

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

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

27–29 марта 2013 г.

Казань

В четырех томах

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

Том 3

Казань 2013

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:

проректор по НиИД КНИГУ им. А.Н. Туполева,
доктор технических наук, профессор *С.А. Михайлов*;
проректор по ИР КГЭУ, доктор технических наук,
профессор *В.М. Гуреев*

М34 **Материалы докладов VIII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» /** Под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. В 4 т.; Т. 3. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2013. – 192 с.

ISBN 978-5-89873-383-4

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

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2

Редакционная коллегия:

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

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

ISBN 978-5-89873-383-4

© Казанский государственный
энергетический университет, 2013

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 62-832

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

ФАХРАЗИЕВ И.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **ЗАЦАРИННАЯ Ю.Н.**

Газотурбинная установка – это агрегат, который состоит из газотурбинного двигателя, дополнительных систем и генератора.

Газотурбинные установки получают все более широкое распространение, потому что наносят минимальный урон окружающей среде: низкий расход масла, возможность работы на отходах производства; минимальные выбросы вредных веществ в окружающую среду. Благодаря малому весу и компактности, агрегат можно установить на небольшой площадке, что дает возможность значительно сэкономить средства.

Стоимость материальных ресурсов формируется исходя из цен их приобретения, наценок, комиссионных вознаграждений, уплачиваемых снабженческими организациями, стоимости услуг товарных бирж, включая брокерские услуги, таможенных пошлин, платы за транспортировки, осуществляемые сторонними организациями.

Наибольший удельный вес в материальных затратах занимает топливо на технологические цели. Издержки на топливо во многом зависят от экономичного режима работы оборудования и определяются годовым расходом топлива, а также зависят от договорной цены топлива, которая включает оптовую цену топлива у поставщика, стоимость транспортных затрат, посреднические услуги и другие факторы.

Таким образом, сравнительный анализ ценовой категории показал, что себестоимость электроэнергии на станции, в составе которой установлены ГТУ, меньше в два раза, чем у станции с паросиловым циклом, в основу которой были взяты данные Заинской ГРЭС.

УДК 621.311.2

ПРОБЛЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

КРУПНОВ Д.Б., САФИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

В электроэнергетике к малым электростанциям принято относить электростанции мощностью до 30 МВт с агрегатами единичной мощностью до 10 МВт.

В работе рассмотрены условия подключения мини-ТЭЦ к электроэнергетической системе и выявлены проблемы, возникающие во время их совместной параллельной работы. Работа объектов малой генерации влияет на напряжение и качество электрической энергии в сети. При отключении столь большой мощности может возникнуть большая посадка напряжения из-за нарушения баланса между выработкой и потреблением мощности электрической энергии. Параллельная работа мини-ТЭЦ с системой предполагает ввод дополнительных комплектов защит и автоматики, таких как: направленные токовые защиты; ЗОЗЗ, работающих не на сигнал, а на отключение, так как длительная работа генераторов при ОЗЗ не желательна; АВР; АЧР и т. п.

Кроме того, источник малой генерации можно рассматривать как источник реактивной мощности в сети.

Включение установок малой генерации на параллельную работу с системой увеличивает уровни токов короткого замыкания, что при малой удалённости и достаточной длительности повреждения может привести к выходу из синхронизма параллельно работающих станций малой мощности.

Для повышения надежности электроснабжения потребителей и улучшения качества электрической энергии ввод генерирующих источников малой мощности должен сопровождаться предварительным технико-экономическим обоснованием. Каждый проект ввода генерирующей установки требует индивидуального рассмотрения схемно-режимных ситуаций в сети, расчёта уровней токов короткого замыкания, экономической оценки и пр.

УДК 621.314.382.023

ИСТОЧНИКИ ИСКАЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

БЕЛЯЕВ Е.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. ст. преп. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

Практически все потребители электрической энергии создают в сети электроснабжения разнообразные изменения параметров электроэнергии, т. е. высокочастотные электромагнитные помехи, провалы, прерывания, гармоники сетевого напряжения и т.п. Различные виды искажений показателей качества электроэнергии могут приводить к сбоям и отказам ряда систем, что чревато значительными убытками. Показатели качества электроэнергии прописаны в ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»: отклонение напряжения от своего номинального значения; колебания напряжения относительно номинального; несинусоидальность напряжения; несимметрия напряжений; отклонение частоты от своего номинального значения; длительность провала напряжения; импульс напряжения; временное перенапряжение.

Особое внимание следует уделять несинусоидальности напряжений. Электроприемники с нелинейными вольт-амперными характеристиками потребляют из сети несинусоидальные токи при подведении к их зажимам синусоидального напряжения. Токи высших гармоник, проходя по элементам сети, создают падения напряжения в сопротивлениях этих элементов и, накладываясь на основную синусоиду напряжения, приводят к искажениям формы кривой напряжения в узлах электрической сети. В связи с этим электроприемники с нелинейной вольт-амперной характеристикой часто называют источниками высших гармоник.

Наиболее серьезные нарушения качества электроэнергии в электрической сети имеют место при работе мощных управляемых вентильных преобразователей. В зависимости от схемы выпрямления вентильные преобразователи генерируют в сеть следующие гармоники тока: при 6-фазной схеме – до 19-го порядка; при 12-фазной схеме – до 25-го порядка включительно.

Высшие гармоники тока и напряжения вызывают дополнительные потери активной мощности во всех элементах системы электроснабжения: в линиях электропередачи, трансформаторах, электрических машинах, статических конденсаторах, так как сопротивления этих элементов зависят от частоты.

УДК 621.315

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕГО И БЛОКИРУЮЩЕГО РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ В ШКАФАХ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ИЦ «БРЕСЛЕР»

АБАНИНА Е.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. зам. начальника СРЗА филиала ОАО «СО ЕЭС»

РДУ Татарстана СОКОЛОВ В.А.

В настоящее время в защитах ЛЭП 110-220 кВ используются два реле направления мощности нулевой последовательности (РНМНП): разрешающее, которое срабатывает при направлении тока однофазного короткого замыкания от шин в линию, и блокирующее, которое срабатывает при обратном направлении тока КЗ.

Традиционно для токовых направленных защит нулевой последовательности (ТНЗНП) применяется разрешающее реле направления мощности, которое в большинстве случаев обеспечивает селективную настройку защиты. Однако в случаях использования на ЛЭП 110-220 кВ телеускорения защит, когда необходимо повысить быстродействие защит, появляется необходимость использования и блокирующего реле мощности, применение которого позволяет избежать неселективного отключения параллельных линий при КЗ на одной из них. Данное применение реле мощности может быть реализовано в шкафах защит «Бреслер ШЛ2606». На рис. 1 показан характерный случай реверса тока КЗ на параллельных линиях при каскадном отключении.

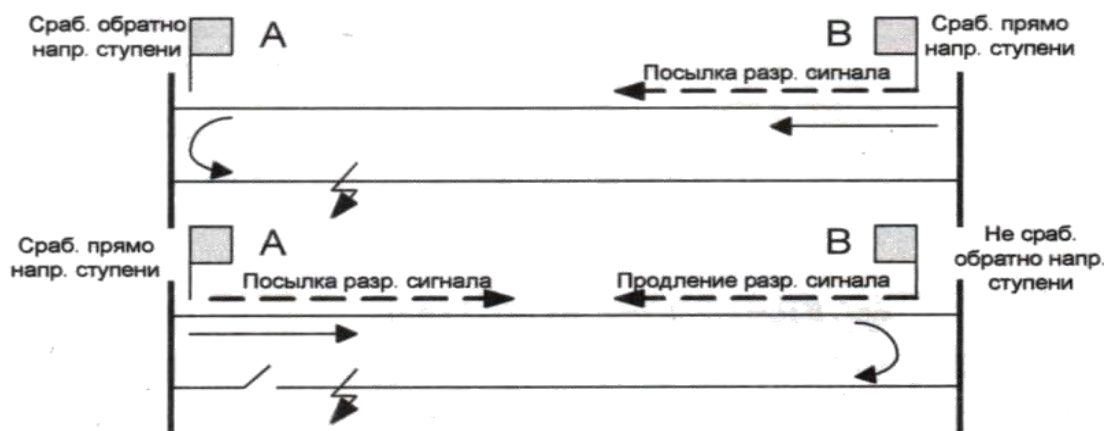


Рис. 1. Поясняющая схема реверса тока КЗ при каскадном отключении ЛЭП

Полезным использованием блокирующего реле мощности является его использование для ускорения защиты параллельной линии при

отсутствии телеускорения. Эта функция не реализована в шкафах защит ИЦ «Бреслер».

Таким образом, повышение быстродействия ТНЗНП на ЛЭП 110-220 кВ возможно при использовании обоих типов реле направления мощности, однако должна быть разработана методика их расчета.

УДК 621.315.926

РАЗРАБОТКА ТИПОВОГО ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ 220 КВ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ЗДОРЕНКО С.Б., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. начальник отдела СРЗА филиала ОАО «СО ЕЭС»

РДУ Татарстана ИОНОВ А.А.

Цифровая подстанция – это подстанция с применением интегрированных цифровых систем измерения, релейной защиты, управления высоковольтным оборудованием и оптических трансформаторов тока и напряжения и цифровых схем управления, встроенных в коммутационную аппаратуру. Все компоненты «цифровой подстанции» работают на едином стандартном протоколе обмена информацией – МЭК 61850. Ключевыми элементами цифровой подстанции являются:

- цифровые (электронные и оптические) трансформаторы тока и напряжения (NCIT – non-conventional instrument transformers);

- шина процесса (process bus);

- объединяющие устройства (merging units) с поддержкой шины процесса;

- интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ – IEDs) с поддержкой шины процесса;

- станционная шина (station bus), используемая не только для связи клиент – сервер между АСУ ТП и ИЭУ, но и для горизонтального обмена информацией между ИЭУ при помощи GOOSE-сообщений, включая высокоприоритетные сигналы релейной защиты.

Основным отличием цифровой подстанции является широкое внедрение цифровых интерфейсов взамен аналоговых. В основном это касается систем релейной защиты и автоматизации, телемеханики и учета. Так, на смену передаче сигналов по цепи оперативного тока приходит протокол GOOSE, описанный в серии стандартов МЭК 61850, на смену

цепям переменного тока и напряжения приходит протокол МЭК 61850-9-2 (также именуемый как SV). Появление этих протоколов вносит существенные изменения как в архитектуру системы автоматизации, так и в подходы к проектированию этих систем.

УДК 621.315

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТУПЕНЕЙ ДЗ И ТЗНП В ШКАФАХ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ООО НПП «ЭКРА»

ЧУГУНОВА М.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. зам. начальника СРЗА филиала ОАО «СО ЕЭС»

РДУ Татарстана СОКОЛОВ С.А.

В электрических сетях с напряжением 110 кВ и выше, работающих с глухозаземленными нейтралью, на всех линиях устанавливается дистанционная защита, рассчитанная на действие при междуфазных КЗ. Для отключения однофазных КЗ на землю используется токовая направленная защита, реагирующая на составляющие тока и напряжения нулевой последовательности. Эти защиты выполняют функции резервных защит и входят в состав микропроцессорных шкафов защит линий.

Согласно отечественной практике, на линиях 110 кВ и выше используются трехступенчатые дистанционные защиты и четырехступенчатые ТЗНП. Первая ступень ДЗ выполняет защиту от всех видов повреждений, охватывает 80 % длины защищаемой линии и действует без выдержки времени. Вторая ступень защищает всю линию и шины своей и противоположной подстанции, действует с установленной выдержкой. Третья ступень используется для резервирования защит прилегающих к объекту присоединений.

Первая ступень ТЗНП действует на отключение без выдержки времени, вторая и третья – с выдержкой времени и защищают всю линию. Четвертая ступень – для резервирования.

Широкое распространение получили шкафы производства ООО НПП «Экра». В настоящее время разработаны шкафы ШЭ2607 085200 – 088200, которые предназначены для использования в качестве основной защиты линии напряжением 110–220 кВ при всех видах КЗ, а также включают в себя комплект ступенчатых защит (КСЗ), состоящий из пяти ступеней ДЗ от междуфазных замыканий, шести ступеней ТЗНП. Шкаф типа ШЭ2607- 011021 предназначен для защиты линии и управления линейным выключателем, содержит три ступени ДЗ и шесть ступеней ТЗНП,

с дополнительными возможностями ускорения действия ступеней защит – автоматическое или оперативное.

