих в России стандартах, основанных на допусках, существовавших в прошлые десятилетия, слишком широки и не позволяют обеспечить достаточной четкости требований к асфальтобетону. Поэтому необходима разработка новых стандартов.

Для изучения основных закономерностей процессов утилизации на этапе лабораторного моделирования в периодическом режиме авторами предложена принципиальная технологическая схема процесса переработки нефтешламов. Ее особенностью является возможность получения нефте-

продуктов в виде дизельной фракции, гудрона либо битумной композиции на основе окисленного дорожного битума. Показана возможность высококачественной переработки нефтесодержащих отходов с получением дорожного битума, соответствующего действующим стандартам. Данное решение позволяет возвратить в производственный цикл нефтепереработки сырье, содержащееся в отходах нефтегазовой отрасли. Это позволит существенно снизить негативное воздействие нефтешламов на окружающую среду.

УДК 574.6

ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТУПНЫХ НАИЛУЧШИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ УФИМСКОЙ ТЭЦ-1

ВОЖДАЕВА К.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

В данной работе изложен материал по применению системы очистки воды для работы энергетических котлов на Уфимской ТЭЦ-1. Рассматриваются мероприятия по снижению количества стоков с водоподготовительной установки (ВПУ), уменьшению расходов на собственные нужды за счет замкнутого цикла водопотребления, малых безвозвратных потерь, небольшого количества потребителей и сбора промливневых вод, снижению реагентов за счет включения в схему ВПУ установки обратного осмоса с дожимным блоком для утилизации стоков. Результатом этих мероприятий является уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, а именно снижение количества и улучшение качества сточных вод.

УДК 621.311

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ЭКОТЭС» ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОКСИДОВ УГЛЕРОДА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ГАЗИНА Э.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. СИТДИКОВА Р.Р.

Нефтегазодобывающие компании являются лидерами отраслей по разведочному и эксплуатационному бурению и вводу в эксплуатацию новых добывающих скважин. Основные направления их деятельности:

– разведка и добыча углеводородного сырья;

– переработка нефти, газа и производство электроэнергии;

– производство нефтепродуктов, продуктов газопереработки;

– выработка продуктов нефте- и газохимии.

Важную роль в работе компании занимают котельные установки, работающие на природном газе, добываемом самой компанией. Они предназначены для снабжения предприятия отоплением и обеспечением их горячей водой.

В экологическом отношении, природный газ является наиболее безопасным видом органического топлива. При его сгорании образуется значительно меньшее количество вредных веществ по сравнению с другими видами топлива. Однако сжигание природного газа на котельных установках, также приводит к увеличению содержания углекислого газа в атмосфере.

Для уменьшения содержания углекислого газа предлагается внедрить инновационную технологию «ЭкоТэс». Как известно, содержание CO_2 в продуктах горения при обычном сжигании топлив не превышает 12 %. Такие продукты горения не имеют никакой практической ценности, а выбросы CO_2 в атмосферу представляют опасность из-за угроз, связанных с «парниковым эффектом». При сжигании топлив по новой технологии концентрация газообразного CO_2 достигнет 95-98 %. А при увеличении давления продуктов горения можно получить CO_2 в сжиженном виде с концентрацией 100 %, что полностью исключит необходимость применения дорогостоящих методов обработки дымовых газов для извлечения углекислого газа. Такой результат достигается за счет того, что в отличие от традиционных технологий сжигания топлив в качестве окислителя применяется не воздух, а специальным образом подготовленная смесь кислорода и CO_2.

Кроме того, CO_2 – ценнейший продукт, который широко применяется в народном хозяйстве. Одним из наиболее перспективных направлений его крупномасштабного использования является закачка в пласты с целью существенного повышения нефтеотдачи месторождений, которая в таком случае может достигать 78–94 %.

УДК 574

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ, ДЕГРАДИРОВАННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРИМЕРЕ ОАО «УФАХИМПРОМ»

ГАЛИМЗЯНОВА Г.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

Производства химической промышленности относятся к опасным объектам, развитие которых обусловливает высокую концентрацию загрязняющих веществ техногенного характера во всех компонентах окружающей среды. Со временем власти городов стали предпринимать серьезные меры по сокращению негативного воздействия производств на природные экосистемы и здоровье населения. Часть предприятий закрылась по экономическим причинам, многие опасные производства выведены из эксплуатации и на территории крупных городов осталось большое количество бездействующих промышленных объектов. Проблема рекультивации и реабилитации территорий, деградированных в результате деятельности опасных химических производств, остается, в настоящее время, очень сложной задачей, на которую влияет множество разнообразных факторов.

Примером является ОАО «Уфахимпром», представляющий собой огромную территорию с бездействующими и полуразрушенными корпусами и шламонакопителями. Деятельность предприятия привела к формированию урбосистемы с деградированным ландшафтом, вся территория завода подвержена техногенному загрязнению. В 2004 г. это предприятие было законсервировано, а в 2011 г. принято решение о полной ликвидации промышленного комплекса. Уфимским «Институтом безопасности жизнедеятельности» (ГУП НИИ БЖД РБ) было проведено инженерно-экологическое обследование территории ОАО «Уфахимпром» и определение содержания загрязняющих веществ техногенной природы в почве промплощадки. Целью исследований являлась оценка уровня загрязнения почвенного покрова территории в результате длительной техногенной нагрузки. Проведенные исследования уровня химического загрязнения почвы показали, что степень загрязнения в некоторых зонах относится в категории «очень сильная».

Такая опасность загрязнения диктует необходимость проведения рекультивации загрязненной земли.

УДК 621.438:665.6

ВНЕДРЕНИЕ МИКРОТУРБИН С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ГАФУРОВА Н.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. СИТДИКОВА Р.Р.

Нефтяные компании являются одним из крупнейших предприятий по добыче нефти по РТ. В процессе добычи нефти получают попутный природный газ, который в дальнейшем сжигается на факельных установках. В результате сжигания образуются сажа, оксиды азота, монооксид углерода, ароматические углеводороды и другие загрязняющие вещества, которые поступают в атмосферу и наносят вред окружающей среде.

Для того чтобы снизить эти выбросы, предлагается установить вместо факельных установок микротурбины Capstone. Данные микротурбины могут работать на различных видах топлива: природный газ, попутный нефтяной газ, биогаз, шахтный, метан, пропан-бутан и другие виды топлива. Высокий ресурс установки до капитального ремонта не менее 8 лет. Они обеспечивают автономность, бесперебойность и высокое качество снабжения энергией.

Микротурбины Capstone вырабатывают электроэнергию, а также сокращаются выбросы вредных веществ до нормативов. Благодаря микротурбинному двигателю в установке, уровень выбросов CO и NO_x не превышает 10–15 мг/м^3. Это позволяет отнести микротурбины Capstone к одному из самых экологически чистых источников генерации энергии.

УДК 504.054

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ЕВЛЕЕВА М.Ю., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

В условиях современного города одной из наиболее острых проблем является воздействие на окружающую среду и человека транспортных потоков, являющихся непременным атрибутом современного города. При этом основной вклад в формирование транспортных потоков вносит авто-

мобильный транспорт. Транспортный шум является одним из наиболее опасных последствий воздействия транспортных потоков.

Авторами были проведены исследования влияния внешних источников шума на селитебную территорию Самарской области. Всего было обследовано свыше 100 точек. Особое внимание уделялось селитебной территории городских округов, примыкающей к шумоопасным зонам вблизи транспортных магистралей. Были проведены измерения как в дневное, так и в ночное время.

Анализ результатов измерений позволил выявить наиболее значительные превышения предельно-допустимых уровней шума. В частности, в городском округе Тольятти в дневное время по ул. Мира в районе остановки «Дом природы» величина превышения по эквивалентному уровню звука составляет 6 дБА, по ул. Баныкина – 4 дБА, по ул. Мира, 114 величина превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 4 дБА, по максимальному уровню звука – 3 дБА. По максимальным уровням звука полученные акустические характеристики, в основном, соответствуют нормативным требованиям. В ночное время по ул. Ленина, 98 величина превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляла 10 дБА, по максимальному уровню звука – 5 дБА; по ул. Мира, 60 величина превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 12 дБА, по максимальному уровню звука – 12 дБА.

Кроме того, был отмечен тот факт, что значения в ряде измеренных точек предельно близки к максимально допустимым нормативным требованиям.

Исследования воздействия транспортного шума на селитебную территорию Самарской области показали, что уровень шума в целом возрастает на 0,5 дБА в год (а в некоторых зонах и больше). Особо тревожная ситуация складывается с воздействием шума в ночное время: для измерений в ночное время значения в большинстве измеренных точек превышали нормативные. Таким образом, можно с уверенностью говорить о существовании реальной проблемы обеспечения шумовой безопасности Самарской области.

УДК 628.3

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ШАРАНСКОГО ЛПУ МГ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ УФА»

ЗАРТДИНОВА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. АПКИН Р.Н.

Шаранское ЛПУ МГ является филиалом ООО «Газпром трансгаз Уфа». Местонахождение: Республика Башкортостан, Шаранский район, с. Чалмалы. Общая протяженность магистрального газопровода: 398,7 км.

В состав Шаранского ЛПУ МГ входят: газокомпрессорная станция-3 газокомпрессорных цеха – 15 ГТУ, 5 агрегатов ГПА – «Урал», установка комплексной подготовки газа, газораспределительные станции, магистральный газопровод. Системы автоматики, телемеханики и измерительные комплексы. Системы электро-, тепло-, производственно-хозяйственного, и пожарного водоснабжения, линии электропередач, силовые трансформаторы, электростанции, водозабор с четырьмя артезианскими скважинами, водопроводы, очистные сооружения с биологической очисткой БИО – 75, средства связи, транспортные средства, спецтехника.

Шаранское ЛПУМГ ООО « Газпром трансгаз Уфа» эксплуатирует биологические очистные сооружения БИО-75, введены в действие 25 декабря 2005 г., проектная мощность 75 $м^3$ /сутки. Сброс очищенных сточных вод производится с промышленных площадок в ручей Тегерманелга.

Источником водоснабжения для предприятия является собственный водозабор. Цель водопользования хозяйственно-питьевые, противопожарные и производственные нужды.

Проблемы предприятия

В связи с вводом в эксплуатацию на компрессорную станцию дополнительных объектов водоотведения аварийно-восстановительного поезда (АВП), административно-бытового комплекса (АБК), наблюдается ухудшение работы биофильтра «Оксипор», не обеспечивается глубокая очистка. Сбрасываемые воды полностью соответствуют ПДС, но не соответствуют ПДК вод хозяйственно-питьевого назначения ввиду высокого содержания фосфатов.

Также система очистки не циклична, предложено часть воды сбрасывать в ручей Тегерманелга, а часть возвращать на предприятие для дальнейшего использования.

УДК 621.895

СИСТЕМА РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ (СОЖ) ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

ИСМАГИЛОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОЛУБЕВ В.В.

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) широко используются на машиностроительных, химических и нефтехимических предприятиях. Основное назначение СОЖ на производстве – уменьшение износа металлорежущего инструмента, обеспечение заданного качества обработанной поверхности металла.

Основными причинами замены смазочно-охлаждающих жидкостей при холодной обработке металлов являются наличие в них большого количества взвешенных веществ (металлическая пыль, сажа, частицы абразивных материалов), расслаивание СОЖ и их загнивание. Сброс отработанной СОЖ без очистки в общую систему канализации и водоемы запрещается, так как они относятся к 3 классу опасности. Отработанная СОЖ подвергают разложению, утилизации или регенерации с целью снижения ее воздействия на окружающую среду.

Обезвреживание отработанной СОЖ является актуальной проблемой. Методы обезвреживания можно разделить на четыре основные группы: реагентные; физико-химические; биологические; термические. С экологической точки зрения, эти методы не оптимальны, так как при их использовании образуются вторичные отходы, требующие дополнительной обработки.

В целях минимизации образования таких жидких отходов для относительно небольших их объемов целесообразно использовать систему регенерации отработанной СОЖ, включающую удаление из эмульсий СОЖ посторонних примесей, фильтрацию с применением фильтр-транспортера, удаления всплывшего масла и возврата в производство для дальнейшего использования. Для предупреждения загнивания регенерированной СОЖ можно использовать бактерицидные добавки гексахлорофен, фурацилин, бактерициды типа «Вазин» и «Азин».

Применение этого метода с замкнутым оборотным циклом резко сократит количества сточных вод, уменьшит затраты на закупку концентрата СОЖ, на сдачу отработанного масла, что экономически выгодно предприятию.

УДК 628.3:612

ВНЕДРЕНИЕ ЛОКАЛЬНО ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ НА ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОКОВ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

КАБЫШЕВА А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. геогр. наук, проф. ПЕТРОВ Б.Г.

Сточные воды гальванических производств являются наиболее опасными с точки зрения токсичности, так как в своем составе содержат высокотоксичные ингредиенты в виде тяжелых металлов в частности как медь, железо, цинк, хром VI, хром III, нитрит ион, аммоний ион, никель. По составу данные сточные воды можно классифицировать на кисло-щелочные и хромсодержащие воды. Таким образом, актуальной является разработка рекомендаций по усовершенствованию существующей технологической схемы очистки в целях создания оборотного водоснабжения путем внедрения локально очистной станции.

Одним из популярных методов очистки хромсодержащих сточных вод является реагентный метод. При использовании данного метода на выходе сооружения получаем воду с превышением по ПДК по таким ЗВ: Fe^{2+} на 0,13804 т/год, Cr^{3+} на 0,002 т/год, Zn^{2+} на 0,002704 т/год. Помимо этого, вода содержит в себе большое количество солей, что делает ее недопустимой в использовании замкнутого водооборота.

Для создания эффективной системы очистки промышленных сточных вод было рассмотрено 3 варианта технологических решений.

Первый вариант основан на патенте № 2318737, второй вариант основан на методе выпаривания и представлен в виде вакуумно-выпарной установки, третий вариант технологического решения основан на использовании последовательных методов, таких как физико-химический метод, метода ультрафильтрации и обратноосмотического метода.

Проведя технологические расчеты, пришли к выводу, что в состав ЛОС должны войти 2 электрофлотатора, ультрафильтрационная установка, обратноосмотическая установка, 2 камерных фильтр-пресса, 4 насоса, 3 бака-накопителя.

В результате показатели по таким загрязняющим веществам приведены к требуемому ПДК: Fe^{2+} до 0,05 мг/л, Cu^{2+} до 0,02 мг/л, Cl^{-} до 5 мг/л, Cr^{6+} до0,06 мг/л, Zn^{2+} до 0,2 мг/л.

УДК 628.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ МУП «ВОДОКАНАЛ»

МАМЛЕЕВА Н.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. БАРИЕВА Э.Р.

Применяемые в настоящее время методы обезвреживания стоков на предприятии МУП «Водоканал» не обеспечивают достижения необходимой степени очистки от нефтепродуктов.

Схема, по которой происходит очистка стоков выглядит следующим образом: усреднитель → решетка → песколовка → первичный отстойник → аэротенк → вторичный отстойник → хлораторный цех. Для наиболее эффективной очистки от нефтепродуктов предлагается внедрить многоярусную нефтеловушку, которая имеет ряд преимуществ: конструкция из стеклопластика, устойчивая к ударам и воздействию агрессивной среды; простота эксплуатации и минимальное недорогое обслуживание; отсутствие мобильных элементов в конструкции исключает необходимость их замены; небольшая стоимость по сравнению с прочими очистными сооружениями.

Технологическая схема очистки сточных вод от нефтепродуктов с применением нефтеловушки будет выглядеть следующим образом: усреднитель→ решетка → песколовка → первичный отстойник → нефтеловушка →аэротенк → вторичный отстойник →хлораторный цех.

Эффективность очистки предлагаемой установки составляет 95 %, что позволяет увеличить степень очистки сточных вод. Концентрация нефтепродуктов в сточной воде снизится от 120 до 5 мг/л. Платежи за сброс загрязняющих веществ после усовершенствования сводятся к минимуму.

При использовании такой системы можно повысить технико-экономические показатели работы очистных сооружений, а, главным образом, – улучшить экологическую обстановку на предприятии, повысить степень очистки сточных вод, и, следовательно, снизить загрязненность водных объектов.

УДК 628.3:665.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ

ПАРАМОНОВА С.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

Сточная вода предприятий нефтехимической промышленности – это вода, где загрязнение изменяет первоначальный химический состав воды и (или) ее физические свойства.

В настоящее время применяются следующие наиболее эффективные методы очистки сточных вод: механические; физико-химические; биологические.

Сточные воды предприятий содержат в себе различные загрязняющие вещества, поэтому однозначно определить, какой из существующих методов очистки может быть применен для конкретного случая, и какой из них является более эффективным, не представляется возможным. Оптимальный вариант – комплексная очистка с использованием на разных этапах всех доступных методов. Современные комплексные очистные системы – сложное оборудование, включающее в себя различные модули, использующие различные методы очистки и их комбинации.

Комплексная очистка сточных вод предназначена для очистки производственных сточных вод путем полного биологического окисления, с последующей доочисткой и обеззараживанием условно чистой воды в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормами и правилами (СанПиН).

На первом этапе комплексной очистки производственного стока предприятий нефтехимической промышленности осуществляется отделение крупных нерастворимых соединений в ходе обычной фильтрации. Метод фильтрации наиболее часто используется во многих технологических схемах очистки сточных промышленных вод для снижения содержания взвешенных дисперсных частиц и извлечения ряда загрязнителей. На втором этапе очистки с помощью химических реагентов осаживаются нерастворимые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах предприятия; далее путем биологической очистки органика разлагается в ходе жизнедеятельности различных микроорганизмов.

Таким образом, комплексная очистка сточных вод позволяет эффективно очищать сточные воды предприятия нефтехимической промышленности и довести качество очищенных сточных вод до установленных нор-

мативов на сброс в городскую канализацию, либо на рельеф местности или водоем.

УДК 628.3

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАСЛОДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

РАХИМКУЛОВА Э.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. БАРИЕВА Э.Р.

Сточные воды предприятий по переработке молока характеризуются высокой суточной неравномерностью их качественного состава и расходов, колебаниями значений водородного показателя pH.

Технология очистки жиросодержащих сточных вод на молочноперерабатывающем комбинате состоит из следующих этапов: приемный резервуар → денитрификатор → аэротенк 1-й ступени → промежуточный отстойник→ аэротенк 2-й ступени → вторичный отстойник → контактный резервуар, где производится хлорирование очищенных стоков.

Необходимость модернизации системы сооружений для очистки сточных вод на молочном заводе обусловлена тем, что очищенная вода не соответствует нормативным показателям.

Для увеличения производительности БОС предлагается физико-химическая очистка производственных сточных вод методом реагентной напорной флотации.

Предлагаемая схема очистки производственных сточных вод включает следующую последовательность операций:

– предварительная очистка сточных вод от жиров на локальных жироуловителях;

– сбор обезжиренной воды в усреднителе;

– подача обезжиренного потока сточных вод в реактор-нейтрализатор;

– нейтрализация кислотой;

– напорная флотация;

– отвод флотационной пены в сборник флотопены;

– пеногашение флотационной пены в сборнике;

– отвод осветленной воды в существующую канализационную насосную станцию;

– подача осветленной воды на существующие БОС.

Внедрение данной технологии на предприятии позволит довести его стоки до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения, что де-

лает возможным сброс очищенных сточных вод в водоем или внедрение схем оборотного водоснабжения.

УДК 628.16: 665.725

УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ВОСТОЧНО-АНЗИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

САФИУЛЛОВА Э.Р., КГЭУ, г. Казань
Нуч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОЛУБЕВ В.В.

Попутный нефтяной газ – это углеводородный газ, который выделяется из скважин и из пластовой нефти в процессе ее сепарации. Он являет собой смесь парообразных углеводородных и других природных составляющих. Тонна нефти может содержать от одного до нескольких тысяч кубометров газа. Попутный нефтяной газ (ПНГ) считается побочным продуктом нефтедобычи. При отсутствии на разрабатываемом месторождении необходимой инфраструктуры для сбора газа, его транспортировки и переработки большое количество этого ценного сырья в таких условиях сжигается на факелах.

Основными путями утилизациипопутного нефтяного газа являются переработка на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ), производство электроэнергии, сжигание на собственные нужды, закачка в пласт для интенсификации нефтеотдачи за счет поддержания пластового давления, подготовка газа для газотранспортной системы, закачка в добывающие скважины – использование «газлифта», химическая переработка ПНГ с получением жидких углеводородных продуктов.

Проблемыв утилизации попутного газа заключается в высоком содержании в нем тяжелых углеводородов, вего низкомдавлении, высоком влагосодержании, наличии кислыхпримесей.

На практике используется несколько технологий газоподготовки и газопереработки, повышающих качество ПНГ за счет удаления значительной части тяжелых углеводородов: низкотемпературная сепарация, мембранная, адсорбционная технология, газофракционное разделение.

В зоне ответственности (Татарстан, Удмуртия) территориального производственного предприятия ТатРИТЭКнефтьсогласно постановления правительства РФ должно утилизироваться не менее 95 % ПНГ. Это возможно, в частности, благодаря увеличению мощностигазопоршневой электростанции (ГПЭС), топливом для которой служит попутный нефтяной газ (ПНГ), добываемый на Восточно-Анзирском месторождении в Татарстане.

Запуск газопоршневых установок на месторождение позволяет увеличить процент утилизации по предприятию до 95 %.

Особенно важно, что достижение 95 % коэффициента утилизации ПНГ не только позитивно скажется на рентабельности производства, но и заметно уменьшит негативное воздействие на окружающую среду.

УДК 628.3:665.6

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

СТАКИН М.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. БАРИЕВА Э.Р.

В связи с постоянно ужесточающимся законодательством в области охраны окружающей среды, повышением требований к качеству очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты, возникает необходимость во внедрении на предприятиях нефтяной промышленности очистного оборудования или проектирования установок для очистки сточных вод от нефтепродуктов, что позволяет уменьшить экологические платежи, а, следовательно, увеличить рентабельность предприятия.

Предприятия нефтяной промышленности имеют различные технологические схемы очистки сточной воды от нефтепродуктов. Принципиальная технологическая схема включает в себя: канализационную насосную станцию, резервуар отстойник, контактный резервуар, адсорбционную установку.

Поскольку оборудование в данной технологической схеме не справляется с удалением нефтепродуктов в полной мере, предлагается добавить в технологическую схему новое оборудование для очистки сточной воды от нефтепродуктов. Таким оборудованием послужит нефтеловушка. Данный аппарат позволит повысить эффективность очистки сточной воды и уменьшить концентрацию нефтепродуктов. Нефтеловушка является наиболее экономически и экологически выгодной, по сравнению с другими аппаратами очистки (такими как флотатор, сорбционные фильтры и др.). Это является немаловажным фактором при выборе нового оборудования.

Установив нефтеловушку в существующую технологическую схему, можно достичь более глубокой очистки сточной воды от нефтепродуктов, за счет чего сэкономить на платежах за негативное воздействие на окружающую среду. Такое решение является целесообразным для предприятий нефтяной промышленности.