Увеличение числа ступеней расширяет возможности осуществления дальнего резервирования, поскольку выбор уставок, необходимых для срабатывания дистанционных органов в области удаленных КЗ, практически не зависит от нагрузки защищаемого элемента. Для обеспечения чувствительности дальнего резервирования дистанционных органов, особенно при однофазных КЗ, последние ступени дистанционных защит используются исходя из обеспечения селективности действия при КЗ на смежных присоединениях и условий правильного функционирования на защищаемой линии при применении телеускорения ступеней защиты. Так же дополнительные ступени ДЗ с сокращенной зоной обхвата используются для защиты кабельных участков линии.

УДК 621.316.925

ЗАЩИТА ОТ ОЗЗ В СЕТЯХ С КОМПЕНСИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

МИНАЛИЕВ А.В., КГЭУ, г. Казань

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

Токи ОЗЗ, возникающие в сетях 6-35 кВ, работающих, как правило, с изолированной или компенсированной нейтралью, не превышают 20–30 А.

При металлическом ОЗЗ через место повреждения проходит суммарный ток, равный $3 I_{0\Sigma}$, определяемый емкостями неповрежденных фаз всей остальной сети. Реле защиты от ОЗЗ реагирует на суммарный емкостной ток сети.

Принципы выполнения защит от ОЗЗ:

1) Высшие гармоники:

По типу измерения:

а) токовая защита абсолютного замера. Измерение уровня высших гармоник в токе защищаемого присоединения и сравнение его с заданной уставкой;

б) токовая защита относительного замера. Сравнение уровней высших гармоник в токах нулевой последовательности всех присоединений защищаемого объекта.

2) Наложение тока с частотой 25 Гц: включение источника наложенного тока частотой 25 Гц в нейтраль, фиксация токов частотой 25 Гц в защищаемых присоединениях.

3) Направленные токовые защиты: реагируют на основные гармонические составляющие токов и напряжения нулевой последовательности.

УДК 621.316.925

NORTROLL – ИНДИКАТОРЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

МИНАЛИЕВ И.В., КГЭУ, г. Казань

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

Индикаторы неисправностей – это современное решение, предназначенное для точного определения повреждённого участка линии электропередачи (воздушной или кабельной). Применение индикаторов неисправностей существенно снижает затраты по отысканию повреждённых участков линий, повышая качество обслуживания конечных потребителей. Индикаторы неисправностей функционируют при любых схемах включения нейтрали.

Наиболее эффективнее работа индикаторов неисправностей будет в том случае, если индикаторы будут установлены на каждом ответвлении. Это даёт возможность быстрого и безошибочного определения места повреждения линий.

Индикаторы неисправностей Nortroll подходят как для кабельных линии, так и для воздушных линий электропередачи. Для определения повреждений в воздушных линиях используют серию индикаторов LINETROLL, в кабельных же линиях используется CABLE TROLL.

Индикатор неисправностей автоматически настраивается на нормальные состояния на линии. Ток замыкания приводит к быстрому увеличению В-поля, на которое реагирует индикатор.

Цвет индикатора указывает, в каком направлении находится индикатор. Когда мы приближаемся к опоре напротив индикатора:

а) если мигает красная лампочка индикатора, повреждение находится в противоположном направлении;

б) если мигает зелёная лампочка индикатора, повреждение находится впереди.

Дистанционное программирование индикаторов осуществляется на базе дистанционного управления CmT 3500.

УДК 621.316.925

ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ С РЕЗИСТИВНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ СЕТИ

ПЕТРОВ Д.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. тех. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Наиболее частым видом повреждений в сетях 6, 10, 35 кВ являются однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). Они нередко приводят к крупным авариям, сопровождающимся значительными издержками для потребителей электрической энергии.

Компенсация ёмкостных токов создаёт проблему выполнения защит от ОЗЗ в сетях среднего класса напряжения. В указанных сетях применение ненаправленных и направленных защит, действующих на ёмкостном токе при точной настройке компенсации, не представляется возможным.

Эффективные и качественные защиты от ОЗЗ на энергетических предприятиях отсутствуют. Поиск повреждённого присоединения при ОЗЗ часто ведётся методом поочерёдного отключения присоединений и затягивается нередко на несколько часов.

Комплексное решение вопросов защиты оборудования от перенапряжений при ОЗЗ, настройки и поддержания заданной точности компенсации, а также селективного определения повреждённого фидера (ОПФ) заключается в использовании постоянно включенного параллельно силовой обмотке дугогасящего реактора резистора, так называемого комбинированного заземления нейтрали.

Для обеспечения чувствительности защит от ОЗЗ необходимо кратковременно увеличить ток через устройство защиты. В нормальном режиме до возникновения ОЗЗ дугогасящий реактор (ДГР) подключён к специальному трансформатору заземления в нейтраль. При возникновении на линии ОЗЗ нейтраль сети кратковременно шунтируется коммутационным аппаратом. Благодаря этому создаётся ток однофазного короткого замыкания, достаточный для обеспечения чувствительности защиты и создания условия для гашения дуги. При этом указанный режим не вызывает увеличения перенапряжения в сети.

Кратковременное шунтирование ДГР повысит чувствительность и создаст условия для селективного срабатывания защит

УДК 621.316.761.2

РАЗРАБОТКА ПУСКОВОГО ОРГАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

САГИРОВ Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУЗЬМИН И.Л.

Защитам от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в сетях 6-35 кВ посвящено много публикаций. От 80 до 90 % случаев повреждений в сетях 6-35 кВ вызвано ОЗЗ. В настоящее время для защиты от ОЗЗ используют серийно выпускаемые устройства типа ЗЗН, УСЗ-ЗМ и другие, а также различные устройства единичного и мелкосерийного производства. Опыт многолетней эксплуатации различных по принципу действия устройств защиты от ОЗЗ, а также анализ многочисленных публикаций по данной тематике позволяют с уверенностью утверждать, что общепризнанного по селективности и надежности действия устройства релейной защиты от ОЗЗ для сетей с различными режимами заземления нейтрали в настоящее время не существует.

Для разработки пускового органа защиты от однофазных замыканий на землю необходимо проанализировать параметры аварийного режима. Для этого мы рассматриваем параметры всплеска тока в начале фидера.

УДК 621.315.6

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДАХ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВЕ СИНХРОННЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

СЕЛИВАНОВ Р.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Аварийный отказ силовых трансформаторов ставит под угрозу нормальное функционирование электростанции или подстанции, снижает надежность энергосистемы в целом, создает угрозу недоотпуска электроэнергии потребителям. Наибольшей эффективностью в предупреждении аварий трансформаторов обладают автоматизированные

системы контроля технического состояния, в том числе системы контроля изоляции высоковольтных вводов.

В настоящее время эффективными оказываются методы, связанные с измерением характеристик частичных разрядов. Основной проблемой, возникающей при проведении измерений частичных разрядов в изоляции высоковольтных трансформаторов, является сложность отстройки от помех. Все это приводит к тому, что большое количество измерений частичных разрядов на работающем трансформаторе не являются корректными. В результате за «зарегистрированные в трансформаторе частичные разряды», выдаются импульсы помех, от которых просто не удалось отстроиться.

Одним из современных методов измерения характеристик частичных разрядов является метод оценки ЗРАД (диаграмма соотношения амплитуд трех фаз) на основе синхронных многоканальных измерений, позволяющий выделять различные источники ЧР внутри трансформатора, а также отличать ЧР от помех и других сигналов.

Метод ЗCFRD (совмещенная диаграмма по трем центральным частотам) является усовершенствованным вариантом метода ЗРАД, который показал многообещающие результаты при проведении лабораторных и производственных испытаний. Этот метод заключается в том, что одновременно измерялись частичные разряды при трех различных частотах. Если источники частичных разрядов имеют различные частотные спектры, то их можно отделить друг от друга и таким образом выявить рисунок отдельных источников без наложения сигналов других источников.

УДК 621.314.524

НАГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

СТОЛЯРОВА Я.С., ЩЕРБАКОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы являются одним из самых дорогостоящих видов электротехнического оборудования электрических подстанций. Их активная часть погружена в изолирующую жидкость – трансформаторное масло.

При нагрузке трансформаторов начинается его нагрев, вследствие чего идет разрушение изоляции, потеря ее изоляционных свойств. Особенно

важна температура наиболее нагретой точки, которая может превышать допустимое значение, при нормальной температуре масла.

Величина и длительность допустимой перегрузки определяется исходным тепловым состоянием трансформатора. Перегрузки различают двух типов: систематические нагрузки и аварийные перегрузки. Воздействие систематических нагрузок на изоляцию компенсируется работой трансформатора в часы малой нагрузки. Воздействие аварийных перегрузок носит более губительный характер.

При отключении одного трансформатора на двухтрансформаторной подстанции, второй начинает работать с удвоенной нагрузкой. Длительная работа трансформатора в таком режиме недопустима. Разгрузку трансформатора можно осуществить согласно требованиям ПТЭ.

При разгрузке трансформатора согласно ПТЭ довольно грубо определяется допустимый коэффициент перегрузки. Отключение потребителей, которые могли бы остаться в работе, влечет за собой экономические потери, которые необходимо снижать до минимально возможных значений.

Существуют устройства, определяющие допустимые перегрузки и расчет срока службы трансформатора. Данные устройства не нашли широкого внедрения, поскольку их стоимость высока. Однако предлагается новый способ снижения экономических потерь, обусловленных отключением трансформатора, согласно алгоритму, описанному в ГОСТ 14209-97. Результатом работы является программа ЭВМ, с помощью которой оперативно-диспетчерский персонал сможет определять с высокой точностью допустимый коэффициент перегрузки силового трансформатора с учетом вида его системы охлаждения температуры и температуры окружающей среды.

УДК 62-52

ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ С ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

РАДИОНОВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. зам. начальника СЭР филиала ОАО «СО ЕЭС»

РДУ Татарстана АХМЕРОВ Б.И.

Допустимая токовая загрузка электросетевого оборудования энергосистем зависит от температуры наружного воздуха. От

недопустимых перегрузок, с высокой вероятностью вызывающих его разрушение, оборудование защищают устройства противоаварийной автоматики (далее по тексту – ПА). В связи с техническим несовершенством эксплуатируемых устройств ПА уставки меняются сезонно – два раза в год.

Настройка противоаварийной автоматики определяется допустимыми токами для $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для «зимнего» периода и $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ для «летнего» периода. Допустимые токи изменяются с дискретностью $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, внутрисуточные изменения температуры наружного воздуха могут превышать $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В существующей практике эксплуатации энергосистем сложилась ситуация, что при температурах наружного воздуха выше сезонной возможно повреждение оборудования от недопустимых перегрузок, а при температурах ниже сезонных – излишнее срабатывание ПА, в том числе и на отключение потребителей. Что повысить эффективность работы электросетевого оборудования, необходимо практически реализовать противоаварийную автоматику с температурной коррекцией.

Изучение номенклатуры выпускаемой промышленностью, в том числе и отечественной, номенклатуры устройств ПА показало, что в настоящее время производится аппаратура ПА, позволяющая корректировать уставки в зависимости от температуры.

Научные публикации на тему реализации ПА с коррекцией по температуре наружного воздуха отсутствуют. Таким образом, тема изучения особенностей такой автоматики, требований к аппаратуре, ее реализующей, является малоизученной и будет актуальной.

УДК 621.315

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110-220 КВ

ОКОННИКОВ И.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ПИСКОВАЦКИЙ Ю.В.

Ухудшение технического состояния электрических сетей является одной из основных причин роста повреждаемости воздушных линий (ВЛ) и силового оборудования подстанции. На начало 2001 г. протяженность ВЛ напряжением 220 кВ со сроком эксплуатации 60 и более лет составляет

порядка 9 тыс. км, из них около 70 % подлежит восстановительному ремонту.

Одновременно с выходом из строя отдельных элементов ВЛ, связанным с браком изготовителей или повреждениями при монтаже, происходит общее старение компонентов ВЛ, находящихся в исправном состоянии. Что вызвано в первую очередь коррозионными процессами в металлических деталях опор, повреждением фундаментов, ухудшением состояния железобетонных стоек опор, проводов, грозозащитных тросов, изоляторов, линейной арматуры.

Работы по техническому перевооружению, реконструкции и модернизации ВЛ должны производиться по результатам обследования технического состояния ВЛ. При обследовании необходимо получить достаточно точные и надежные данные, пригодные для анализа.