УДК 628.3:665.6

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС

СИТДИКОВА Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Поверхностный сток оказывает огромное влияние на окружающую среду. В век автомобилей одним из главных загрязнений поверхностного стока является нефть и ее производные (бензин, масла и т.д.). Для очистки воды от нефтесодержащих примесей используются железобетонные нефтеловушки, которые не обеспечивают необходимую степень очистки.

Предлагаемая установка-нефтеловушка изготавливается из полиэтилена низкого давления (ПЭНД), что обеспечивает отличные прочностные качества очистных сооружений. В отличие от железобетонных нефтеловушек, установка абсолютно герметична, проста в эксплуатации, а ее секционирование делает обслуживание нефтеловушки максимально удобным. Срок службы нефтеуловителя ограничивается только сроком службы материала. У ПЭНД он составляет 40–50 лет. Для удобства конфигурации все элементы установки выполнены в отдельных блоках (рис):

– пескоуловитель;
– блок первичного тонкослойного модуля (грубая очистка);
– блок вторичного тонкослойного модуля (тонкая очистка);
– сорбционный фильтр.

Рис. Установка-нефтеловушка

Поверхностный сток поступает в пескоуловитель (I), где происходит отстаивание грубых механических примесей. Далее осветленная вода, самотеком поступает в камеру первичного тонкослойного модуля (II). Здесь продолжается отстаивание взвеси, происходит первичное отслаивание и всплытие крупных фракций нефтепродуктов. В камере вторичного тонкослойного модуля (III) происходит интенсивное всплытие нефтепродуктов более мелкой фазы. На выходе мы имеем воду с содержанием нефтепродуктов около 5–6 мг/л, что достаточно для сброса в сеть городской канали-

зации. Главным элементом нефтеловушки является безнапорный сорбционный фильтр (IV). За счет его содержание нефтепродуктов снижается до 0,05 мг/л, что позволяет сбрасывать очищенный сток в водоемы рыбохозяйственного назначения.

УДК 628

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

САЛАХУТДИНОВ Р.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

По литературным данным известно, что в РФ в ходе очистки на биологических очистных сооружениях (БОС) 15 млрд $м^3$ сточных вод образуется около 1 млрд $м^3$ осадка сточных вод (ОСВ) с влажностью 95–98 %. ОСВ содержит 10–30 % минеральных веществ и 90–70 % органических. ОСВ относят к IV классу опасности, так как после биохимической очистки в нем оседают тяжелые металлы, соединения серы и хлора.

Существует несколько промышленных технологий утилизации осадка сточных вод БОС. Прорывом в области использования альтернативных источников электроэнергии является внедрение анаэробного сбраживания осадков сточных вод для выработки электроэнергии на очистных сооружениях АО «Мосводоканал», где эксплуатируются 44 метантенка общим объемом 280 тыс. $м^3$, из них 24 метантенка – на Курьяновских очистных сооружениях и 20 – на Люберецких. Вырабатываемый биогаз на Курьяновских очистных сооружениях обеспечивает работу мини-ТЭС с основными техническими характеристиками: мощность – 10 МВт, тепловая мощность – 6,9 Гкал/ч, КПД (общий) – 84,6 %. Мини-ТЭС работает параллельно с сетью и обеспечивает 50 % потребностей станции в тепловой энергии. Это позволяет осуществлять процесс очистки сточных вод в условиях возможного отключения внешних источников энергоснабжения.

Примером другого опыта решения проблемы утилизации ОСВ в РФ может служить опыт города Санкт-Петербурга МУП «Водоканал», где осуществляется сжигание ОСВ в печи с пвсевдоожиженным слоем типа Pyrofluid. Особенностью данной печи является подача предварительно осушенного до 45 % влажности осадка в «кипящий» слой печи.

Внедренная в Германии, город Гендорфе, печь типа Pyrofluid обладает следующими техническими характеристиками: производительность –

10000 тонн в год, удельный расход топлива – 2,5 тонны ОСВ в час, теплопроизводительность – 3 МВт.

Тепло уходящих дымовых газов частично используется для нагрева поступающего в печь воздуха, а избыточное тепло предприятие может использовать на собственные нужды.

УДК 504.05.62:504.4.054:574.5

БИОТЕСТИРОВАНИЕ НА ТОКСИЧНОСТЬ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «АВТОВАЗ», СБРАСЫВАЕМЫХ В КУЙБЫШЕВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

СЕРДЮК В.Б., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.;
канд. биол. наук, доц. ЗАБОЛОТСКИХ В.В.

В результате производственной деятельности ОАО «АВТОВАЗ» происходит выпуск сточных вод предприятия в Куйбышевское водохранилище. Авторами проведены гидробиологические исследования по оценке влияния сточных вод ОАО «АВТОВАЗ» на гидробиологические показатели Куйбышевского водохранилища как водоёма рыбохозяйственного значения. Методами биотестирования определена степень токсичности поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в зоне влияния выпуска сточных вод, сбрасываемых ОАО «АВТОВАЗ».

Биотестирование токсичности пробы поверхностных вод Куйбышевского водохранилища осуществлялось в лабораторных условиях с использованием в качестве тест-объектов рачков Daphnia magna Straus и зеленой протококковой водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris Beijer). Использовались следующие методики выполнения измерений: ПНД Ф 14.1:2:4:12-06 16:1:2:3.3.9-06 и ПНД Ф 14.1:2:3:4:10-04 16:1:2:3:3.7-04.

Согласно результатам биотестирования пробы поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в месте сброса сточных вод ОАО «АВТОВАЗ» в водохранилище, установлено, что на тест-объект «рачки Daphnia magna Straus» исследованная проба не оказывает токсического действия. На тест-объект «Водоросли хлорелла» исследованная проба оказывает токсическое действие. Токсическая кратность разбавления – 3 раза, что соответствует слаботоксичной среде. Следовательно, поверхностные воды Куйбышевского водохранилища в контрольном створе 0,5 км ниже выпуска сточных вод ОАО «АВТОВАЗ» в водохранилище являются слаботоксичными.

УДК 628.336.43

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И ИЗБЫТОЧНОГО ИЛА

ТУКАЕВА К.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

В существующих схемах биологической очистки сточных вод образуются два вида осадков – сырой осадок первичных отстойников и избыточный активный ил. Первый имеет влажность 93–95 %. Смесь этих осадков направляется на обезвоживание.

Для сгущения и обезвоживания осадков сточных вод и избыточного активного ила наиболее эффективны непрерывнодействующие, осадительные горизонтальные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Преимущества этих центрифуг – высокая производительность при низком удельном расходе энергии и массе и экономичность, хорошее обезвоживание осадков, низкая метало- и энергоемкость.

Всесторонние исследования центрифугирования осадков сточных вод и избыточного ила, показали возможность практического использования этого способа. Исследован способ обработки избыточного активного ила, включающий центрифугирование суспензии активного ила, отбираемой из вторичных отстойников. Для повышения эффективности центрифугирования применяют различные химические реагенты, в частности синтетические флокулянты. Обработка флокулянтами катионного типа позволяет повысить эффективность задержания сухого вещества до 95–99 %.

Использование центрифуг со шнековой выгрузкой с применением флокулянтов является перспективным способом механического обезвоживания осадков сточных вод из первичных отстойников. После уплотнения (сгущения) дальнейшее обезвоживание суспензии активного ила достигается выпариванием и сушкой.

УДК 631.95

ВАКУУМНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ПЕЛЛЕТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА

ФАХРЕЕВ Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

Проблема защиты окружающей среды от негативного воздействия животноводческих комплексов в настоящее время является наиболее акту-

альной. Согласно Экологической стратегии России, проблема утилизации отходов животноводства и птицеводства, ввиду наращивания производства, должна выйти на качественно новый уровень за счет внедрения новейших инженерных решений.

Проведен анализ современных технологий утилизации и переработки отходов животноводства и птицеводства, позволяющих обеспечить обработку исходного продукта в режиме щадящих температур с сохранением полезных свойств исходного материала.

Технология оборудования VacuumEcoDry компании «Развитие Эко» позволяет без серьезных конструкционных изменений использовать различные виды сырья при любой их влажности, для получения сухого органического экологически чистого продукта. Технология представляет собой процесс разделения отхода в диапазоне температур от 40 до 90 °С и давлении 0,05–0,3 атм. исходного материала влажностью до 99 % на несколько составляющих, основным из которых является сухое органическое удобрение, которое после грануляции возможно использовать в качестве белковой кормовой добавки и в виде топлива.

Автором проанализирована возможность использования низкотемпературного обезвоживания в вакууме для производства топливных пеллетов из отходов птицефабрики с поголовьем птицы превышающим 4 миллиона. В соответствии с расчетами расходы энергоносителей на 1 тонну отхода составит 3 кВт тепловой и 0,35 кВт электрической энергии. Отход доведенный до влажности 1 %, сопоставим с бурым углем с теплотворной способностью $Q_н^р$ = 19 000 кДж/кг.

Для более глубокой утилизации отходов птицеводства возможно применение пиролиза топливных пеллетов с получением топливного газа для генерации электрической энергии в газопоршневых установках.

УДК 631.95

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВЧ-ТЕХНОЛОГИЙ И ВАКУУМНОГО СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА НА СТАДИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ

ФАХРЕЕВ Н.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

Утилизация отходов птицеводства и дальнейшее ихиспользование в энергетических целях является актуальной задачей энерго- и ресурсосбе-

режения в регионе. Известны способы утилизации отходов птицеводства путем переработки в полезные для сельского хозяйства удобрения.

Проведенный анализ уровня технических решений свидетельствует о том что, обезвоживание в СВЧ-поле для получения органического удобрения из бесподстилочного помета влажностью до 75 % имеет ряд этапов, включаямеханическое обезвоживаниеисходного отходав гидравлических прессах со снижениемвлажности до 50 %, гранулирование и обдув горячим теплоносителем, дальнейшая сушка в СВЧ-камере с непрерывным перемешиванием, вторичный обдув его потоком горячего теплоносителя с получением сухого органического удобрения.

Другими авторами экспериментально подтверждено, что процесс обезвоживаниявозможно ускорить путем смешивания исходного помета с сухими опилками или торфом влажностью 10 %. При этом влажность снижается с 75 до 65 %, что исключает механический отжим перед непосредственной подачей в СВЧ камеру. Данный процессускорит процесс обезвоживания, что приведет к снижению энергозатрат. По результатам расчетов следует, что для высушивания 1 т смеси помета с торфом влажностью 67 % до влажности 22 % потребуется 351 кВт электроэнергии.

Для сравнения, использование вакуумного способа обезвоживания отхода птицеводства, ввиду особенностей разделения на технологическую воду, наличия выхлопов, сложности технологического процесса, связанного с поддержанием постоянного вакуума 0,05–0,3 атм. является при этом, наиболее энергоемким. Известны расчеты, при которых, по данному способу утилизации исходного отхода влажностью до 75 % на 1 тонну необходимо расходовать порядка 2 МВт тепловой и электрической энергии.

УДК 504.75

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРОИЗВОДСТВЕ

ХАННАНОВА Н.М., САЛЕМГАРЕЕВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

Создание благоприятной окружающей среды одна из важнейших задач современной экологии. Не менее актуальным является вопросочистки сточных вод на производственных предприятиях. Решение этой задачи возможно при использовании очистных сооружений.

Сточные воды по виду образования разделяют на: хозяйственно-бытовые, производственные сточные воды, а также ливневые (поверхностные) воды. Они могут содержать минеральные, органические, бактериальные, биологические примеси. Выбор оптимальной схемы очистки

промышленной воды – достаточно сложная задача, что обусловлено многообразием находящихся в воде загрязняющих веществ и высоким требованиями, предъявленными к очищенной воде. При выборе метода очистки загрязняющих веществ учитывают не только их состав в промышленных сточных водах, но и требования к очищенной воде. Методы очистки могут быть рекуперационные и деструктивные. Под действием деструктивного метода сложные составные компоненты сточных вод разлагаются на простые. Из воды они выводятся в виде газа или просто выпадают в осадок, который, в свою очередь, не приносит ни пассивного, ни активного вреда окружающей среде. Что касается рекуперационного метода, то из стоков извлекаются ценные вещества, для их дальнейшей обработки и переработки.

Наиболее прогрессивные современные методы обезвреживания и переработки стоков должны быть высокоинтенсивными, экономически эфективными, экологичными – образовывать как можно меньше вторичных загрязнений уже на самой стадии обработки промышленных сточных вод. Выбрав оптимальный вариант схемы очистки, можно очистить сточные воды от органических загрязнений на 85–98 %, от механических – на 95–98 %.

УДК 621.3:664.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СУШКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ОТХОДА САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ШИПКОВ В.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

В процессе производства сахара свекловичный жом является основным побочным продуктом. Жом содержит (в сухом веществе) около 45–47 % целлюлозы, до 50 % пектиновых веществ, 2 % белка, 0,6–0,7 % сахара и около 1 % минеральных веществ, присутствуют витамины и органические кислоты. Как правило, порядка 20–35 % свекловичного жома реализуется в качестве корма для скота, 15–30 % жома идет на высушивание и гранулирование, остальной объем отхода представляет собой жомокислую воду, с потерей до 35 % кормовой ценности.

В соответствии с технологией производства влажность обессахаренной стружки – жома составляет 92–94 % с содержанием сухого вещества всего 5–6 %. Для того чтобы обеспечить транспортную пригодность свекольного жома для дальнейшего использования его необходимо осушить и гранулировать.

Существует несколько промышленных технологий утилизации свекловичного жома, включая сушку, грануляцию и получение пектиновых веществ. Сушка осуществляется в жомосушильном цеху предприятия до содержания сухих веществ 88–90 %. Жомосушильный агрегат обеспечивает сушку 15–30 % от всего объема образующегося жома. В грануляционном комплексе происходит процесс превращения рассыпчатого сушеного жома в гранулы определенной формы посредством глубокого прессования с добавлением или без добавления обогащающих добавок.

Сушку жома можно осуществить и за счет использования СВЧ-технологий. Для того, чтобы снизить начальную влажность жома с 95 до 82 % его следует подвергнуть легкому прессованию, что производится и при традиционной сушке. Далее необходимо осуществить сушку жома в СВЧ-печи до влажности 10 %. По полученным расчетным данным при сушке до 10 % из 1 тонны жома необходимо выпарить 0, 8 тонны влаги, которая удаляется и может быть использована вторично.

Режим работы СВЧ-печи с температурой не более 100 °С позволит сохранить биологическую активность материалов, обеспечивая при этом обеззараживание от микроорганизмов. Полученный после обработки в СВЧ-поле осушенный свекольный жом гранулируется и может быть использован в качестве кормовой добавки и для других целей.

УДК 620.9:664.1

БИОЭНЕРГИЯ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ШИПКОВ В.П., ШТЫКОВА А.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

Сахарной промышленности отведена важная роль в пищевой отрасли Российской Федерации. Это связано с тем, что в соответствии с Постановлением правительства РФ № 530 от 15.06.2010, сахар-песок внесен в перечень социально значимых продовольственных товаров первой необходимости. По данным Федеральной службы государственной статистики РФ в 2014 г. предприятиями сахарной промышленности произведено 5,2 млн тонн сахар-песка, что составляет 106,5 % от произведенного объема в 2013 г. Сырьем в производстве сахарного песка является сахарная свекла. Из одной тонны сахарной свеклы образуется 0,16 тонн сахара, 0,8 тонн свекольного жома и 0,04–0,05 тонн мелассы.

Одним из вариантов решения проблемы утилизации свекольного жома является его анаэробное сбраживание, в результате которого образу-

ется два вида отхода – биогаз и сброженный осадок. Расчетами показано, что с одной тонны свекольного жома можно выработать до 37,3 $м^3$ биогаза.

Для дальнейшего использования биогаз необходимо очистить от серы и прочих примесей, сепарировать от органических остатков и накопить в газгольдере для равномерной подачи в котельную установку. Из газгольдера биогаз отправляется на сжигание в котельные установки с выработкой тепловой энергии. Известно, что биогаз по своим свойствам близок к природному газу. При этом биогаз, даже не смотря на меньшую теплоту сгорания 22 МДж/$м^3$ против 40 МДж/$м^3$ у природного газа, может почти полностью покрыть потребности предприятия в тепловой энергии.

Одновременно анаэробная переработка свекловичного жома позволит получить уже готовые к использованию минеральные удобрения с высоким содержанием азотной и фосфорной составляющей, что принесет дополнительную прибыль предприятию.

Дооснащение технологической схемы производства сахара биоэнергетическим комплексом позволит решить проблему утилизации невостребованных отходов в виде свекловичного жома.

СЕКЦИЯ 10. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.38

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ БЕГУЩЕЙ СТРОКИ В СРЕДЕ LABVIEW

ВЛАСОВ Р.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. МАЛАЦИОН А.С.

В настоящее время ни для кого не секрет, что светодиодные панели являются символом практически всех современных мегаполисов и городов. Панели используются для рекламы, информационных стендов, дорожных знаков. Они хорошо привлекают внимание и видны в темное время суток. Принцип их управления основан на поочередном переключении отдельных сегментов – матриц, состоящих из группы светодиодов. Благодаря этому осуществляется динамическая индикация.

Среда графического программирования LabVIEW позволяет моделировать различные объекты, менять режимы их функционирования. Целью данной работы является моделирование работы светодиодной панели типа «бегущая строка».

В работе использовались массивы и функции, связанные с ними. Один сегмент – массив, размерами 5x5 элементов, заполненный булевскими функциями. Логические элементы истина (True) и ложь (False) в LabVIEW отображаются как светодиоды. Включая отдельные элементы, можно создать любой символ (рис. 1).

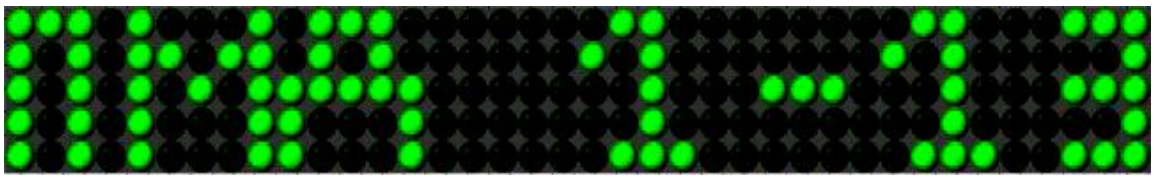


Рис. Пример светодиодной панели в LabVIEW

Нами создана библиотека букв русского и английского алфавита, а также цифр. Библиотека реализована в виде трехмерного массива булевских констант. Программа конвертирует строковый формат данных, в котором написана фраза пользователя в светодиодные символы, которые выводятся на лицевой панели и прокручиваются «справа налево». Планируется создание законченного приложения для использования экрана компьютера в качестве светодиодной бегущей строки с оригинальным шрифтом.

УДК 62.505

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПАРОПРОВОДЕ

ГАЛИМОВА А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. МАЛЕВ Н.А.

Измерение, контроль, стабилизация и регулирование температуры является наиболее часто встречаемой актуальной научно– технической задачей. Данной проблеме уделяется большое внимание, как со стороны исследователей, так и со стороны разработчиков и производителей систем управления температурными процессами. В настоящее время термоэлектрическое приборостроение активно развивается. Выбранный объект исследования представляет собой систему автоматического контроля и регулировки температуры пара в паропроводе посредством изменения угла положения заслонки.

В данной работе был проведен синтез системы автоматического контроля температуры, проведен анализ переходных процессов при параметрических возмущениях. При анализе результатов моделирования сделали вывод, что переходные процессы при параметрических возмущениях зна-

чительно меняются и зависят от таких показателей как температура теплоносителя, температура внутренней поверхности стенки, скорость движения теплоносителя, коэффициент теплоотдачи, внутренний периметр трубопровода, теплоемкость теплоносителя, удельный вес теплоносителя, внутреннее сечение трубопровода, соответственно теплоемкость, удельный вес и сечение стенки трубопровода.

Таким образом, для оценки параметров системы, которые не поддаются измерению, переходим к идентификации параметров системы с применением беспоискового градиентного метода. Градиентные методы хорошо зарекомендовали себя в инженерной практике, являются основой для идентификации достаточно сложных объектов, для оптимизации нелинейных критериев качества идентификации.

УДК 621.38

СОЗДАНИЕ ГОЛОГРАММЫ С ПОМОЩЬЮ ПЛЕНКИ ОБРАТНОЙ ПРОЕКЦИИ И ПРОЕКТОРА

ГИМАЗЕТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. асс. МАЛАЦИОН А.С.

Работа посвящена исследованию технологий отображения информации используемой в мультимедиа, и методам создания голограмм. Технология создания голограммы заключается в передаче, с помощью проектора, картинки на стенд, где главным компонентом будет пленка обратной проекции (рис.).

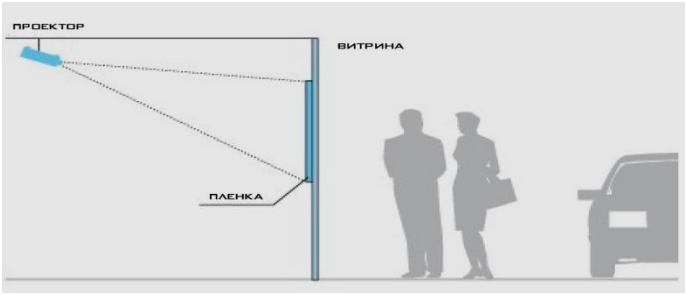


Рис. Технология формирования голограммы

Пленки обратной проекции имеют многослойную микроструктуру, благодаря которой при засветке проектором формируют изображение с заданными характеристиками. Из пленок создаются экраны обратной проекции любой формы и размера. Пленка подбирается в зависимости от тре-

буемых условий эксплуатации: освещенности, яркости изображения, расположения экрана внутри помещения или снаружи.

Пленки обратной проекции можно разделить на несколько групп:

1. Серые и темно-серые. Обеспечивают идеальный баланс яркости и контрастности даже при высоком внешнем освещении.

2. Прозрачные. Используются для создания голографических экранов, 3D-изображений с прозрачным фоном. Предъявляют повышенные требования к освещенности, фону и яркости проектора.

3. Светло-серые и белые. Используются для двусторонней проекции. Обеспечивают высокую яркость изображения.

Проектор – немаловажная часть системы создания голограммы. Выбор проектора зависит от освещенности помещения. В работе планируется определять освещенность с помощью люксметра.

УДК 62.523.3

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТОПЛЕНИЕМ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

ЛЬВОВА Т.Н., ИЛЬДРХАНОВ Р.К., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. физ.- мат. наук, доц. ЛЬВОВА Т.Н.

В связи с суровыми климатическими условиями на отопление зданий в России затрачиваются огромные топливно-энергетические ресурсы. Поэтому к современным системам отопления предъявляются повышенные требования. Они должны работать на качественно-высоком уровне, то есть количество теплоты, подаваемое в каждое помещение здания для поддержания комфортного температурного режима должно определяться текущей потребностью и в полном соответствии с пожеланиями потребителя. Такие требования могут обеспечить только автоматизированные системы отопления, оснащенные приборами учета теплопотребления.