Регламентированные методы оценки технического состояния ВЛ сохраняют важное значение, являясь основой для планирования ремонтов ВЛ и поддержки на должном уровне эксплуатационной надёжности ВЛ в целом. Однако многие элементы традиционных технологий диагностирования отличаются большой трудоёмкостью и недостаточной надёжностью выявления дефектов. Стратегическая линия их модернизации заключается в формировании комплексных методик обследования, основанных на детальном физико-химическом анализе процессов и разработке новой аппаратуры, применении интеллектуальных программных продуктов и совершенствовании способов статической обработки результатов обследования.

УДК 621.315.175

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТРАКТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПЕРЕД УСТАНОВКОЙ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ГОЛОЛЕДА

ЯРУЛЛИН М.Р., КАСИМОВ В.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МИНУЛЛИН Р.Г.

Цель настоящей работы – исследование высокочастотных трактов линий электропередачи перед установкой системы раннего обнаружения гололеда.

При этом необходимо решить следующие задачи:

а) измерение панорамы частот высокочастотного (ВЧ) тракта линий электропередачи (ЛЭП) с помощью анализатора систем передачи и кабелей связи AnCom A-7/307 для последующей оценки помеховой обстановки и задания режимов работы устройства локационного зондирования;

б) измерение амплитудно-частотных характеристик ВЧ трактов ЛЭП для последующего согласования с аппаратурой локационного зондирования.

Были проведены целенаправленные диагностические измерения на действующих ЛЭП, отходящих от подстанции «Кутлу Букаш» филиала ОАО «Сетевая компания» Приволжские электрические сети.

В панораме частот, полученной с помощью анализатора AnCom A-7 при отключенной аппаратуре ВЧ связи, на частотах примерно 200, 300 и 550 кГц присутствуют сигналы, не указанные в технической документации подстанции «Кутлу Букаш» как рабочие частоты приемопередатчиков, действующих на данной линии. Можно полагать, что эти сигналы являются наводками от ВЧ аппаратуры соседних линий. Среди них выделяется сигнал на частоте 200 кГц с амплитудой примерно 1 В. Этот сигнал соизмерим по величине с сигналами штатных передатчиков аппаратуры АВС-1 и АВС-3, и его следует учитывать при определении режимов работы локационного устройства.

Для выбора оптимальных параметров зондирующего импульса были сняты АЧХ контролируемых линий

Сигналы локационного зондирования занимают частотную область до 1 МГц. На измеренной АЧХ линии видно, что в полосе 50–1000 кГц затухание сигнала не превышает 20 дБ за исключением частот, на которых работает аппаратура связи. Нужно подбирать параметры сигнала локационного зондирования такими, чтобы основная часть энергии в спектре сигнала находилась в пределах от 50 до 800 кГц для данной линии, так как частота мешающих сигналов в данном случае равна 800 кГц и выше.

УДК 621.315.175

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ НАЛИЧИИ ГОЛОЛЕДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРОВОДАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

КАСИМОВ В.А., ЯРУЛЛИН М.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МИНУЛЛИН Р.Г.

При осаждении гололедно-изморозевых отложений (ГИО) на проводах воздушных линий (ВЛ) происходит увеличение затухания и появление запаздывания высокочастотных (ВЧ) сигналов локационного зондирования в линейном тракте (ЛТ), обусловленные диэлектрическими свойствами ГИО. Наибольшие изменения сигнала вызывает чистый гололед, так как он образует наиболее плотное покрытие.

Предлагается изменения параметров сигналов рассчитывать согласно модальному распространению сигналов в ЛТ. Земляная мода имеет минимальное дополнительное затухание и запаздывание при ГИО, но из-за сильного затухания без гололеда земляная мода не рассматривается. И учет влияния гололеда производится для основной (как правило, первой) моды. Также следует учитывать «механическое» запаздывание, вызванное удлинением проводов под действием веса гололеда и ветровых нагрузок. Таким образом, суммарное запаздывание локационного сигнала вычисляется по формуле

$$\Delta\tau_{\text{гол}} = 2l_{\text{гол}} \left((\delta l + 1)\Delta g + \frac{\delta l}{c} \right),$$

где $l_{\text{гол}}$ – длина участка покрытого гололедом; δl – относительное удлинение провода под действием гололедно-ветровых нагрузок; c – скорость света; Δg – коэффициент, отражающий изменение коэффициента распространения и зависящий от схемы организации ВЧ тракта, параметров гололедных отложений и частоты сигнала. Аналогично через изменения модального коэффициента затухания рассчитывается дополнительное затухание сигнала, вызванное ГИО.

Предлагается использовать полученные согласно модальному распределению зависимости запаздывания и дополнительного затухания от параметров гололедных отложений на проводах ВЛ для решения обратной задачи – определения параметров гололедных отложений по параметрам локационного сигнала.

УДК 621.311

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

ИСАЕВ И.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.

Одним из перспективных направлений в энергетике является создание сетей Smart Grid («умные сети»), предпосылками к созданию которых является увеличение надежности, безотказность работы, энергоэффективность. Это переход от жесткой структуры «генерация – сети – потребитель» к более гибкой, в которой каждый узел сети может являться активным элементом. При этом интеллектуальная сеть в автоматическом режиме производит переконфигурацию при изменении условий.

Одним из элементов Smart Grid является цифровая подстанция (ЦПС), работа которой описана в стандарте МЭК 61850 «Системы и связи внутри подстанции».

Основным отличием цифровой подстанции (ЦПС) от традиционных является широкое внедрение цифровых интерфейсов взамен аналоговых. В основном это касается систем релейной защиты и автоматизации (РЗА), телемеханики и учёта. Так, на смену передаче сигналов по цепи оперативного постоянного тока приходит протокол GOOSE, описанный в серии стандартов МЭК 61850, на смену цепям переменного тока и напряжения приходит протокол МЭК 61850-9-2 (также именуемый как SV). Появление этих протоколов и их внедрение вносят существенные изменения как в архитектуру системы автоматизации, так и в подходы к проектированию этих систем.

Первая глава стандарта выпущена в виде технического отчёта и служит введением в серию стандартов МЭК 61850. В главе описаны базовые принципы, положенные в основу системы автоматизации, работающей в соответствии с МЭК 61850. Первой главой стандарта определена трёхуровневая архитектура системы автоматизации, включающая уровень процесса, уровень присоединения и уровень станции. Изначально стандартом была определена лишь система автоматизации в рамках одного объекта и связи между несколькими ПС не были включены в модель

Стандарт МЭК 61850, изначально разработанный для применения в рамках систем автоматизации подстанций, постепенно начинает распространяться и на системы автоматизации других объектов энергосистемы, о чем свидетельствует ряд недавно изданных и еще больший ряд готовящихся к публикации документов.

УДК 621.311.4-519

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ: ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

ШИТОВ Р.В., ИСАЕВ И.А., КГЭУ, г. Казань,
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ГУБАЕВ Д.Ф.;
канд. физ.-мат. наук, доц. МУСТАФИН Р.Г.

В настоящее время практически все ведущие фирмы электроэнергетической отрасли активно работают в направлении перевода систем сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций на цифровые технологии.

Цифровая подстанция укомплектована интеллектуальным вторичным оборудованием, работающим на едином стандартном протоколе обмена информацией – IEC (МЭК) 61850. В частности, на подстанции установлены высоковольтные цифровые измерительные оптические трансформаторы тока и напряжения, многофункциональные приборы измерений и учета, станционная шина и шина процесса, система синхронизации, новая система отображения и управления подстанцией (SCADA). Внедрены волоконно-оптические кабели, позволяющие отказаться от использования дорогостоящих медных проводов.

Цели создания цифровой подстанции:

1. Унификация информационных протоколов обмена данными.
2. Обеспечение интероперабельности устройств.
3. Сокращение кабельного хозяйства.
4. Обеспечение наблюдаемости каналов сбора, передачи информации и управления.
5. Снижение метрологических потерь во вторичных цепях.
6. Упрощение способов тиражирования первичной информации.
7. Упрощение механизмов поверки устройств.
8. Применение устройств с обновляемым программным обеспечением.
9. Унификация механизмов конфигурирования подстанции.
10. Формирование единой системы диагностики. Переход к выполнению удаленной функциональной диагностики.
11. Обеспечение информационной безопасности энергообъекта.
12. Переход к необслуживаемым подстанциям

УДК 621.311

ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА РАЗГРУЗКИ АВТОТРАНСФОРМАТОРА НА ПОДСТАНЦИИ 500/220/110/10

АХМАДИЕВ И.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ПИСКОВАЦКИЙ Ю.В.

В области проектирования противоаварийной автоматики (ПА) энергосистем существует ряд нерешенных технологических проблем, которые требуют научно-исследовательских проработок.

В эксплуатационной практике нередки случаи перегрузки автотрансформаторов вследствие различного ряда обстоятельств. Они могут быть как систематическими, как, например, перегрузка оборудования, так и аварийными, как, например, короткое замыкание. Все вышеперечисленное ведет к нарушению устойчивости энергосистемы.

Важную роль в ликвидации нарушения в работе энергосистемы играет противоаварийная автоматика. Цель ПА – предотвращение возникновения аварийных нарушений, прекращение аварийных нарушений и их каскадного развития, восстановление рабочего режима после нарушения. В нормальном режиме ПА должна обеспечивать электроснабжения потребителей при минимальных затратах (или расходе условного топлива) на производство электроэнергии, а также при соблюдении ограничений по качеству электроэнергии, надежности электроснабжения, расходу отдельных видов энергоресурсов. Кратковременно после ликвидации аварийной ситуации, устранения опасной перегрузки до перераспределения мощности между работающими электростанциями, изменения режима по напряжению режим энергосистемы может быть нормальным, но не оптимальным.

В работе представлена модель развития процессов, возникающих как при систематических, так и аварийных перегрузках автотрансформатора. В работе рассмотрена работа автотрансформатора при работе при двух временах года (летнем и зимнем), так как перегрузочная способность зависит от температуры верхних слоев масла и, как следствие, температуры окружающей среды.

Особо отмечена проблема внедрения микропроцессорной аппаратуры, которая могла бы повысить глубину тестирования и диагностики неисправности, широко отображать текущие процессы, а также иметь возможность осциллографирования и архивирования для последующей передачи этой информации на верхние уровни управления.

ИСКАЖЕНИЕ РАБОТЫ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

ДЕНИСЕНКО С.А., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. ст. преп. ХАКИМЗЯНОВ Э.Ф.

При практическом применении дистанционной защиты (ДЗ) необходимо рассмотреть несколько факторов, влияющих на точность измерений и на уставки ступеней защиты. Основным искажающим фактором является наличие переходного сопротивления R_{Π} в месте повреждения (дуги, опоры и т. д.). При этом, как правило, сопротивление R_{Π} рассматривается как активное.

В общем случае в энергосистеме (ЭС) с двухсторонним питанием значение сопротивления в месте установки защиты определяется как:

$$Z_{AB} = Z_{1k} \cdot l_k + Z_{\Pi}; \quad Z_{\Pi} = R_{\Pi} \cdot k_p. \quad (1)$$

Из данного выражения следует, что при дуговых замыканиях при разных длинах петли короткого замыкания l_k точки Z_{AB} , Z_{A0} не находятся на прямой, соответствующей характеристике короткозамкнутой воздушной линии (ВЛ). В случае двухстороннего питания амплитуда и фаза токов на входе измерительного органа ДЗ и протекающих через R_{Π} не равны ($k_p \neq 1$) и замер определяется выражениями (1). В зависимости от значения коэффициента токораспределения k_p результаты измерения Z_{AB} различны и в общем случае могут располагаться в разных квадрантах плоскости Z .

Данные явления могут приводить к отказу действия защиты или её неправильной работе при КЗ на защищаемом участке из-за подпитки места КЗ при наличии R_{Π} током от противоположной части ЭС и расположении вследствие этого вектора входного сопротивления вне характеристики срабатывания защиты, также может иметь место неселективная работа ДЗ и недостаточная чувствительность защиты к КЗ.

В ходе работы в рабочей среде Matlab Simulink была смоделирована модель энергосистемы с двухсторонним питанием, а в программе Mathcad 14 был составлен математический алгоритм работы первой ступени ДЗ ВЛ при наличии «контура памяти». При моделировании КЗ на ВЛ были выявлены случаи ложного срабатывания защиты при близких повреждениях относительно места установки защиты. Были получены

соответствующие осциллограммы, сигналы срабатывания и расположение точки короткого замыкания на характеристике срабатывания дистанционной защиты (траектория движения точки в течение всего времени существования КЗ и с учетом «контура памяти»).