Комплексная автоматизация системы отопления включает местное регулирование параметров теплоносителя в тепловом пункте, индивидуальное управление подачей теплоты от отопительных приборов системы, а также автоматическое поддержание гидравлических режимов в трубопроводной сети системы. Индивидуальное регулирование располагает наибольшими технологическими возможностями.

В докладе приведены первые результаты работы по созданию автоматизированной системы, разработанной для управления отоплением индивидуального жилого дома. На основании выполненных расчетов разра-

ботана электрогидравлическая схема для одноэтажного индивидуального жилого дома с двухконтурным отоплением. В предложенной системе отопления было использовано оборудование фирмы Danfoss, сотовая система контроля отопительного оборудования «Кситал».

Результаты работы могут быть использованы при создании систем отопления в индивидуальном жилищном строительстве.

УДК 62-83

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА НА ПРИНЦИПЕ ИНДУКЦИИ ФАРАДЕЯ

МАТВЕЕВ Д.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. нак, проф. КАШАЕВ Р.С.

Разрабатываемый проточный источник электропитания (ПИЭ) предназначен для выработки электроэнергии на эффекте электромагнитной индукции, возникающей от потока воды в трубе. Он может быть применен в качестве автономного источника электропитания для проточного расходомера контроля объема жидкости, закачиваемой в пласт на нагнетательной скважине.

Одной из наиболее важных задач, возникающих при закачке воды в пласты, является измерение объема (расхода) закачиваемой воды, определение которого осуществляется расходомерами на большом числе нагнетательных скважин, находящихся на большом удалении от источников электропитания. Электропитание требуется и для передачи информации на большие расстояния для диспетчеризации параметров расхода отдельных скважин. В связи с этим возникает необходимость в разработке и установке на нагнетательных скважинах автономных проточных источников электропитания, работающих от энергии потока нагнетаемой воды.

Проточный индукционный генератор, фактически, является основой для разработки жидкостного, парового, газового и плазменного расходомера. Требуется лишь конструктивно и физически усилить эффект электромагнитной индукции для генерации значительной э.д.с Поэтому полезно рассмотрение различных вариантов перспективных, с точки зрения генерации тока, патентов.

В докладе рассматриваются основные способы реализации генераторов-расходомеров (с помощью трибоэлектрического эффекта, линейно перемещающего или вращающего магнитного поля). Возможно также совмещение нескольких из них в одной схеме.

В результате работ планируется разработка проточного источника электропитания, основанного на индукционном эффекте Фарадея напряжением до 24 В и током до 4 А.

УДК 681.2

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРА ОТНОСИТЕЛЬНО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

МОЧАЛОВ Н.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

В настоящее время для нанесения какого-либо изображения с помощью краски на стены и фасады зданий на большой высоте применяют строительные подмостки или леса, подъемные механизмы, которые продолжительное время монтируются и демонтируются, также пользуются дорогостоящими услугами промышленных альпинистов и автовышек. Разрабатываемый автоматизированный комплекс для создания цветных изображений на стенах и фасадах зданий и сооружений на базе квадрокоптера позволит выполнять подобные работы в разы быстрее и дешевле. Также в процессе нанесения изображения не будут задействованы люди, которые при традиционных способах нанесения изображения подвергают свою жизнь и здоровье опасности, находясь на высоте.

Одной из главных проблем при разработке такого автоматизированного комплекса является позиционирование квадрокоптера на определенном расстоянии (10–30 см) от вертикальной стены для корректного нанесения спрей-краски. Одним из способов решения данной проблемы является применение лазерного дальномера на базе инфракрасного датчика расстояния GP2Y0A21YK фирмы Sharp, работа которого основана на методе триангуляции. Этот метод имеет высокое быстродействие и высокую точность измерения.

Инфракрасный датчик расстояния GP2Y0A21YK недорогой (в пределах одной тысячи рублей), легкий, имеет малые размеры, но его основным недостатком является малый радиус действия (до 80 см). Этот радиус действия можно значительно повысить, используя вместо, встроенного в датчик, инфракрасного светодиода инфракрасный лазерный диод с оптической насадкой, а также увеличением расстояния от лазера до фотоприемника.

Таким образом, для того чтобы создать лазерный дальномер на базе датчика GP2Y0A21YK, нам потребуется сама микросхема этого датчика с его фотоприёмником и инфракрасный лазер достаточной мощности.

Также с помощью такого лазерного дальномера можно регулировать высоту, на которой находится квадрокоптер относительно земли, подавая выходной сигнал с дальномера на систему управления квадрокоптером.

УДК 62.506

РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ CO_2

НАКИПОВ А.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. Н.А. МАЛЁВ

В работе рассматривается компенсационная измерительная система определения процентного содержания CO_2. Используется термокондуктометрический принцип определения концентрации CO_2, основанный на измерении теплопроводности анализируемой газовой смеси. Основным преимуществом компенсационной измерительной схемы является то, что показания газоанализатора в меньшей степени зависят от колебаний напряжения питания и от изменения температуры воздуха, окружающего приемный преобразователь, так как эти влияющие величины одинаково действуют на рабочий и сравнительный мосты. Изменения показаний газоанализатора при изменении температуры воздуха, окружающего преобразователь, будут тем меньше, чем с большей точностью соблюдено равенство сопротивлений чувствительных элементов мостов.

В целях максимального уменьшения возмущающих воздействий внешней среды предлагается синтезировать систему, обеспечивающую инвариантность одного или нескольких корней характеристического уравнения. Такое свойство называется модальной инвариантностью, а соответствующие системы – модально-инвариантными. Модально-инвариантные системы, обобщая структуры ряда известных систем, имеют высокие динамические свойства и допускают довольно простую процедуру формализации их построения, что позволяет их рекомендовать в качестве основных контуров адаптивных систем управления.

УДК 62-83

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

САЛАХИЕВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУЗНЕЦОВ Б.В.

Выбранная тема является в настоящее время особо актуальной и обусловлена она необходимостью совершенствования информационного канала автоматизированного асинхронного электропривода.

Объектом исследования является информационно-измерительная система (ИИС) асинхронного электропривода. Целью настоящей работы является разработка предложений по модернизации ИИС асинхронного электропривода. Для достижения поставленной цели и решаемых в связи с ней задач проведен анализ ИИС применяемых в системах автоматики. При обосновании предложений по модернизации ИИС асинхронного электропривода, был проведен подробный анализ в области наиболее важных аспектов данной тематики. Были рассмотрены новейшие предложения по совершенствованию ИИС автоматизированного электропривода. И в основном были выделены два направления по модернизации ИИС: 1) расширение функциональных возможностей ИИС (увеличение номенклатуры контролируемых параметров); 2) применение в ИИС более современной (эффективной) элементной базы. ИИС, являясь основой информационного канала автоматизированного электропривода, может выполнять важнейшие функции по измерению, контролю параметров и управлению движением рабочих органов производственных механизмов технологических комплексов.

УДК 681.2

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО АНАЛИЗУ ОДНОТАКТНЫХ ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ

САТТАРОВ И.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

Тенденции развития современных комплектов информационно-измерительной техники, систем контроля качества и диагностики направлены как в сторону увлечения точности, так и в сторону автоматизации процессов измерения, контроля и управления.

Целью работы является разработка генератора импульсов с блоком управления для лабораторной установки по анализу однотактных дискретных устройств.

Выполняется анализ задач решаемых лабораторной установкой, определены основные функциональные и логические операторы, построены частные алгоритмы и выполнено их объединение. На основе полученного объединенного алгоритма функционирования построена структурная электрическая схема лабораторной установки. Во втором разделе методом поблочного раскрытия элементов структурной схемы разработана функциональная схема лабораторной установки. Синтезированы логические устройства – генератор импульсов и универсальный элемент памяти.

Разработанная схема установки позволяет организовать параллельную работу студентов. Конструкция лабораторной установки разработана с учетом возможности кафедральной лаборатории по их изготовлению и ремонту. В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработаны требования к универсальной лабораторной установке по моделированию и исследованию дискретных устройств управления в информационных каналах контроля, диагностики и электроприводов. Все задачи, поставленные в задании, решены.

УДК 681

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

ТУКАЕВА Е.П., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. нак, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Позвоночник является основой человеческого скелета и несет на себе тяжесть головы, туловища и конечностей. К позвоночнику прикрепляются связки и мускулы, предназначенные для удержания человека в вертикальном положении, а всех органов – на соответствующих местах. Именно здоровье позвоночника определяет жизненный потенциал человека. Статистика показывает, что деформация позвоночника – одно из наиболее часто встречающихся заболеваний опорно-двигательного аппарата, которое имеет тенденцию к прогрессированию и достигает высшей степени к окончанию роста детского организма. Искривления позвоночника значительно влияют на функции внутренних органов. В этой связи важной и актуальной является задача разработки устройства и метода контроля положения позвоночника.

В качестве такого устройства предлагается использовать систему эластичных ремней, деформирующихся при соответствующих изменениях

положения позвоночника. Устройство содержит тензометрические датчики, акселерометры, микропроцессорный блок управления, а также генератор звуковых сигналов с динамиком.

Система ориентирована на нахождение позвоночного столба в нейтральной зоне – положение в пределах размаха движений позвоночного сегмента, при котором нагрузка на пассивные, костно-связочные структуры минимальна. В нейтральной зоне нагрузка на межпозвонковые диски и связки распределяется равномерно, что повышает их устойчивость к механическим нагрузкам.

При отклонении позвоночника человека от ортоградного положения устройство подает звуковой сигнал, заставляя человека принять правильную осанку, рационально расположить соответствующие звенья тела, обеспечивая тем самым осуществление контроля функционального состояния организма в процессе выполнения человеком физических упражнений.

УДК 621.10 536.5

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР

ХУСНИЯРОВ И.Ф., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КАШАЕВ Р.С.

Проблема получения электроэнергии от тепла потоков жидкостей и газов тепловых электростанций, окружающей среды, бросового тепла промышленных производств и создания возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) для электропитания автономных датчиков, приборов, средств автоматики и бытовых объектов в круглосуточном режиме является актуальной. Истощение природных энергоресурсов и Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» стимулировало во всем мире развитие нетрадиционной энергетики.

Для питания автоматических датчиков в настоящее время широкое распространение получили электрогенераторы на фотоэлектрических элементах – солнечных панелях. Солнце излучает энергию как черное тело с температурой 6000 К в диапазоне λ = 200–3000 нм. При этом используемый фотоэлементами диапазон ультрафиолетовых длин волн λ = = 200–800 нм охватывает 58 % всей энергетической эффективности солнечного излучения. Но 42 % энергии Солнца лежит в диапазоне длин волн λ = 800–3000 нм и недоступна для фотоэлементов. Эта область инфракрасного излучения, которая может быть использована термоэлектрическими

элементами для эффективной генерации электрического тока. Недостаток фотоэлементов также отсутствие электрогенерации в ночное время суток.

Как одно из решений проблемы более эффективного использования солнечной радиации предлагаются устройства на термоэлементах, основанные на эффекте Зеебека – преобразовании перепада температур коллекторов тепла Солнца, нефти в трубопроводах, перепада температур воды артезианских скважин и окружающей среды, газов ТЭС и др.

Термоэлектрический метод получения электроэнергии является экологически чистым, недорогим и надежным. К настоящему времени созданы материалы, термоэлектрогенераторы (ТЭГ) из которых имеют КПД = 18 %. Но ТЭГ на основе метода еще не получили распространение.

УДК 62-83

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЧАПЧАКОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУЗНЕЦОВ Б.В.

Актуальность тематики обусловлена необходимостью модернизации информационно-измерительной системы информационного канала автоматизированного электропривода постоянного тока. Теоретическая и практическая значимость ВКР определяется возможностью использования в системах автоматизированного электропривода эффективных методов управления и современной элементной базы.