В настоящий момент ведется разработка алгоритма второй ступени дистанционной защиты, для проверки селективной работы защиты, а также ведется поиск решения по устранению выявленного ложного срабатывания.

УДК 621.311

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОДСТАНЦИИ 110/10 КВ

САГИТОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ПИСКОВАЦКИЙ Ю.В.

В настоящее время повсеместно происходит реконструкция систем энергоснабжения на объектах. Возрастающие требования к безопасности эксплуатации объектов предъявляют высокие требования к бесперебойному электроснабжению объектов. Один из важнейших факторов безаварийной работы энергосистемы – обеспечение надежной работы систем постоянного оперативного тока (СОПТ).

СОПТ обеспечивает питание терминалов релейной защиты, противоаварийной автоматики, АСУ ТП и цепей управления коммутационными аппаратами, автоматики и сигнализации в нормальных режимах и в течение двух часов (и более) при потере питания переменным током. Для питания устройств, требующих питания от независимого источника постоянного тока, создается специальная распределительная сеть. Отраслевые нормативно-технические документы (НТД), регулирующие вопросы проектирования и эксплуатации электроустановок собственных нужд электростанций и подстанций (ПС), не обновлялись с 80-х годов прошлого века. Таким образом, повышение надежности безаварийной работы энергосистемы обеспечивается внедрением разнообразных современных аккумуляторов, зарядных устройств, защитных аппаратов, устройств для защиты от перенапряжений.

В работе произведен расчет токов КЗ цепей аккумуляторных батарей и произведена замена батарей открытого типа на батареи закрытого типа, что обеспечивает экономию на обслуживании. Зарядно-подзарядные

агрегаты используют устройства с микропроцессорным управлением. В шкафах установлена система непрерывного контроля изоляции, приборов для определения поврежденного фидера и фидерных измерительных трансформаторов. Шкафы с автоматическими выключателями предназначены для питания нагрузок нижнего уровня.

Таким образом, в работе рассмотрено современное микропроцессорное оборудование, позволяющее повысить безопасность эксплуатации и бесперебойное электроснабжение энергообъектов.

УДК 621.316.761.2

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЦЕПЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

ЛАГОЙКИН В.П., КГЭУ, г. Казань

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

Обеспечение надежной работы систем постоянного оперативного тока (СОПТ) один из важнейших факторов безаварийной работы электрических станций и подстанций. Решение этой задачи обеспечивается внедрением разнообразных современных аккумуляторов, зарядных устройств, защитных аппаратов, устройств для защиты от перенапряжений.

Вместе с тем значительное количество СОПТ электрических станций и подстанций имеет длительный срок эксплуатации. В ряде случаев внедрение современного оборудования проводится без должного учета технических параметров. Например, при выборе аккумуляторных батарей зачастую не учитывается их внутреннее сопротивление. Это может приводить к отказам защитных аппаратов и недопустимо большим провалам напряжения в СОПТ. Компоновка батарей и прокладка токопроводов иногда осуществляется без учета их влияния на индуктивность цепи и, как следствие, коммутационных перенапряжений и отключающей способности защитных аппаратов.

Между аккумуляторной батареей и шкафами распределения постоянного тока может быть установлен стабилизатор напряжения. Применение стабилизатора позволяет улучшить качество напряжения и одновременно позволяет разряжать аккумуляторную батарею до 1,7 В на элемент при сохранении на шинах щита постоянного тока напряжения

235 В даже при 50 % перегрузке. При использовании стабилизатора количество элементов в аккумуляторной батарее сокращается.

Для защиты от коротких замыканий в цепи, соединяющей аккумуляторную батарею с ЩПТ, в середину батареи включаются плавкие предохранители.

УДК 621.311

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ПОДСТАНЦИИ

БАЖЕНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

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

До недавнего времени в России при проектировании подстанции (ПС) учитывалось, что данный энергообъект будет работать при постоянном наличии на нём обслуживающего персонала.

С появлением автоматизированных систем управления технологическими процессами подстанцию без обслуживающего персонала стало возможно реализовать, что имеет ряд преимуществ: развитая автоматизация процессов переключений более надежна, нежели человек, который может допустить ошибку; четкая система регламентов, описывающих поведение диспетчера при различных переключениях, аварийных ситуациях на каждой ПС; диспетчер может предпринять более эффективные меры, так как видит ситуацию целиком с помощью мнемосхемы; полная документация по всему оборудованию, адекватно описывающая текущую ситуацию; экономия затрат на персонал ПС (тем более, если ПС находится в отдалении от населенного пункта).

В работе произведен расчет токов КЗ в различных точках на рассматриваемой подстанции. Рассмотрен регламент действия энергодиспетчера при аварии на ПС. Описана работа автоматики при регулировании режимов работы на ПС, устранении аварийных ситуаций.

Таким образом, в работе рассмотрены современное микропроцессорное оборудование, что дает нам повысить безопасности эксплуатации и бесперебойному электроснабжению энергообъектов.

УДК 621.316.761.2

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ, ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА

КРОПИН А.В., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ПИСКОВАЦКИЙ Ю.В.

Современные электроэнергетические системы, имеющие в своем составе линии электропередачи СВН и характеризующиеся широкими диапазонами рабочих режимов, требуют применения устройств компенсации реактивной мощности. В настоящее время требования, предъявляемые к данным устройствам, значительно возросли в силу необходимости решения следующих актуальных задач функционирования единой электроэнергетической системы России (ЕЭС): недостаточная пропускная способность линий электропередачи; слабая управляемость электрических сетей и недостаточный объем устройств регулирования напряжения и реактивной мощности, как следствие этого, повышенные до опасных значений уровни напряжения в сетях в периоды сезонного и суточного снижения нагрузки.

Управляемый шунтирующий реактор (УШР) – новый тип устройства FACTS (управляемое оборудование для электрических сетей переменного тока) представляет собой статическое устройство шунтирующего типа с плавно регулируемым индуктивным сопротивлением. Управляемые шунтирующие реакторы предназначены для автоматического управления потоками реактивной мощности и стабилизации уровней напряжения.

Для решения поставленных задач в работе предполагается использование объектно-ориентированных программ моделирования типа MatCAD и Matlab; применение методов теории электрических цепей для расчета аварийных режимов работы УШР при определении вариантов регулирования. При разработке программной части использовать метод пошаговой отладки в среде программирования Lab VIEW.

Справедливость теоретических положений подтверждается использованием апробированных методов анализа электромагнитных процессов в силовых электронных устройствах и корректностью принятых допущений, а также результатами компьютерного и физического моделирования.

СЕКЦИЯ 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 629.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ

ГАЛЯУВ И.Р., ТЮМЕНЕВА О.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Подвижной и специальный подвижной состав подлежат в соответствии с законодательством Российской Федерации обязательной сертификации в рамках Системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ССФЖТ). Технические требования к специальному подвижному составу и съемным подвижным единицам, а также порядок их технического обслуживания, ремонта и эксплуатации устанавливаются Министерством путей сообщения (МПС) России.

Типы и основные характеристики вновь строящегося подвижного состава утверждаются в порядке, установленном МПС России. Техническое задание на вновь строящийся подвижной состав утверждается поставщиком по согласованию с МПС России, а чертежи узлов и деталей и технические условия – поставщиком по согласованию с соответствующими департаментами Министерства путей сообщения России.

Каждый вагон независимо от типа и вида должен обладать необходимой прочностью при минимальной массе, быть простым и дешевым в изготовлении, а также удобным и экономичным в эксплуатации.

Все элементы вагонов по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными МПС России.

Вновь построенный, а также прошедший капитальный ремонт подвижной состав, в том числе специальный самоходный, до сдачи его в эксплуатацию на железную дорогу должен быть испытан и принят от завода-поставщика в порядке, установленном МПС России. На каждый локомотив, вагон, единицу моторо-вагонного и специального подвижного состава должен вестись технический паспорт (формуляр), содержащий важнейшие технические и эксплуатационные характеристики.

Соблюдение технических требований, своевременное проведение планово-предупредительного ремонта, технического обслуживания и содержание в исправном состоянии подвижного состава является

основным фактором, обеспечивающим его бесперебойную работу, предупреждение появления неисправностей и безопасность движения.

УДК 629.3

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

ДАВЛЕТШИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

В электроэнергетике и на электрифицированных железных дорогах, для обеспечения изоляции проводов линий ЛЭП и проводов контактной сети железных дорог от несущих конструкций, к которым производится их крепление, широко применяются фарфоровые изоляторы. Для надежной эксплуатации контактных сетей железных дорог особую проблему представляют процессы накопления дефектов в фарфоровых изоляторах, когда уровень отказов изоляторов достигает границы, выше которой экономически целесообразнее произвести сплошную замену, чем вести профилактические и ремонтные работы по замене отказавших изоляторов.

Согласно обобщенным статистическим данным о работе фарфоровых тарельчатых изоляторов в контактных сетях железных дорог стран СНГ, среднегодовой уровень отказов существенно превышает нормированные значения. Вместе с тем реальная повреждаемость контактной сети по причине выхода из строя изоляторов на порядок меньше, чем прогнозируемые значения. Это, прежде всего, связано с тем, что изоляция в контактных сетях обеспечивается заведомо большим запасом по электрической прочности установкой дополнительных изоляторов в гирляндах, а также систематической заменой дефектных изоляторов.

Действительно, анализ демонтированных изоляторов и лабораторные исследования показывают, что основным фактором ухудшения фарфоровых изоляторов является механическое воздействие, которому они подвергаются в процессе эксплуатации. При этом конечным исходом потери работоспособности этих изоляторов является потеря электрической прочности, а не механическое разрушение. В то же время «зануление» изоляторов практически не оказывает влияния на их механическую прочность, что подтверждается многолетней практикой проведения электромеханических испытаний. Таким образом, надежность работы сети

определяется в основном внутренней электрической прочностью изоляторов, а не их механической прочностью, и отказы сети обуславливаются электрическим отказом всех последовательно присоединенных изоляторов в гирлянде.

УДК 629.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИФИКИ ПРИГОРОДНОГО ДВИЖЕНИЯ

ЗИНИНА Е.В., ЧЕКАЕВА М.А., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СТЕПАНОВ Е.Л.

Задача состоит в разработке практических рекомендаций по корректировке режимных карт ведения электропоезда с целью экономии энергии, затрачиваемой на движение, в установлении составляющих, определяющих расход энергии.

На расход электроэнергии в эксплуатации оказывают влияние многие факторы, действующие и случайные. В таких условиях, когда одному значению независимой величины соответствует не одно, а несколько значений переменной величины, колеблющихся (изменяющихся) вокруг своих средних значений, оценить влияние каждой независимой переменной на конечный результат возможно методами корреляции.

Удельный расход энергии можно представить в виде суммы постоянной и переменной составляющих. К первой группе можно отнести среднее значение КПД электропоезда, его техническое состояние, метеоусловия и т.п. Величина постоянной составляющей b определяем статистическим путём на основании анализа данных работы электродепо.

К группе переменных факторов можно отнести такие показатели, как нагрузка на ось, расхождение скоростных характеристик, участковая и техническая скорости, применение рекуперативного торможения. Влияние этих факторов учитывается переменной составляющей $f(x_1, x_2, \dots, x_p)$. В общем виде расход энергии

$$a = b + f(x_1, x_2, \dots, x_p).$$

Для того чтобы установить влияние каждого из этих показателей на расход электроэнергии, необходимо использовать метод множественной корреляции, начиная с парной корреляции.

УДК 629.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СРЕДСТВ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

РАМАЗАНОВ Р.Р., САМИГУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Тормозные колодки в основном изготавливаются двух видов: чугунные и композиционные. Композиционные тормозные колодки, по сравнению с чугунными, получили значительно более широкое применение, так как они имеют более высокий коэффициент трения, меньшее усилие нажатия, в несколько раз более высокий срок службы, меньший вес и стоимость, а также обеспечивают бесшумное и плавное торможение поезда.

Однако при эксплуатации тормозных композиционных колодок наблюдается снижение тормозной эффективности в осенне-весенний период времени, особенно при обледенении. Используемая тормозная колодка ФРИТЕКС Контакт успешно прошла многолетние испытания на натуральных динамометрических стендах, Северной и Восточно-Сибирской железных дорогах. Конструкция колодки ФРИТЕКС Контакт с гибким защемлением вставки в проволочном каркасе является самой простой, прочной и надежной в мире. Колодками этой конструкции, начиная с января 2008 года, оснащаются новые грузовые вагоны с нагрузкой на ось до 30 т на многих вагоностроительных заводах России. Особенностью этих колодок является наличие в конструкции композиционной твердой вставки из специального чугуна, восстанавливающей поверхность катания колеса в процессе обычного торможения, и полуметаллической композиции колодки на полимерном каучуковом связующем, в которой более 50 % от массы колодки составляют железный порошок, стальное волокно и соединения железа. В процессе торможения при нормальных и низких температурах полуметаллическая композиция колодки и вставка из чугуна оказывают очищающее воздействие на колесо, увеличивают шероховатость поверхности катания колеса и стабильность эффективности торможения, особенно в осенне-весенний период.

В процессе торможения при высоких температурах чугун на рабочей поверхности вставки размягчается, продукты его износа заполняют микротрещины на поверхности катания колеса, предотвращая тем самым дальнейшее развитие этих трещин, способствуют улучшению поверхности катания колеса и увеличению стойкости колес к образованию выщерблин и других дефектов.

УДК 621.316:629.1

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

ХАЕРТДИНОВА А.Р, МАТВЕЕВ А.С., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Техническое обслуживание – это комплекс операций или операция по поддержанию работоспособного или исправного состояния изделия при использовании его по назначению, хранении и транспортировании.

Одной из основных задач, решаемых в процессе проведения технического обслуживания тепловозов, является контроль и определение вида технического состояния оборудования, с помощью системы автоматического управления и контроля (САУ и К). Система управления и контроля спроектирована так, что машинист и члены поездной бригады имеют доступ к информации разного уровня в соответствии со своей компетенцией. Техническое и программное обеспечение системы в достаточной степени резервировано, так что отказ одного компонента не влияет на надежность работы системы в целом.

САУ и К имеет динамичную конфигурацию и предназначена для управления, контроля, технической диагностики оборудования, обеспечения безопасности движения и выполнения следующих функций:

- сигнализации о выходе важнейших параметров за пределы допустимого;
- отображения фактического состояния некоторых узлов;
- обнаружения неисправностей дизелей и передачи соответствующих данных на табло;
- регистрации и хранения информации о повреждениях и отказах;
- обращение к хранящейся в памяти информации позволяет персоналу депо узнать причины отказов путем ввода кода отказа, даты и времени.

Обнаруженные отказы и дефекты классифицируются по характеру и степени тяжести, и сведения о них поступают в порядке, соответствующем данной классификации. Информация об отказах и дефектах не ниже определенного класса записывается в памяти подсистемы. Соответствующая архивная страница «истории отказов» выводится или на бумажном, или на электронном носителе информации. Применение САУ и К позволяет оптимизировать затраты и уменьшить продолжительность проведения технического обслуживания модернизированных тепловозов.

УДК 629.3

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СХЕМЫ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА ДЛЯ ГОРОДСКОГО НЕРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

КАЗАКОВА Р.В., КГЭУ, г. Казань

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

Современные системы, регулирующие скорость электрических транспортных средств (троллейбуса, трамвая и др.), базируются в основном на полупроводниковых технологиях. Применение технологии транспортных модулей позволяет создать преобразователи, решающие ключевые проблемы электротяги, обеспечивающие высокий КПД во всех режимах работы, высокое качество регулирования скорости (плавность хода), снижение массы и габаритов систем управления за счет частотного регулирования, а также дает возможность заменить двигатель с последовательным возбуждением на двигатель с независимым возбуждением.

Применение транзисторного преобразователя, управляемого от микропроцессора, улучшает тяговые возможности двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Наряду с улучшением тяговых характеристик предлагаемое устройство контролирует мощность двигателя, а также решает некоторые практические проблемы, связанные с точкой перехода в зону ослабления возбуждения. Известно, что двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением имеют естественную характеристику, поэтому во всех видах электрических транспортных средств в массовом порядке применяются двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением.

В режиме разгона обмотка возбуждения включена в цепь ротора последовательно для того, чтобы обеспечить требуемые тяговые характеристики. В режиме торможения контур возбуждения отделяется от контура ротора. Это вызвано необходимостью обеспечить надежное электродинамическое торможение. Питание обмотки возбуждения в этом случае осуществляется автономно от аккумуляторной батареи.

Применение полупроводниковых преобразователей, особенно транзисторных, дает возможность получить требуемые тяговые характеристики совершенно новым методом. Введение независимых функциональных узлов, регулирующих ток ротора и ток возбуждения, легко решает проблему оптимизации работы в режимах разгона и торможения, а также рекуперации или электродинамического торможения.

УДК 62-83

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ЦИФРОВОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

ФАЙЗРАХМАНОВА Э.З., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХИЗБУЛЛИН Р.Н.

Одним из важнейших элементов при создании регулируемого электропривода является получение энергоэффективных законов управления и повышение КПД самой машины. Целью математического моделирования является создание системы управления асинхронным электроприводом и обеспечение максимального момента на валу двигателя при низких оборотах. Поэтому большое значение имеет не только выбор системы моделирования, но и адекватность самой модели к процессам, происходящим в преобразователе.

Актуальной задачей прямого управления моментом является обеспечение быстрой реакции электромагнитного момента двигателя на управляющее воздействие. В отличие от «традиционных» систем векторного управления, где изменение момента производится путем воздействия на ток статора, который является управляемой величиной, в системе с прямым управлением моментом управляемой величиной является потокосцепление статора. Изменение потокосцепления достигается путем оптимального переключения ключей инвертора напряжения, от которого питается асинхронный двигатель.

Немаловажное значение при векторном управлении имеет система координат. С которой строились системы управления асинхронным двигателем по тем же принципам, что системы управления двигателем постоянного тока. При этом характеристики асинхронного двигателя становятся близкими к характеристикам двигателя постоянного тока, что позволяет существенно повысить экономическую эффективность электропривода с АД.

Повышение энергоэффективности и КПД двигателя осуществляется за счет использования алгоритма управления. Данные электроприводы отрабатывают стопроцентный скачок задания момента при низких частотах, включая и нулевую скорость, а также обеспечивают точность поддержания скорости асинхронного двигателя с использованием датчика скорости.

УДК 629.3

РАЗРАБОТКА ТРОЛЛЕЙБУСА С ДОСТАТОЧНЫМ АВТОНОМНЫМ ХОДОМ

МУХАМЕДЖАНОВА Г.Р., КГЭУ, г. Казань

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

Существует положительный опыт одного из отечественных разработчиков в создании троллейбуса с автономным ходом при полной загрузке контактной сети, однако дальность автономного хода невелика. Поэтому разработка троллейбуса с достаточным автономным ходом является актуальной и до конца не решенной задачей.

Целью данной работы является повышение энергоэффективности электроподвижного состава за счет рационального использования энергии. Для достижения поставленной цели необходимы модернизация энергосберегающего привода за счет использования энергоэффективных двигателей, литий-ионных аккумуляторов в качестве автономных накопителей энергии, применение современных быстродействующих силовых ключей на базе IGBT транзисторов, а также оптимизация режима ведения троллейбуса (учет расхода электроэнергии на каждом участке выбранного профиля пути).

При оптимизации режима ведения троллейбуса составляют карту вождения с целью обеспечения на выбранном маршруте увеличения скорости сообщения, сокращения времени движения, соблюдения регулярности движения и экономии расхода электроэнергии при существующих условиях движения. Важнейшим условием правильного режима ведения является выбор рациональной скорости разгона, до которой целесообразно разгонять троллейбус к началу участка выбега, что обеспечивает наиболее экономичный режим ведения, минимальное количество пусков на перегоне. Контроль за правильным исполнением режима ведения достаточно осуществлять по времени, затрачиваемому на движение, или расходу электроэнергии.

Обоснование выбора режима ведения троллейбуса производится разбиением перегона на участки, расчетом времени движения по участку пути, расчетом удельного расхода электроэнергии на движение, расчетом режима ведения на перегоне и на маршруте.

УДК 629

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА РАБОТУ ГЕНЕРАТОРОВ ТЕПЛОВОЗОВ

ХУСНУТДИНОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ИДИЯТУЛЛИН Р.Г.

Железнодорожный транспорт играет важнейшую роль в развитии хозяйственно-экономического комплекса России. К настоящему времени в тяговом подвижном составе преобладают локомотивы, построенные более 25 лет назад. Для того чтобы снизить темпы старения парка локомотивов, руководство Российских железных дорог приняло программу, связанную с продлением срока службы локомотивов.

Продление срока службы локомотивов базируется на анализе их технического состояния. Как показали результаты анализа технического состояния локомотивного парка страны, самыми ненадежными узлами в силовых цепях локомотива (по количеству отказов) являются электрическая аппаратура и изоляционные конструкции тяговых электродвигателей и генераторов. Надежность и срок службы изоляционных конструкций тяговых электродвигателей и генераторов зависят от температурного режима, который в свою очередь зависит от диапазона изменения нагрузок, внешних условий (температуры наружного воздуха, влажности и запыленности воздуха и т.д.).

Развитие поездной тяги способствовало повышению агрегатной мощности электродвигателей. Однако ограничения на их габариты и массу привели к возрастанию нагрузки активных элементов и, как следствие, к интенсификации охлаждения. В связи с этим становится острой проблема создания такой системы охлаждения тяговых электродвигателей, в которой расход охлаждающего воздуха должен изменяться в зависимости от температуры его элементов. Большим преимуществом регулирования расхода охлаждающего воздуха в зависимости от теплового состояния тяговых электродвигателей является уменьшение диапазона и амплитуды колебаний температуры элементов их конструкции в процессе эксплуатации.

Несмотря на большое количество известных методов непосредственных и косвенных измерений локальных или средних температур обмоток (неподвижных и вращающихся), только расчет температурных полей для различных режимов эксплуатации тяговых электродвигателей позволяет оптимизировать работу вентиляционной установки.

УДК 621.316:629.1

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

САВЕЛЬЕВ А.А., КИСЕЛЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Протяженность отечественных железных дорог, электрифицированных по системе переменного тока, превышает 24 тыс. км.

На начальном этапе электрификации отечественных железных дорог на переменном токе промышленной частоты напряжением 27,5 кВ на тяговых подстанциях практически повсеместно применяли трехфазные трехобмоточные трансформаторы мощностью 25 или 40 МВ·А. Номинальный фазный и линейный токи трансформатора мощностью 40 МВ·А при равномерной нагрузке трех фаз соответственно составляют 485 и 840 А. При несимметричной тяговой нагрузке даже в случае одинаково нагруженных плеч питания токи фаз и плеч равны соответственно 485 и 550 А, а реализуемая мощность подстанции на стороне тяги снижается с 40 до 30,25 МВ·А. При допустимой перегрузке в 1,5 раза в течение часа потеря напряжения до шин тяговой подстанции составляет примерно 6,7 кВ.

Годовые потери энергии в трансформаторах, вызываемые токами обратной последовательности, составляют даже при равной нагрузке плеч до 250000 кВт·ч. Широкое использование пакетных графиков движения поездов массой 4000, 6000, 8000 т и более создает в плечах тяговых подстанций токи 800–1000 А и выше, что приводит к необходимости включать резервные трансформаторы. При этом железные дороги лишаются резерва. Улучшить работу подстанций позволяют симметрирующие трансформаторные приставки.

Сравнение характеристик тяговой подстанции при отсутствии и наличии симметрирующих трансформаторных приставок показывает, что в результате применения этих приставок оказывается возможным:

- повысить у трансформатора с номинальной мощностью 40 МВ·А используемую мощность с 30,25 до 38,7 МВ·А, что позволяет сохранять его в резерве, как это требуется для потребителей 1-й категории;
- обеспечить симметрирование нагрузок фаз на двухпутных участках с развернутой длиной межподстанционной зоны 80–110 км;
- существенно сократить потери напряжения на участках между источниками энергии и шинами 27,5 кВ тяговых подстанций.

УДК 621.316:629.1

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИЗНОС В СИСТЕМЕ КОНТАКТНЫЙ ПРОВОД – ТОКОПРИЕМНИК

САВЕЛЬЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Главной задачей системы контактная сеть – токоприемник является надежная передача электрической мощности от стационарных устройств тягового электроснабжения к перемещающемуся потребителю – тяговому подвижному составу во всем диапазоне скорости движения. Процесс передачи мощности должен проходить при наличии постоянного механического и электрического контакта, т. е. непрерывно и с высокой надежностью. В то же время износ контактного провода и пластин токоприемника должен быть минимальным. Работа по передаче через скользящий контакт электрической энергии сопровождается нагревом зоны контакта, вызываемым протеканием тока и трением. Это приводит к механическому и электрическому износу провода и контактных пластин, или угольных вставок (далее – контактные пластины).