Объектом исследования в данной работе является измерительная информационная система электропривода постоянного тока.

В работе приводится анализ информационно-измерительных систем, применяемых в автоматических устройствах. В частности, дается определение понятия, назначения и выполняемых информационно-измерительной системой функций, рассматриваются функциональные устройства информационно-измерительной системы, принципы управления электроприводом постоянного тока и показаны виды измерений, которые выполняет измерительная информационная система, описаны измерительные преобразователи (датчики), с помощью которых ИИС выполняет свои измерения электропривода, а в частности: датчики тока, датчики напряжения, датчики положения и датчики угловой скорости.

Модернизация измерительной информационной системы осуществляется совершенствованием системы с применением в ИИС более совре-

менной элементной базы и использованием новейших измерительных датчиков вместо старых аналогов.

УДК 681.2

КАНАЛ КОНТРОЛЯ БИЕНИЯ ВАЛА НА ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКАХ

ЮСУПОВА К.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

Используемые в настоящее время средства контроля биения вала предполагают использования механических измерителей, которые не в полной мере удовлетворяют современным требованиям, так как не приспособлены для работы в автоматических системах контроля. Поэтому возникает вопрос о необходимости разработки автоматизированного канала контроля биения вала.

Целью работы является разработка алгоритма и устройства контроля биения вала. Устройство должно формировать электрический сигнал пропорциональный величине биения. Учитывая, что допустимое биение шеек валов составляет 0,02 мм для диаметров 100–200 мм и 0,03 мм для диаметров более 200 мм, использование потенциометрических датчиков признано нецелесообразным вследствие их малой точности.

Тензорезисторы наилучшим образом удовлетворяет критерию стоимость – эффективность, обладая оптимальным сочетанием характеристик, традиционно применяемых для оценки тензометрической системы.

В качестве чувствительного элемента предлагается использовать два тензометрических датчика. Тензодатчики должны устанавливаться с предварительным смещением их таким образом, чтобы упругие элементы были сжаты до появления усилия на датчиках, равного примерно половине номинального значения. Такая установка датчиков позволит увеличить чувствительность измерителя.

Дополнительная цифровая обработка сигналов может уменьшить ошибки измерений за счет выделения статических ошибок.

Предлагаемая схема прибора открывает возможность выполнения измерений и в процессе работы двигателя. В этом случае будет измеряться динамическая составляющая биений, возникающая вследствие дебаланса вращающихся элементов. Это позволит использовать прибор в автоматических системах контроля и диагностики и осуществлять мониторинг параметров движения вала.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

СЕКЦИЯ 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ

Акмалова Г.И. Разработка мероприятий по реконструкции подстанций. 3

Ахметшин Р.М. Регулирование уровней напряжения на шинах подстанций с целью снижения потерь в районных электрических сетях смешанного типа 4

Абдуллина Г.М., Марданова Ч.Ф. Определение эффективного перехода для воздействия на масло с целью предотвращения окисления. 5

Афанасьева М.С., Хамидуллина А.Ш. Влияние физико-химических свойств минерального изоляционного масла на деградацию бумаги. 6

Аксенов П.А., Хамидуллина А.Ш., Данилин К.В. Исследование особенностей деградации бумаги в масле на основе натуральных сложных эфиров. 7

Багаутдинов В.Ф. Использование преобразования Фурье для анализа переходных процессов. 8

Бадертдинов Р.Р. Выбор оптимального способа минимизации потерь электроэнергии в районных электрических сетях. 9

Бахтеев К.Р. Проблемы интеграции собственной генерации в электрическую систему. 10

Булатова А.А. Применение накопителей электроэнергии для компенсации посадок напряжения в электрических сетях. 11

Габдуллина А.И. Исследование возможности применения энергокомплексов для производства электрической энергии на основе возобновляемых источников энергии в Республике Татарстан. 12

Газизов А.Р. Обоснование актуальности и строительства бесплотинной гидроэлектростанции. 13

Галиев Р.Ф. Использование быстрого преобразования Фурье для анализа временных осциллограмм. 14

Галимов М.И. Обработка данных по среднемноголетней выработке электроэнергии ВЭУ. 14

Галин Д.И. Оценка состояния электрической сети по данным телеметрических измерений. 15

Гатиятуллина З.Р. Разработка и применение сметной программы в области электроэнергетики. 16

Гимазтдинова Г.Р., Дмитриева П.Ю., Современные средства повышения пропускной способности линий электропередач. . . . 17

Данилин А.А. Анализ зависимости располагаемой мощности газотурбинных установок от температуры наружного воздуха. 18

Десятникова Ю.С. Преимущества комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией. 19

Драгни В.М. Тепловизионный контроль и диагностика электрооборудования. 20

Егуданова Е.А. Вопросы компенсации реактивной мощности в электрических станциях и сетях. 21

Еремин А.В. Применение тепловизионной съемки для выявления дефектов строительных ограждающих конструкций и энергетического оборудования. 22

Закиров А.Д. Исследование возможных решений при проектировании комбинированной установки для производства электрической энергии на основе ВЭУ, СФГЭ и установок по преобразованию волн. 23

Кривов Т.О. Расширение газомазутной ТЭЦ на примере Казанской ТЭЦ-1 на ПГУ-230. 24

Карлин М.В. Исследование возможности сокращения потребления электрической энергии на собственные нужды Казанской ТЭЦ-3 за счет применения солнечных фотогальванических элементов. 25

Киржацких Е.Р. Источники питания для автономных устройств измерения в высоковольтной цепи. 26

Когала В.К. Исследование параметров режима автономной энергосистемы на основе солнечной панели. 27

Кунафина Г.М. Мероприятия по реконструкции электрической части подстанции ПО «Белебеевские электрические сети» Башкирэнерго. 27

Маданова А.И. Возможности применения гидроэнергетики в России. Опыт зарубежных стран. 28

Ндайизейе М. Разработка модели обмоток низкого напряжения автотрансформатора и моделирование их амплитудно-частотных характеристик в программной среде MULTISIM. 29

Мингалев Р.А. Анализ мероприятий по обслуживанию электрической части подстанций. 30

Мухаметова Л.Р. Основные аспекты разработки дорожных карт в энергетике. 31

Нафиков И.Р. Современные первичные измерители тока и напряжения. Протокол МЭК 61850-8-1 (SV). 32

Новоселова К.О. Применение компактных люминесцентных ламп в качестве фильтров гармоник корректора коэффициента мощности. 33

Нигматуллин А.М. Исследование особенностей электропотребления в регионах с высоким уровнем промышленного производства (на примере Республики Татарстан). 34

Пантелеева К.С. Анализ перспектив развития материалов для изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов. 34

Рахмаев Р.Н. Экономическая выгода внедрения устройств частотного регулирования на электрических станциях. 35

Ризванова Г.И. Применение кристаллогидратов для определения влагосодержания трансформаторных масел. 36

Самигуллин Н.Р., Моисеева Р.Р. Повышение эксплуатационных ресурсов силовых трансформаторов. 37

Салемгареев Р.Р., Ханнанова Н.М. Методика экспериментальных исследований по определению зарядов статического электричества во взрывающихся веществах. 38

Самофалов Ю.О. Мониторинг режима районной электрической сети 6–10 кВ с целью выявления обрывов фаз воздушных линий. 39

Саптиева Т.Ю. Диагностика силового трансформатора оптическим способом. 40

Тимофеева Д.М. Проектирование районной электрической сети и расчет узловых опор. 41

Фазылов И.Р. Определение отпаек линий электропередачи и короткого замыкания на них. 42

Фасхутдинов М.Р. Подавление гармоник тока и напряжения в распределительных сетях. 42

Фунт А.Н., Васев А.Н. Пассивная оптическая сеть сбора и передачи информации на объектах электроэнергетики. 43

Хамидуллина А.Ш., Хамидуллина А.Ш. Диэлектрические масла на основе натуральных сложных эфиров. 44

Хузияхметова Э.А. Математическая модель и численное исследование модели сети среднего напряжения 10 кВ и системы автоматизации на основе стандарта МЭК 61850. 45

Юнусова И.И. Платформа мониторинга токов и напряжения в сетях высокого и среднего напряжений. 46

Убойцев А.В. Диагностика состояния трансформаторного масла. 47

СЕКЦИЯ 2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Абдулов А.Р. Анализ существующих виброакустических методов диагностики машин и механизмов применительно к вопросам диагностики электрических машин. 48

Абросимов Д.А. Реакторная установка на основе интегральных реакторов. 49

Альмиева Д.С. Определение коэффициента дополнительных потерь в высоковольтных асинхронных двигателях от несимметрии напряжения по обратной последовательности. 50

Аслямов Т.К. Исследование зависимости характеристики вибрации на техническое состояние опорно-стержневых изоляторов. 51

Аухадиев Р.Б. Особенности диагностики релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения. 52

Ахметзянов Р.Р. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике. 52

Ахметов М.М. Использование трансформаторов с магнитопроводом из аморфной стали. 54

Ахметшин Л.И. Повышение качества электроэнергии в системе электроснабжения промышленных предприятий. 55

Ахтямов И.М. Системный анализ программно-аппаратного комплекса дистанционного управления подстанциями. 56

Багавиев С.А. Оптимизация линий электропередач путем замены традиционных проводящих материалов новыми сверхпроводниками. 57

Билялов И.Р. Проектирование комплексов диспетчеризации и автоматизации систем электроснабжения. 57

Блинова Е.С. Высокотемпературные сверхпроводящие кабели. 58

Вихерев И.Д. Оптимальный выбор КРУ среднего напряжения. 59

Галеев Ф.Ф. Низковольтные коммутационные аппараты. . . . 60

Гарипов С.И. Основные методы коммутационных полупроводниковых аппаратов. 61

Гариханова Д.Д. К вопросу о рациональном освещении в учебных аудиториях. 62

Гаянов А.И. Испытательный активно-индуктивный стенд для проверки частотных регуляторов после капитального ремонта. . 63

Гваришвили Э.Д. Оптимизация электроснабжения жилых зданий и особых помещений. 64

Герман А.В. Проектирование энергоэффективных систем освещения. 65

Голованов А.Д. Диагностика состояния трансформаторного оборудования. 66

Давлетгареева Г.Р. Основные технические характеристики кабельных линий. Потери напряжения в кабельных линиях. 67

Давлетшин Р.Р. Модернизация распределительных устройств в системах электроснабжения. 68

Закиров Р.И. Разработка математических и численных моделей систем автономных источников питания. 69

Залялеев И.А. Система управления автономного источника электроснабжения. 70

Зиннатуллин И.И. Преобразование устройства для энергосберегающего электропривода систем электропитания технологического оборудования, повышение качества электрической энергии. 71

Ибляминов З.З. Современные методы борьбы с образованием гололеда на проводах ЛЭП. 72

Ибрагим А.Х. Способ повышения пропускной способности линий электропередачи. 73

Игнатьева С.Б. Особенности режимов эксплуатации и методов расчета параметров силовых трансформаторов. 74

Карманов Н.Г. Модернизация релейной защиты подстанций 110/35/10 кВ. 75

Комарова Е.В. Применение современных энергоэффективных технологий для наружного освещения. 76

Касимова Л.Н. Диагностика кабельных линий методом измерения частичных разрядов. 77

Киямов Р.А. Измерительно-диагностический комплекс для выявления дефектов в деталях и узлах энергетического оборудования. 77

Малинин М.В. Выбор критерия целесообразности установки компенсирующих устройств. 78

Манич Я.С. Планирование электропотребления на промышленном предприятии. 79

Миначетдинова А.Ф. Анализ методов определения надежности распределительных сетей. 80