В результате разнообразия относительных перемещений контактного провода и пластин токоприемника скорость движения оказывает столь же многостороннее влияние на процессы в контакте. В результате нагрева зоны контакта прежде всего повышается температура так называемого пятна контакта. Его температура является важнейшим параметром, определяющим физические и химические процессы в скользящем контакте. Это реальное механическое пятно контакта является основным элементом при рассмотрении взаимодействия контактного провода и токоприемника. Температура плавления меди, при которой происходит электрический износ контактного провода, составляет 1083 °С. В условиях эксплуатации электроподвижного состава переменного тока при нормальном прилегании угольных вставок к медному контактному проводу, когда обеспечивается надежный токосъем без образования электрической дуги, нагрев контакта до такой температуры маловероятен. Для расчета нагрева зоны контакта при движении электроподвижного состава следует учитывать не только силы трения, но и длительность воздействия.

Для более глубокого изучения проблемы износа системы контактный провод – контактные пластины (или угольные вставки) необходимо исследовать влияние дугообразования на электрический износ.

УДК 621.313

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ С КОЛЬЦЕВОЙ ОБМОТКОЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

ЧИЛЬДИНОВ П.А., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

Бурный рост городского автотранспорта привел к необходимости разработки машин, не загрязняющих воздушные бассейны выхлопными газами, имеющих низкий уровень шума и прогрессивные конструктивные решения. Современные технические системы имеют ряд недостатков по своим техническим и экономическим показателям за счет наличия редуктора, так как всегда предполагается определенный процент потерь передаваемой мощности за счет сил трения.

Новая концепция безредукторного привода исключает многие механические потери между двигателем и рабочим агрегатом, обладает более высокой энергоэффективностью. При выполнении привода ведущих колес по типу «мотор-колесо», в едином агрегате конструктивно объединены тяговый электродвигатель и механическая передача, соединяющая его с колесным движителем.

В качестве двигателя безредукторного привода выбран и спроектирован вариант бесконтактной синхронной электрической машины с кольцевой обмоткой на статоре и высококоэрцитивными постоянными магнитами на роторе, что обеспечивает более широкие функциональные возможности в самых тяжелых условиях и режимах по сравнению с асинхронной. При этом для большинства объектов управления бесконтактный двигатель выполняется тихоходным. Высокий КПД – характерный признак такого низкооборотного, но высокомоментного двигателя с частотным управлением.

Магнитоэлектрический двигатель способен также работать в режиме генератора электрической энергии. Конструкция якоря электрической машины позволяет упростить обмотку, обеспечить надежное крепление обмотки к сердечнику, защитить обмотку от различных воздействий. За счет очень малых лобовых частей кольцевой обмотки электрическая машина имеет лучшие энергетические и массогабаритные характеристики.

УДК 629.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СРЕДСТВ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

РАМАЗАНОВ Р.Р., МУХАМУТЪЯНОВ М.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВ П.П.

Одними из важнейших факторов при определении максимально допустимой скорости движения и безопасности поездов являются надежность и эффективность тормозных систем.

Тормозные системы новых вагонов рассчитаны на работу в специализированных грузовых поездах, обращающихся со скоростями до 120 км/ч с составами до 50 вагонов и до 140 км/ч с составами меньшей длины, а также в обычных грузовых поездах любого установленного в эксплуатации веса и длины. Эти вагоны оснащаются композиционными тормозными колодками, при этом механическая часть тормоза рассчитывается именно на этот тип колодок.

Тормозная эффективность вагона по композиционным тормозным колодкам должна соответствовать расчётному тормозному коэффициенту 0,25 при включении воздухораспределителя на гружёный режим и расчётном давлении в цилиндрах 4 кгс/см^2 и 0,17–0,18 – при включении воздухораспределителя на средний режим и давлении в цилиндрах 3 кгс/см^2 .

Перспективные вагоны должны иметь повышенную эффективность тормозных средств в связи с более высокими скоростями движения, и это предъявляет особые требования к авторежиму по точности его работы и диапазону регулирования давления в цилиндре в зависимости от загрузки вагона. Грузовой авторежим должен регулировать давление в тормозном цилиндре практически во всём диапазоне (90–95 %) грузоподъёмности вагона.

Повышение скоростей движения становится возможным при использовании системы регулирования силы нажатия тормозных колодок в зависимости от скорости (скоростное регулирование). Для этого в зоне высоких скоростей в тормозном цилиндре устанавливается повышенное давление с автоматическим понижением его при снижении скорости ниже определенной величины. Скоростное регулирование силы нажатия тормозных колодок позволяет увеличить скорости движения пассажирских поездов до 140 км/ч, а в отдельных случаях и до 160 км/ч.

УДК 629.113.004

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

АСАДУЛЛИН М.Д., НИИТТ (ф) КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. БУЛАТОВА В.М.

Высокая надежность современной автомобильной электроники привела к сокращению числа простых дефектов, легко выявляемых ремонтниками на станциях техобслуживания. С другой стороны, если наблюдается неисправность, можно указать много вероятных ее причин. Это усложняет проблему диагностики современных автомобилей. Диагностирование сегодня значительно отличается от того, что было 10–20 лет назад.

В конце 70-х годов появление электронных систем впрыска и зажигания привело к необходимому пересмотру традиционной стратегии диагностики по трем основным причинам:

- при традиционном подходе ЭБУ отключается от остальных элементов, которые затем проверяются по отдельности. Если в этих элементах дефектов не обнаруживалось, неисправным (обычно необоснованно) признавался ЭБУ. Для потребителя это оборачивалось увеличением сроков ремонта, неоправданной заменой дорогостоящих электронных блоков, значительным увеличением стоимости ремонта;

- взаимосвязь множества датчиков и ЭБУ делает невозможным для специалиста автосервиса держать в памяти полную картину взаимодействия всех элементов системы. Автозаводы снабжают службы сервиса ремонтной документацией в виде блок-схем и диагностических таблиц (часто на CD-ROM) для облегчения поиска неисправностей, но даже и в этом случае разобраться с работой электронной системы автомобиля в целом затруднительно, особенно если обслуживаются автомобили разных производителей. Специалист должен иметь оперативный доступ к технической документации, чтобы быстро разобраться, локализовать и устранить неисправность, а также алгоритм поиска причины неисправности;

- электропроводка старых автомобилей обычно была связана с сигналами двух уровней: масса или напряжение аккумулятора. В современных автомобилях по жгутам передаются сложные двоичные и аналоговые сигналы между датчиками, ЭБУ, исполнительными механизмами и т. д. Традиционные контрольная лампа и мультиметр в этом случае почти бесполезны и могут даже нанести повреждение электронным цепям.

Появление сложных электронных систем управления двигателем создало потребность в новых методиках диагностики, новом диагностическом оборудовании, значительном объеме сервисной информации. Большое количество различных типов ЭБУ приводит к потребности обеспечить быстрый доступ к технической информации по каждой конкретной модели автомобиля.

СЕКЦИЯ 3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, НАНОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 546.722

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИМЕТАЛЛЬНЫХ ГЕКСАЦИАНОФЕРАТОВ

АМИНОВ Б.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, ст. науч. сотр. ТАТАРИНЦЕВА Т.Б.

Сферы практического использования различных производных гексацианоферратов можно представить в виде блок-схемы (рис. 1).



Рис. 1. Схема основных областей практического применения неорганических материалов на основе производных гексацианоферратов

Анализ исследуемых свойств синтезированных в наноструктурированных биополимер-иммобилизованных матричных системах биметалльных гексацианоферратов общей формулы $Fe_kM_m[Fe(CN)_6]_n$ показал, что их можно использовать как молекулярные ферромагнетики, реагенты в качественном химическом анализе, желатин-иммобилизованные ионообменные материалы с достаточно высокой емкостью, основы красок, несеребрянных фотографических изображений и перспективных наноматериалов. Это составляет ровно половину всех областей, в которых нашли применение производные гексацианоферраты.

УДК 621.311

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ СО СВЯЗЯМИ ЭЛЕМЕНТ-УГЛЕРОД И ЭЛЕМЕНТ-КИСЛОРОД

БУНТИН А.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

Впервые в рамках гетероядерных соединений со связями Э-С в Периодической системе количественно определена область образования карбидов и их разделение на 3 основных класса. Установлено влияние тонкого электронно-ядерного уровня микроструктуры карбидов на длину, энергию связи и некоторые свойства (плотность, температуры плавления, твердость, электропроводность) материалов на их основе. А соответственно, показана возможность прогнозирования структуры и свойств материалов на основе анализа количественных характеристик химической связи элементов.

Уточнены и обобщены основные теоретические положения, определяющие способность элементов к образованию полимерных элементооксидов. В итоге с учетом металличности связи Э-О в оксидах определен интервал ($C_K \sim 50-70\%$) относительно устойчивого существования в нормальных условиях данных соединений в виде высокомолекулярных соединений, полимерных трехмерных тел, проведены границы полимерообразования и показано влияние всех трех компонент химической связи Э-О (C_K , C_M , C_I) на физические свойства (температуры плавления, плотность, ширина запрещенной зоны, магнитная восприимчивость) оксидов с учетом их стехиометрии. Впервые на количественном уровне подтверждено влияние ковалентной связи на

температуры плавления оксидов, показана возможность градации оксидов на кристаллические немалекулярные и высокомолекулярные, определено влияние соотношения компонент связи на способность к кристаллизации – аморфизации. В результате вскрыта принципиальная возможность прогнозирования структуры и свойств оксидов с последующим совершенствованием традиционных технологий их получения.

Показано модифицирующее влияние нанозолей оксидов алюминия и кремния на структуру и технологические характеристики песчано-глинистых смесей (ПГС) и керамических шликеров. Предложены рекомендации по совершенствованию газо- и жидкофазных методов синтеза элементофосфороксидных и элементобороксидных полимеров и материалов на их основе.

УДК 666.3:6

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ИЗ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ

ГАРИХАНОВА Д.Д., ДАВЛЕТГАРЕЕВА Г.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЖЕНЖУРИСТ И.А.

В последние два десятилетия наблюдается повышенный интерес исследователей к изучению материалов из наномодифицированных порошков. Это обусловлено как необходимостью расширения существующих представлений о строении и свойствах данных материалов, так и потребностями их практического использования. Изменение фундаментальных свойств традиционных материалов в нанодисперсном состоянии (понижаются: температура начала плавления, теплота испарения, энергия ионизации, работа выхода электронов и др.) открывает широкий диапазон применения нанопорошков в области создания новейших материалов и технологий.

Особый интерес к нанопорошкам связан с их применением в качестве исходного сырья при производстве керамических и композиционных материалов, фильтров, присадок к смазочным материалам и др.

Особое внимание привлекают материалы на основе керамических порошков. Достоинства таких материалов состоят в высокой степени чистоты и равномерности распределения компонентов в многокомпонентных системах, однако они часто имеют сложную морфологию, что затрудняет получение из порошков такого типа плотной керамики.

В этом отношении изучают действие высокодисперсных порошковых систем, нанодисперсных частиц гидрозолей, например оксидов кремния и алюминия, на структурообразование керамических масс. Исследовано действие наноразмерных гидрозолей, термоактивации керамических масс на процесс седиментации частиц в водной среде, а также структурообразование модифицированной нанозолями керамической композиции при формировании материала. По изменению технологических и физико-механических характеристик керамических масс, таких как приращение, усадка при сушке, текучесть, прочность на сжатие масс, проанализирована зависимость модифицирования керамических композиций от типа нанозолей и последовательности их добавки.

УДК 621.002.3

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДУГА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

ЕМЕЛЬЯНОВ Р.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, ст. науч. сотр. ТАТАРИНЦЕВА Т.Б.

Дугой называется мощный электрический разряд между электродами, находящимися в среде ионизированных газов и паров. Электрическая дуга нашла широкое применение во многих технологических процессах в различных отраслях промышленности от машиностроения до медицины. Столь значительное употребление электрического разряда обусловлено разнообразием физических явлений, протекающих в электрических дугах, которые могут быть использованы при реализации разнообразных технологических процессов.

Например, в металлургической промышленности при производстве сталей источником тепла в дуговой печи является электрическая дуга, возникающая между электродами и жидким металлом или шихтой при приложении к электродам электрического тока необходимой силы. В данном случае дуга представляет собой поток электронов, ионизированных газов и паров металла и шлака. При этом температура электрической дуги превышает 3000 °С. Электрическая дуга также применяется при сварке металлов. Так, в 1881 году Н.Н. Бенардос открыл дуговую сварку. В 1888–1890 гг. русский инженер Н.Г. Славянов разработал и запатентовал дуговую сварку металлическим электродом, являющимся одновременно и присадочным материалом. В 1907 г.

шведский инженер О. Къельберг использовал металлические электроды с покрытием, которое позволило повысить качество сварных соединений.

Наиболее часто электродуговой разряд применяется в технологических процессах обработки металлов. Это связано с широкими возможностями и высокой эффективностью сжатых и стабилизированных электрических дуг. При таком использовании основными свойствами электрической дуги, играющими решающую роль в технологическом процессе, являются интенсивное тепловое и динамическое воздействие на металл. Это позволяет проводить обработку металлов с максимальной скоростью, качественно и эффективно при относительно небольших затратах. Последнее требует разработки новых технологических систем и устройств. Для этого необходимо проводить всесторонние исследования плазмы электрической дуги, позволяющие максимально учесть все многообразие физических процессов, протекающих в электродуговом разряде, и установить связь между параметрами электродугового разряда и технологической системы.

УДК 600.699.62

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОВАРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА МАРКИ А-0,2 В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

ИОВЛЕВА Е.Л., ИФТПС им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск
Науч. рук. канд. геол.-минерал. наук, доц. ЗАХАРОВА С.С.

В зимнее время эксплуатация дизельного топлива затрудняется в связи с тем, что н-парафины, содержащиеся в топливе, при низких температурах начинают соединяться друг с другом, образуя кристаллическую решетку, и приводят к помутнению топлива.

Обозначенная проблема остаётся актуальной в районах Крайнего Севера.

В данной работе проведены исследования по определению физико-химических показателей арктического дизельного топлива марки А-0,2 и проделан сравнительный анализ с ГОСТ 305-82.

Проведенные исследования показали, что данное топливо по фракционному составу и по плотности не соответствует и нарушает государственные стандарты. Например, 50 % дизельного топлива перегоняется в 189 °С, что отличается от значения ГОСТа на 66 °С. А конец перегонки (96 %) отличается на 40 °С. Что характеризует слишком

сильную испаряемость. А разница плотности при 20 °С, кг\м², составляет 30 кг\м². Что также не допустимо. По остальным же показателям топливо отвечает ГОСТу. Показатель зольности отсутствует, что положительно сказывается на работе топлива. Данные, полученные из лабораторных опытов, и данные по паспорту качества дизельного топлива А-0,2 также отличаются друг от друга.

Из этого следует, что не все физико-химические показатели товарного арктического дизельного топлива марки А-0,2 отвечают значениям ГОСТ 305-82. Согласно изменениям редакции № 1–7 ГОСТ 305-82, товарное дизельное топливо допускается к эксплуатации в зимнее время. Но по данным, полученным в ходе исследования, это топливо не рекомендуется к применению при температуре окружающей среды ниже –45°С. Эти результаты показывают, что в настоящее время нет качественного арктического дизельного топлива марки А-0,2, которое может быть допущено к эксплуатации в условиях Крайнего Севера.

УДК 678

СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С МИКРОСФЕРАМИ

ЛУНЕГОВА П.А., МОКЕЙКИН В.А., КузГТУ, г. Кемерово
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КАСЬЯНОВА О.В.

Использование отходов тепловой энергетики – алюмосиликатных микросфер для создания новых композиционных материалов (КМ) является перспективным и динамично развивающимся направлением в отрасли переработки пластмасс.

Целью данной работы являлось: исследование основных физико-химических свойств микросфер Беловской ГРЭС (Кемеровская область) как наполнителя для полимеров; выбор технологических параметров получения КМ с микросферами и исследование их технологических свойств.

Для создания КМ в качестве полимерной матрицы был взят агломерат вторичного полиэтилена (ВПЭ), получаемый из вышедшей из употребления сельскохозяйственной пленки (ОАО «Полимер», г. Кемерово).

Анализ экспериментальных данных показал, что введение в ВПЭ микросфер позволяет регулировать плотность КМ, что позволяет получать

легкие газосодержащие материалы со строго заданными параметрами структуры. Кроме того, введение в ВПЭ микросфер, а также их содержание влияют на вязкость расплава КМ на основе ВПЭ. Полученный КМ можно перерабатывать такими методами, как экструзия (в том числе выдуванием), литье под давлением.

УДК 666.6

О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ПАВЛОВ Д.Ю., ТРУБАЧЕВА А.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СИРОТКИН О.С.

Целью работы было проанализировать влияние степеней ковалентности (C_K), металличности (C_M) и ионности ($C_{И}$) на энергию Гиббса (ΔG), энтальпию (ΔH), тепловыделение реакции (Q) и экзо- и эндотермичность реакции горения метана и аммиака в целом. В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы.

При ΔC_M примерно от 12 и выше реакция будет экзотермической, а при ΔC_M ниже 12 реакция протекает при поглощении тепла.

Выяснено, что чем больше разница C_K и C_M исходных веществ ΔC_K (ΔC_M), тем больше $C_{И}$ продуктов реакции и тем более вероятна возможность протекания химической реакции между ними. То есть с ростом ΔC_M термодинамическая вероятность протекания реакции и ее интенсивность возрастают, что сопровождается большим Q .

В экзотермических реакциях реакционная способность исходного гетеросоединения растет с увеличением его C_M с симбатным ростом Q реакции.

В случае реакций горения (окисления) гетеросоединения с меньшей $C_{И}$ и с большей C_M образуют более ионные соединения, с более сильным окислителем или восстановителем. Причём чем больше разность ΔC_K и ΔC_M реагирующих веществ между собой, тем меньше ΔG реакции и больше $Q_{сгор}$, определяющее рост температуры жаропроизводительности – $t_{ж}$. Большее C_K , $C_{И}$ и меньшее C_M даёт большую локализацию электронов химической связи и, следовательно, повышает ее энергию, а это в итоге увеличивает энергии диссоциации и «поджига» вещества и температуру его самовоспламенения,

Таким образом, впервые установлено влияния типа химической связи на термодинамические параметры реакций, в том числе на примере горения метана и аммиака показаны принципиальные отличия протекания этих реакций с позиций единой природы химической связи в неорганических веществах. Данные подходы имеют очевидные перспективы в совершенствовании технологий производства тепловой энергии и оптимизации реакций ее получения.

УДК 541.6

ON CHEMICAL BASIS FOR NANOPARTICLES' UNIQUE PROPERTIES ILLUSTRATED WITH A NUMBER OF ORGANIC LOW-MOLECULAR LIQUIDS AND POLYMERS

SHIBAEV P.B., KSPEU, Kazan

Supervisors d.t.s., professor, S IROTKIN O.S., PhD, c.c.s., SIROTKIN R.O.

What do unique nanomaterials' properties have to do with? It is suggested that given a certain size of dispersed particle the effect of peripheral atomic cores on properties of substances are counterbalanced with the effect of internal atomic cores. This size is a critical parameter of nanotechnology. Free valence of peripheral atomic cores is realized through excessive energy of nanosized filler, which predetermines its high chemical reactivity.

In other words, the free valence of nanoparticles' peripheral atomic cores is nothing else but surface free energy, which, as it is well-known, is a non-compensated energy of elements' bonds within thin layer of substance near the surface where the substances (phases) come into contact, as compared with the internal substance's energy. The entire surface energy is composed of work to form a surface, i.e. work needed to overcome the intermolecular (or 'interatomic' chemical) interaction upon molecules' (atoms') movement from the bulk to the surface layer and a thermal effect associated with this process.

As illustrated with a number of organic low-molecular liquids and polymer materials, it was shown that it is possible to find the correlation between the components of chemical bond and components of intermolecular interaction. It was demonstrated that upon delocalization of chemical bond, quantified as metallic character, and, consequently, molecules' polarizability, the dispersion energy of intermolecular interaction grows due to its value correlating with molecules' volume and, consequently, degree of delocalization of charge density.

Thus the approach proposed earlier allows to assess ‘free valences’ of peripheral atomic cores and, as a consequence, their chemical reactivity, which is at the basis of their unique properties. This contributes to better understanding of nanoparticles’ nature and their properties, as well as shows the way for creating the modern scientific theory, which lies at the basis of designing nanomaterials’ structure and nanotechnology on the whole.

УДК 621.315.592

СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ СВИНЦА И ВИСМУТА

ГАНИН П.В., СИРАЕВ Л.И., КГЭУ, г. Казань.

Науч. рук. канд. тех. наук, доц. СУХАРНИКОВ А.Е.

Поиск новых полупроводников часто ведется в направлении синтеза сложных многокомпонентных материалов.

Интерес к таким материалам обусловлен не только возможностью сочетания в них разнообразных физических свойств, но и возможностью управления ими в зависимости от состояния исходных компонентов. Наряду с прикладным значением изучение таких материалов способствует выяснению общих физических закономерностей и механизмов электронных процессов, протекающих в твердых телах.

К числу интенсивно изучаемых материалов следует отнести тройные полупроводниковые материалы, образующиеся в бинарных оксидных соединениях, в частности в системе $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-MeO}_2/\text{MeO}$, где $\text{Me} = \text{Ge}, \text{Si}, \text{Ti}, \text{Zn}, \text{Pb}$ и другие металлы.

Целью настоящей работы является изучение методов получения и исследования свойств тройных соединений в системе оксидов $\text{PbO-Bi}_2\text{O}_3$ с позиционной кристаллической неупорядоченностью.

Позиционная неупорядоченность кристаллов заключается в том, что в сложном соединении одни кристаллические подрешетки оказываются разупорядоченными, а другие остаются упорядоченными.

За последние годы интерес к таким соединениям значительно возрос. Соединения этого класса, являясь кристаллическими, обладают рядом свойств, присущих некристаллическим веществам. Сочетание интересных, иногда уникальных свойств в одном материале делает такие позиционно неупорядоченные соединения перспективными для практического использования.

УДК 661.566.097

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА

ШАЙХУТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

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

В технологическом процессе производства азотной кислоты на второй стадии окисления аммиака применяют оксидные катализаторы. Ранее была сделана попытка заготовить корреляцию между физико-химическими свойствами оксидов и их каталитической активностью. При этом были проанализированы следующие горючие свойства оксидов: магнитный момент иона, число d -электронов, радиус иона, ширина запрещенной зоны, тип проводимости, работа выхода электрона, энергия связи катализатор-кислород. Установить однозначную связь указанных параметров с кристаллической активностью не удалось.

В нашей работе проанализирована связь каталитической активности некоторых оксидов металлов и неметаллов с величиной магнитной восприимчивости при $T = 293$ К, типом и параметром кристаллической решетки.

Установлено, что наибольшую каталитическую активность имеют металлы ряда: $Pt > Pd > Cu > Ag > Ni > Au > Fe > W > Ti$, и окислы: $Co_3O_4 > Cr_2O_3 > Fe_3O_4 > Mn_2O_3 > Bi_2O_5 > CuO, Ag_2O > CeO_2 > PbO > NiO > Sc_2O_3 > V_2O_5 > ZnO > Al_2O_3 > WO_3 > MoO_3 > SiO_2$.

Поэтому мы поставили цель: проанализировать магнитные и электрические свойства каталитически активных металлов и окислов, чтобы найти альтернативу дорогостоящему катализатору – Pt.

УДК 620.197

УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ С ОТВЕРСТИЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

ГУНЯКОВ В.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БУДИЛОВ И.Н.

С началом применения конвертированных авиационных двигателей в наземных энергетических установках, проблема эрозионного и

коррозионного износа сохранила актуальность. Наличие твердых частиц во впускаемом воздухе приводит к повреждению деталей и появлению осадений на различных элементах двигателя. В результате происходит изменение собственной частоты колебания (СЧК) деталей, что, с учетом значительной вибронагруженности двигателя, приводит к увеличению резонансных нагрузок.

Для улучшения параметров поврежденных деталей из алюминиевых сплавов автором предлагается использовать метод электроплазмохимической модификации (ЭПХМ) поверхностей. Кроме увеличения собственной частоты колебаний предполагается защита поверхности от износа при дальнейшей эксплуатации восстановленной детали за счет получаемого керамического слоя.