Мухаматяров Р.Р. Влияние параметров асинхронного двигателя на самозапуск. 81

Муллахметов Ш.Ш. Перспективы внедрения автономных источников электроснабжения на промышленных предприятиях. . . 82

Мухтаров А.И. Оценка надежности энергообъектов. 83

Набиуллин Ф.А. Оптимизация распределительных сетей с применением систем SCADA. 84

Низамиева Н.С. Рациональное электроснабжение потребителей путем раздельного питания технологической нагрузки и потребителей с равномерным графиком нагрузки. 85

Николаева Т.П. Методы вероятностного моделирования графиков нагрузки. 86

Нургалиева Э.И. Регулирование напряжения в электрических сетях. 87

Ногманова Д.Р. Энергоэффективные режимы работы электротехнического оборудования. 88

Петров Т.И. Применение кинетических накопителей энергии. 89

Петров С.И. Автономный кондиционер. Применение контроллера Fastwel. 89

Ризванов Р.М. Проектирование низковольтных комплектных устройств. 90

Сабитов А.А. Информационно-измерительная система Web-диспетчер. 91

Садыков И.Р. Моделирование электротехнических устройств в среде MATLab (SIMULINK). 92

Серпионова Т.А. Анализ величины потерь электроэнергии в системах внутрицехового электроснабжения. 93

Сиразутдинов Ф.Р. Влияние асинхронного двигателя с частотно-регулируемым приводом на остаточное напряжение на шинах 10 кВ при перерыве электроснабжения. 94

Сулейманов Р.И. Неразрушающая диагностика силовых кабельных линий 6–35 кВ методом частичных разрядов. 95

Туитяров А.М. Определение тока подпитки от асинхронного двигателя при трехфазном коротком замыкании с учетом параметров, учитывающих конструкционные особенности. 96

Турунов А.П. Применение метода измерения тангенса угла диэлектрических потерь для диагностики кабелей. 97

Тухфатуллов И.Ф. Исследование надежности аппаратов защиты от перенапряжений. 98

Фазылов И.З. Определение отпаек линий электропередачи и короткого замыкания на них. 99

Фазылов И.З. Проведение испытаний кабельных линий с помощью CPDA. 100

Федорова О.А. Оптимизация световой среды в различных учебных аудиториях. 100

Хабетдинова М.И. Диагностика изоляции кабельных линий методом частичных разрядов. 101

Хамидуллин В.И. Исследование температурных режимов обмоток силовых трансформаторов с различными графиками нагрузки. 102

Хасанов И.А. Влияние способа подключения асинхронного двигателя на соотношение электромагнитных и электромеханических постоянных времени при симметричном замыкании. 103

Шайдуллин А.Ш. Диагностика кабельных линий методом диэлектрических потерь. 104

Шайхутдинов А.Р. К вопросу об устройстве защитного отключения. 105

Шайхутдинов Н.В. Повышение качества электроэнергии с помощью тиристорных преобразователей. 106

Шакиров Р.Ф. Электронные трансформаторы тока и напряжения для мониторинга электросетей. 107

Шарипова Э.А. Разработка и применение тиристорных выключателей в системах электроснабжения. 108

Юсупов Р.Ф. Частотное регулирование электрических двигателей. 109

Ядутов В.В. Применение суперконденсаторов для повышения энергоэффективности предприятия. 110

Язаров З.Р. Диагностика силовых трансформаторов и устройств РПН. 110

Якупов Д.И. Разработка комплекса энергосберегающих мер на промышленном предприятии. 111

СЕКЦИЯ 3. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И СВЕТОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Агапитов А.А., Гайсин И.И. Автономный инвертор тока. . . . 112

Ахтямов А.Т. Блок управления на основе микроконтроллера для разрабатываемого устройства. 113

Айед Хумейд. Трехмерные наноструктуры. 114

Айхайти Исыхакэфу, Сабиров Д.И. Усовершенствование устройства для определения коррелированной цветовой температуры мощных светодиодных светильников. 116

Беневоленская Н.Н. Применение теории автоматов для построения цифровых схем. 117

Бикчантаева Р.Р. Чрезвычайная ситуация техногенного характера. 118

Большакова Ю.Н. Токопроводящее покрытие на стекле. Химический процесс и его применение. 119

Большакова Ю.Н. История оказания первой помощи. 120

Боровская А.О., Хайдарова А.Ф. ЯМР-спектроскопия водных дисперсий додецилсульфата цезия с углеродными нанотрубками 121

Вафина С.А. Физическое моделирование импульсных источников света на базе симметричного мультивибратора. 122

Галанин А.В., Долотказин К.Р. Система отопления индивидуального дома на основе программируемого микроконтроллера. . . 123

Галиева Э.Р. Разработка цифрового термометра на PIC микроконтроллере 124

Гарипов Р.Р. Оценка радиационной составляющей излучения светодиодных осветительных приборов мощностью до 50 Вт при чернении их поверхности. 125

Гафутдинов Р.Ш., Гаязов Р.Р. Моделирование биполярных и полевых транзисторов в среде Multisim 126

Долотказин К.Р., Галанин А.В. Микропроцессорная система устройства плавного пуска АД с вентиляторной нагрузкой. 127

Даминов А.И., Зинатуллин Б.Ф. Терроризм – угроза обществу. 127

Данилин К.В., Гиниатуллина К.Р., Казанцев А.Д. Обеспечение безопасных условий труда инженера-проектировщика за ПК. . . 129

Зайнуллин В.Р., Калимуллина Г.И., Сабирова Г.Р. Влияние радиационного излучения на человека. 130

Киреев Н.М., Салемгареев Р.Р. Проведение обзора, анализа и выбора современного программного обеспечения для разработки линейки модулей различной модификации для беспроводных сетей в составе систем автоматизации различного применения. 130

Козина Д.Н., Салимуллин М.З. О завышенной точности представления ряда параметров в аккредитованных испытательных центрах России. 131

Козлова А.А. Модернизация установки для исследования акустооптических процессов для получения полевых и температурных зависимостей эхоимпульсных картин. 133

Королёв В.И. Дерево аварий, анализ опасностей, критерии безопасности. 134

Корышкин И.М., Мингазов Г.Ш. Микропроцессорная система управления асинхронным двигателем. 135

Курылева Е.С. Разработка метода расчета оптических характеристик тонкого слоя материала по итогам измерения его коэффициента пропускания. 136

Курынцев Г.В. Преобразователь SEPIC. 137

Кадыров Р.О., Гараев Р.З. Применение современного программного обеспечения для численного моделирования работы беспроводных сетей. 138

Любавин И.А., Фаткуллин Н.Р., Иштырякова Ю.С. Установка для изучения влияния пульсации светового потока на организм человека 139

Мингазов Г.Ш., Корышкин И.М. Микропроцессорный аппарат защиты асинхронного двигателя. 140

Миннегалиева Д.И. Цифровая система определения угла наклона солнечной батареи. 141

Николаев Р.М., Ханиев А.Р. Филаментная светодиодная лампа. 142

Петров К.С., Мавзютов Д.И. Применение лабораторного стенда для изучения систем управления на базе микроконтроллера 68HCS12. 143

Парамонова С.В. Международный терроризм. 144

Рахимов Э.Л., Фатыхов Р.Р. Разработка метеостанций с питанием от альтернативных источников и выводом информации на светодиодное табло. 145

Салемгареев Р.Р., Киреев Н.М. Совершенствование медицинской световой диагностической аппаратуры. 146
Саубанов Р.И., Новоселова К.О., Алексеева Д.Д. Влияние сотового телефона на здоровье человека. 146
Семенников А.В. Роль ян-теллеровских ионов в формировании доменных структур в $LiNbO_3$. 147
Синицин А.М. Прибор для контроля характеристик термоэлектрических материалов. 148
Сабиров Р.Р. Управление шаговым двигателем с помощью AVR-микроконтроллера. 150
Тиркия А.А. Детектор опасных веществ на основе ядерного квадрупольного резонанса. 150
Тищенко А.О. Корректоры коэффициента мощности. 151
Хабибуллин Р.Н., Гафутдинов Р.Ш. Исследование режимов работы таймерных модулей микроконтроллеров серии HC08. 152
Харри В.Э. Устройства для плановой регулировки яркости. . 153
Хуснутдинов А.Р. Блок заряда-разряда Li-ion аккумуляторов для разрабатываемого устройства. 154
Хуснутдинов Р.А., Марданов Г.Д. Компьютерный метод для обработки и анализа параметров ЧР. 155
Хушея Такиеддин А.Н. Прибор для измерения подвижности электронов и дырок в полупроводниках. 156
Чеботарёв А.Д., Мухарлямов Б.Ф., Шарафутдинов Э.Р. Здоровый образ жизни. 157
Шаймарданов Д.А. Малогабаритные импульсные источники питания для светодиодного устройства. 158
Шайхутдинов А.А. Система температурного контроля на основе микроконтроллера. 159
Ягармин В.Н. Прибор для измерения диффузионной длины свободных носителей в полупроводниках. 160
Ямбаева Т.Г. Влияние цветовой температуры на работоспособность человека. 161

СЕКЦИЯ 4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ, ХИМИИ, МАТЕМАТИКИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Гарькавый С.О. Получение и свойства прозрачных проводящих оксидов. 162

Зинуров В.Э., Хафизова А.И. Единая модель химической связи и прогнозирование структуры и свойств материалов в зависимости от положения в Системе химических связей и соединений в виде «Химического треугольника». 163

Каштанов А.И. Методы трансферного формирования полимерных композиционных материалов. 164

Кубышкина А.А. Полимерные композитные материалы. 165

Мухаметгалиев С.И. Автоматизированные и непрерывные способы производства полимерных композитов. 166

Поткина В.С. Структурные уровни в металлах и полимерах и специфика их свойств. 167

Сидорова А.А. Анализ влияния типа химической связи на свойства, технологию и области применения неорганических веществ на примере карбидов и оксидов. 168

Фаздалова А.Р., Димиева З.И. О влиянии характера химической связи в оксидах на их кислотно-основные свойства. 169

СЕКЦИЯ 5. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Большаков А.В., Хасанов А.К. Причины аварийных режимов инвертора и условия самоликвидации опрокидывания инверторов. 170

Волкова А.А., Багаев А.В. Имитационное моделирование процесса функционирования электротехнического комплекса. 171

Галиев Р.Р. Импульсный способ регулирования в цепях постоянного тока. 171

Галиуллин Д.Р. Повышение качества управления силовыми ключами инвертора. 172

Галиуллин Д.Р., Филина О.А. Перспектива внедрения тяговых аккумуляторов с большой емкостью в гибридных автомобилях. 173

Гатин Б.Ф. Настройка электропривода постоянного тока с системой стабилизации скорости. 174

Гусамов Б.Б., Охотникова Е.В. Методика оценки технического уровня объектов МАИ. 175

Закиров З.М. Повышение надежности подвижного состава и эскалаторов. 177

Зараменских А.Н. Пути повышения надежности изоляции обмоток тяговых электродвигателей по температурному критерию. 178

Контанистов В.С., Новиков М.И., Ахмадеев Р.И. Разработка мобильного зарядного устройства для электромобиля. 179

Корольков А.Ю., Соловьева С.И. Современные средства защиты на ГЭТ. 180

Медведев Г.М. Обеспечение устойчивости и требуемых показателей качества переходного процесса скоростного следящего электропривода постоянного тока. 181

Назмиев А.И. Стенд вибродиагностики колесной пары подвижного состава. 182

Назмиев А.И. Сравнение систем охлаждения полупроводниковых приборов применяемых на ПС ГЭТ. 183

Нигматзянов А.Р., Нигматзянова Л.Р. Применение энергосберегающих технологий в ГЭТ и их преимущества. 184

Нигматзянова Л.Р., Нигматзянов А.Р. Преимущества от применения системы автономного децентрализованного энергоснабжения в ГЭТ. 185

Салихова А.М., Ямщиков А.С. Классификация математических моделей обоснования требований к надежности технического объекта. 186

Фаттахов И.И., Хуснутдинов А.Н. Повышение надежности восстанавливаемых блоков и деталей электрических машин. 187

Хаертдинова А.Р., Залялов Р.Р. Использование комбинированного метода самоконтроля для поиска отказов в технических системах. 188

Хасанов Т.Н., Калимуллин А.А. Оценка технического уровня электрического транспорта методом анализа иерархий. 189

СЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Ведерникова Е.А. Проектирование гидровоздухоаккумулирующей электроустановки. 190

Габдрахманов А.Ф. Исследование устройств компенсации реактивной мощности. 191

Ганин П.В., Ильина О.В. Современное состояние фотоветровых электрических установок. 192

Григорьев А.В. Моделирование дугового замыкания. 193

Гусев А.С. Преимущества использования когенераторных установок. 193

Зайнуллина Л.Ф. Волоконно-оптические связи в энергетике. 194

Зарипов Д.М. Разработка и проектирование малогабаритных ГЭС для индивидуальных хозяйств. 195

Идрисова А.Р. Повышение эксплуатационной надежности кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. 196

Ильясов И.В. Повышение энергоэффективности генерирующих систем за счет использования свободной энергии. 197

Касимова Д.А. Преобразование солнечной энергии в электрическую при помощи двигателя Стирлинга. 198

Макаров А.Ф. Разработка системы электроснабжения жилищно-строительного кооператива (ЖСК) на основе мини ГЭС. . . . 199

Мевлиянов М.Д. Использование биогаза для получения электрической энергии при помощи двигателя Стирлинга. 200

Муллаянов А.Р. Использование гидротарана для получения электрической энергии. 201

Мухаметзянова Ф.М. Повышение энергоэффективности функционирования жилого фонда на основе энергоаудита. 201

Мухутдинов Р.М. Актуальность внедрения интеллектуальной системы управления. 202

Нуриахметов И.Б. Ленточные конвейеры: достоинства и недостатки. 203

Панов Д.Ю. Усовершенствование процесса расчета токов короткого замыкания с помощью программы Электрик V.7.0. 204

Садыков И.Р. Автоматизация зерноочистительно-сушильного комплекса. 205

Семенова О.Д. Одно из перспективных направлений энергосбережения – внедрение тепловых насосов в системы отопления. . . 206

Сираев Л.И. Применение системы распределенной генерации в промышленных предприятиях. 207

Старков А.С. Классификация методов повышения энергоэффективности ветрогенераторов 208

Хабибуллин А.Т. Моделирование системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель». 208

Хасанов Д.О. Светодиодные источники света при питании импульсным током. 209

Хисамутдинова Р.Р. Повышение энергоэффективности светодиодных светильников. 210

СЕКЦИЯ 7. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Абдрахманов А.Х. Автоматизация противопожарной защиты подстанций. 211

Ахатов Д.А. Релейнаязащита и автоматика при присоединении объектов распределенной генерации к системе. 212

Галлямова Л.Х. Анализ проблем, возникающих при подключении объектов малой генерации в распределительной сети. . . . 213

Галиева Г.Н. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью. 214

Домрачев Г.Р. Разработка пускового органа для устройства определения места повреждения при однофазном коротком замыкании на землю. 215

Засыпкин А.В. Локационный метод отыскания мест повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ. . . . 216

Куксов С.В. Определение мест повреждений в распределительных сетях среднего напряжения при двойных замыканиях на землю. 217

Нигматуллин А.М. Исследование особенностей электропотребления в регионах с высоким уровнем промышленного производства (на примере Республики Татарстан). 217

Попов Е.А. Подключение реклоузера к системе диспетчерского управления и сбора данных. 218

Рахматулин Р.И. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ 219

Рахматуллин Р.Р. Защита линий электропередачи от гололедообразований. 220

Симонова М.Н. Выбор уставок ненаправленных токовых защит от однофазных замыканий на землю. 221

Селиванов Н.Н. Определение факторов, влияющих на регулирование реактивной мощности. 222

Сафина Л.Р. Влияние дугогасящего реактора на повреждаемость в кабельных сетях 10 кВ 222

Тухватшина Л.М. Цифровая подстанция. 223

Терехина Д.Р. Актуальность внедрения PLC-технологий в современную автоматизированную систему коммерческого учета электроэнергии в бытовом секторе. 224

Хисматуллин А.Б. Основные виды защит от замыкания на землю в распределительных сетях 6–35 кВ. 225

Хазиев Р.Р. Особенности релейной защиты и автоматика систем электроснабжения ремонтно-механического завода. 226

Хузиев А.А. Анализ фактических и прогнозных показателей работы энергетического оборудования и баланса электроэнергетических систем. 227

Халилова Э.Р. Аппаратура системы уплотнения для релейной защиты и противоаварийной автоматики. 227

Хабибуллин М.Н. Повышение надежности электроснабжения потребителей с непрерывным технологическим процессом. . . . 228

Шарифуллин А.Ф. Анализ выполнения защит блоков «генератор-трансформатор-линия». 229

Штыкова Е.В. Реконструкции защиты от дуговых замыканий на подстанции 110 кВ «25 лет Октября» с применением оптоволоконных датчиков (ВОД). 230

Якупов Р.И. Резервирование коротких замыканий за ответвительными трансформаторами. 231

СЕКЦИЯ 8. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

Биктимиров Р.Р. Исследование автоматизированной системы управления АД на базе преобразователя частоты Altivar 71. 232

Бисвас К. Разработка структурной схемы аппаратного комплекса АСУ ТП элеватора № 1 ЗАО «ЭФЕС», Казань. 233

Давлетшин А.Ф. Исследование возможностей микропроцессорных систем управления для электроприводов с преобразователями частоты. 233

Ефимов Д.В. Экспериментальное определение выходных параметров электродвигателей. 234

Кассем С.А. Преимущества плавного регулирования скорости с помощью частотных преобразователей Danfoss. 235

Клюкин М.В. Регулирование скорости частотно-регулируемого электропривода Mitsubishi Electric. 236

Максимов Д.Ю. Программирование и исследование сервопривода Mitsubishi Electric 237

Сайфиева Р.Т. Разработка методики экспериментально-аналитического исследования частотно-регулируемого электропривода насосной станции на экспериментальном стенде Danfoss. . 238

Трофимов С.Н. Управление системой вентиляции на основе цифровых технологий. 239

СЕКЦИЯ 9. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Азина А.Э. Модернизация системы воздухоочистки покрасочного цеха на предприятии по производству металлопосуды. 240

Акпамбеков И.Т. Снижение выбросов диоксида серы путем внедрения аммиачно-сульфатной технологии. 241

Бикзинурова А.Р. Внедрение комбинированного окситенка для повышения эффективности работы БОС на МУП «Водоканал». 242

Бухонов В.О. Исследование загрязнений воздушной среды, создаваемых автотранспортными потоками, в условиях г.о. Тольятти. 243

Васильев В.А. Новые подходы к переработке нефтесодержащих отходов. 244

Вождаева К.М. Применение доступных наилучших экологически безопасных технологий в системе водопотребления и водоотведения Уфимской ТЭЦ-1. 245

Газина Э.С. Внедрение технологии «ЭкоТэс» для извлечения оксидов углерода из природного газа. 245

Галимзянова Г.Д. Рекультивация территорий, деградированных в результате деятельности опасных производств на примере ОАО «УФАХИМПРОМ» 247

Гафурова Н.Ф. Внедрение микротурбин с целью снижения выбросов загрязняющих веществ на предприятиях нефтяной промышленности. 248

Евлеева М.Ю. Исследование шума автотранспортных потоков в условиях Самарской области. 248

Зартдинова А.А. Усовершенствование очистки сточных вод Шаранского ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Уфа». 250

Исмагилова А.Р. Система регенерации отработанной смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) для машиностроительного предприятия. 251

Кабышева А.С. Внедрение локально очистной станции на гальваническом производстве для очистки стоков от тяжелых металлов. 252

Мамлеева Н.Р. Повышение эффективности очистки сточных вод от нефтепродуктов на предприятии МУП «Водоканал». 253

Парамонова С.В. Комплексная очистка сточных вод предприятий. 254

Рахимкулова Э.И. Усовершенствование системы очистки сточных вод маслодельного производства. 255

Сафиуллова Э.Р. Утилизация попутного нефтяного газа Восточно-Анзирского месторождения. 256

Стакин М.И. Оптимизация системы очистки сточных вод от нефтепродуктов на предприятиях нефтяной промышленности. 257

Ситдикова Р.Р. Технология очистки сточных вод от нефтепродуктов на АЗС. 258

Салахутдинов Р.Г. Сравнительная оценка технологии по переработке осадков сточных вод на биологических очистных сооружениях. 259

Сердюк В.Б. Биотестирование на токсичность сточных вод ОАО «АВТОВАЗ», сбрасываемых в Куйбышевское водохранилище 260

Тукаева К.П. Обезвоживание центрифугированием осадков сточных вод и избыточного ила. 261

Фахреев Н.Н. Вакуумный способ производства топливных пеллетов из отходов птицеводства. 261

Фахреев Н.Н. Сравнительный анализ СВЧ-технологий и вакуумного способа утилизации отходов животноводства на стадии обезвоживания. 262

Ханнанова Н.М., Салемгареев Р.Р. Методы очистки сточных вод на производстве. 263

Шипков В.П. Использование СВЧ-технологии для сушки органического отхода сахарной промышленности. 264

Шипков В.П., Штыкова А.Ф. Биоэнергия как способ решения проблемы утилизации отходов сахарной промышленности. . . . 265

СЕКЦИЯ 10. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Власов Р.В. Моделирование светодиодной бегущей строки в среде LabVIEW. 266

Галимова А.Р. Исследование параметрических возмущений в системе контроля температуры в паропроводе. 267

Гимазетдинов А.А. Создание голограммы с помощью пленки обратной проекции и проектора. 268

Львова Т.Н., Ильдрханов Р.К. Разработка автоматизированной системы управления отоплением индивидуального жилого дома. 269

Матвеев Д.В. Расчет и проектирование генератора на принципе индукции Фарадея. 270

Мочалов Н.С. Позиционирование квадрокоптера относительно вертикальной поверхности. 271

Накипов А.Р. Расчет и исследование компенсационной измерительной системы определения процентного содержания CO_2 . . 272

Салахиева Л.Р. Модернизация информационно-измерительной системы асинхронного электропривода. 273

Саттаров И.С. Разработка и исследование лабораторной установки по анализу однотактных дискретных устройств. 273

Тукаева Е.П. Устройство контроля положения позвоночника. 274

Хуснияров И.Ф. Термоэлектрический электрогенератор. 275

Чапчаков Р.Р. Модернизация измерительной информационной системы электропривода постоянного тока. 276

Юсупова К.А. Канал контроля биения вала на тензометрических датчиках. 277

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
XIX АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКОГО
НАУЧНОГО СЕМИНАРА,
ПОСВЯЩЕННОГО «ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА»

2–4 декабря 2015 г.

В двух томах

Под общей редакцией
ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова

Том 1

Редактор издательского отдела *К.В. Аршинова*
Компьютерная верстка *К.В. Аршинова*

Подписано в печать
Формат 60 × 84/16. Гарнитура Times. Вид печати РОМ. Бумага ВХИ.
Усл. печ. л. 17,20. Уч.-изд. л. 19,10. Тираж 500 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066,
Казань, Красносельская, 51