В работе исследуется возможность улучшения СЧК образца из алюминиевого сплава Д16Т при помощи ЭПХМ после сверления в нем отверстия, имитирующего дефект детали. Для этого автором проведено сравнение СЧК исходного образца, образца с отверстием и после обработки методом ЭПХМ.

Обработка велась импульсным напряжением длительностью импульсов до 200 мкс с частотой 400 Гц. В качестве электролита использовался раствор с содержанием натриевого жидкого стекла Na_2SiO_3 и едкого калия КОН.

Определение СЧК проводилось по ГОСТ ИСО 7626-5-99. Запись анализировалась при помощи алгоритма быстрого преобразования Фурье.

Было установлено, что ЭПХМ поверхности образца с отверстием диаметра, сопоставимого с шириной образца, позволяет не только восстановить его исходную СЧК, но и повысить ее более чем на 30 %. Таким образом, сделан вывод, что ЭПХМ может быть использована для улучшения параметров деталей с частичными повреждениями поверхности либо деталей с технологическими отверстиями. Перспективным является применение этой технологии при изготовлении дозирующих устройств топливной аппаратуры.

**СЕКЦИЯ 4. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ.
НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ
ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

УДК 628

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОДОПОДГОТОВКИ НА ВОДОКАНАЛЕ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ
ФЛОТАТОРА**

АРКЕЕВА А.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. преп. КИСЕЛЕВ В.В.

Использование воды в паровых котлах связано с рядом затруднений, которые возникают главным образом из-за того, что она содержит вещества, способные нарушать нормальную работу котла или турбины. Из воды или под ее воздействием на внутренних поверхностях нагрева котлов нередко возникают накипные отложения, которые, обладая низкой теплопроводностью, вызывают перегрев металла труб, уменьшающий его прочность. Поэтому изучение способов поддержания внутренних поверхностей нагрева котлов и другого теплосилового оборудования в безнакипном состоянии является одной из основных задач водоподготовки.

Для устранения отмеченных недостатков водного режима существенное значение имеет соответствующая обработка воды и конденсата, поступающих в питательную систему котлов. Автором проведена сравнительная оценка существующих установок по водоподготовке. Из рассмотренных установок наиболее перспективной с экологической, экономической и энергетической сторон выбран радиальный флотатор.

Флотационные установки используют для удаления из сточных вод масел, нефтепродуктов, жиров, смол, гидроксидов, ПАВ и других органических веществ, твердых частиц. Процесс очистки сточных вод методом флотации заключается в образовании комплексов «частицы-пузырьки», всплывании этих комплексов и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой жидкости.

Таким образом, конечной целью водоподготовки является достижение экономичного и надежного водного режима водоканала путем изыскания и внедрения соответствующих способов подготовки воды и организации. По результатам проведенной оценки можно сделать вывод о том, что внедрение данного вида оборудования на водоканале является эколого-экономически обоснованным.

УДК 504.054

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

БУХОНОВ В.О., ВАСИЛЬЕВ В.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

Для того, чтобы достичь более глубоких знаний об измеряемых параметрах и обследуемой урбанизированной территории, необходимо собрать большое количество детализированных данных, которые сложно структурировать и анализировать с помощью традиционных методов и систем мониторинга. Благодаря GPRS (или ADSL)-технологиям и сети Интернет, в настоящее время возможны автоматизированный сбор, хранение и публикация результатов измерений физических загрязнений в сети Интернет в реальном времени.

Авторами предлагается система непрерывного мониторинга физических загрязнений, с помощью которой можно распознавать различные виды событий и устанавливать зависимости параметров измеренных физических загрязнений с другими собранными параметрами, такими как вид урбанизированной территории, количество и высота зданий и сооружений, виды промышленных предприятий и строительных площадок, находящихся на урбанизированной территории, плотность потока автомагистралей, примыкающих к урбанизированной территории, вид и характер распространения физических загрязнений, параметры окружающей среды (температура, влажность, давление, скорость движения ветра) и др.

При помощи измерительных приборов измеряется широкий спектр параметров физических загрязнений, включая текущие уровни загрязнений, и выявляются значимые события (например, внезапное возрастание тех или иных параметров физических загрязнений). Посредством сети Интернет все станции системы непрерывного мониторинга соединены с центральной, в которой осуществляются хранение, обработка и анализ полученных данных.

Описанная система имеет множество преимуществ как с точки зрения качества проводимых исследований, так и для информирования жителей, подверженных воздействию физических загрязнений. Благодаря способности системы к осуществлению детального долгосрочного мониторинга в отсутствие оператора возможно увеличить эффективность мероприятий по исследованию и снижению негативного воздействия

физических загрязнений. Очевидные преимущества такой системы также заключаются и в доступности данных исследований в реальном времени из любой точки, где есть Интернет, и в визуализации результатов измерений. Операторы избавляются от рутинной информации (скачивание информации, ее сохранение, составление отчетов и т. д.), что позволяет значительно повысить точность измерений.

УДК 628.316

МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ, СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ

ДУНАЕВА К.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ФЕДОРОВ Г.Ю.

В настоящее время существуют различные методы очистки стоков, это: механический, химический, физико-химический, биологический. Эффективным способом очистки сточных вод от взвешенных веществ является механический метод. Метод основан на процедурах процеживания, инерционного разделения, фильтрования.

Для инерционного разделения наиболее подходящим оборудованием является гидроциклон. Технические параметры гидроциклона: производительность гидроциклона $25 \text{ м}^3/\text{ч}$; небольшие габаритные размеры: длина 475 мм, ширина 450 мм, высота 860 мм; расход стоков 220 тыс. $\text{м}^3/\text{г.}$; экономические параметры: стоимость оборудования 50000 тыс. руб.; срок окупаемости 3,4 года. Преимуществами являются: быстрота разделения суспензии, несложная конструкция. Недостатком гидроциклона является износ поверхности оборудования при обработке твердых материалов.

Для метода фильтрования наиболее подходящим оборудованием является мешочный фильтр. Технические параметры мешочного фильтра МГ-40: производительность $20 \text{ м}^3/\text{ч}$; небольшие габаритные размеры: длина 400 мм, ширина 540 мм, высота 400 мм; расход стоков 200 тыс. $\text{м}^3/\text{г.}$; экономические параметры: стоимость оборудования 144151 тыс. руб.; срок окупаемости 10 лет. Преимущества: простота в эксплуатации, возможность отжима осадка. Недостатки: низкая эффективность, необходима дополнительная доочистка жидкости еще одним фильтром.

В ходе сравнения выявлено, что гидроциклон марки ГЦ-150П по техническим и экономическим параметрам является наиболее подходящим

для очистки сточных вод. Гидроциклон ГЦ-150П прост в эксплуатации, дает возможность существенно сократить стоимость очистных сооружений, достаточно производителен и является компактным аппаратом.

УДК 628.4.037

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ

ЗАРЕТДИНОВА Л.М., КГЭУ, г. Казань

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

Согласно требованиям законодательства, каждое предприятие в процессе функционирования обязано обеспечить экологически безопасное обращение с отходами и соответствие санитарно-эпидемиологическим нормам. По этой причине проведение экологических мероприятий и экономически обоснованного внедрения новейших технологий в области обращения с отходами приобретает все большую актуальность.

Как правило, применяемая система предусматривает регулярный вывоз на утилизацию отходов 1–4 класса опасности. Транспортировка осуществляется в оборотных пластиковых (или металлических) контейнерах, которые служат местом первичного сбора и временного хранения отходов на производстве. Для оптимизации хранения и транспортировки предлагается передача лома и стружки черных и цветных металлов соответствующим предприятиям. Предприятие, скупающее отходы лома, будет регулярно обеспечивать утилизацию и выгодно заплатит за обрезки металла и похожие отходы. Неуплотненные материалы при этом требуют большего пространства по сравнению с уплотненными. Использование пакетировочного пресса в этих условиях позволит сократить расходы предприятий и организаций на вывоз отходов за счёт уменьшения его объёма в несколько раз.

Экономический эффект от внедрения нового оборудования подсчитан с учетом затрат на горюче-смазочные материалы, амортизацию грузового автомобиля, ремонт и техническое обслуживание, оплату труда и прочие прямые затраты, необходимые для транспортировки отходов.

Применение прессов позволяет освободить полезные площади территории, значительно сократить расходы на вывоз ТБО, его хранение и уборку, а также облегчить его перемещение и погрузку. В условиях истощения запасов металлосодержащих ископаемых, сбыт лома металлов является эффективным мероприятием для рассматриваемого предприятия.

УДК 628.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ

КАМАЛИЕВА А.Ф., КГЭУ, г. Казань

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

Алюминиевое сырье широко применяется в строительной промышленности и может быть использовано для производства пеноалюминия, газообразователя поробетона, огнеупорных алюмосиликатных материалов и др. В то же время многие отрасли промышленности нашей страны перерабатывают сотни тонн алюминия и его сплавов, часть которых остается в виде стружки и шлака. Благодаря внедрению комплекса по подготовке стружечных отходов алюминиевых сплавов и организации участка по переработке шлака существует возможность очищать их от загрязнений и вредных примесей, прогнозировать состав и свойства. Для утилизации шлаков предлагается установка циклон ЦОК-11, что позволит решить проблему недостаточно эффективной очистки от этих отходов. Алюминиевые шлаки образуются при производстве первичного алюминия, при изготовлении алюминиевых сплавов и производстве отливок, а также при переработке лома и отходов алюминия. Шлаки используются как сырье для получения металла. Кроме того, в процессе плавки алюминиевых сплавов образуется сравнительно большое – свыше 30 тыс. т в целом по стране – количество шлаков. Основу их между тем составляют оксид алюминия (Al_2O_3) – 65–70 %, металлический алюминий – до 20 % и ряд других оксидов. По своим физико-химическим и минералогическим свойствам шлаки близки к обогащенной бокситовой руде и могут служить сырьем при изготовлении расширяющихся цементов, жаростойких и быстротвердеющих бетонов, выполнении аварийных и ремонтных работ. Предлагаемая установка – универсальный циклон с обратным конусом типа ЦОК предназначен для очистки воздуха от местных отсосов от абразивных пылей, шлаков и т. д. Для повышения эффективности пылеосаждения и предохранения пыли от взмучивания и износа из пылеприемника бункера в нижней части циклона предусматривается внутренний конус.

УДК 66.067.1

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ШЛАМОВЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

КРИВОНОЖКИН А.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. асс. ЕГОРОВА Е.С.

Гальванические производства являются источником сточных вод и шламов, содержащих высокие концентрации опасных соединений, в том числе тяжелых металлов. Необходима не только эффективная очистка сточных вод, но и рационализация технологических схем для снижения водопотребления, а также разработка методов регенерации электролитов и утилизации шламов.

Шлам, состоящий из гидроксидов, карбонатов и гидрокарбонатов металлов, содержит от 50 до 80 % воды, поэтому его высушивание для утилизации требует больших энергозатрат. Автором проведен сравнительный анализ существующих установок для обезвоживания шлама. Наиболее перспективным методом с наименьшими энергозатратами выбрана установка барабанного вакуум-фильтра, который представляет собой аппарат периодического действия, работающий под вакуумом, и предназначенный для разделения суспензии шлама на фильтрат и обезвоженный осадок.

Суспензия в шламоуплотнителе перемешивается сжатым воздухом в течение нескольких минут, затем подается насосом в корыто вакуум-фильтра. Когда суспензия достигнет низа барабана, последовательно открываются вентиль на вакуумной линии, задвижки подачи фильтрата на ресивер и ловушку, вентиль на отдувку вакуум-фильтра и включается вакуум-насос. При поднятии уровня суспензии до переливного кармана, полностью открывается вентиль на вакуумной линии. При разделении фаз на вакуум-барабане, фильтрат стекает в усреднитель, а твердый осадок остается на фильтровальной ткани барабана, снимается ножом на транспортер, и по мере его накопления сбрасывается в бункер. По мере заполнения бункера, его содержимое сбрасывается в контейнер с помощью пневмосистемы. Заполненный контейнер со шламом вывозится в цех для утилизации.

Включение барабанного вакуум-фильтра в схему очистных сооружений сточных вод гальванических производств является обязательным условием повышения их экологической безопасности и экономической эффективности.

УДК 351.777.61

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ЗАВОДА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТБО МЕТОДОМ ТЕРМОУДАРА В ГОРОДЕ БУГУЛЬМА

КУРМАШЕВА Э.И., КГЭУ, г. Казань

Ежегодно в городе Бугульма образуется большое количество отходов. Отходы, складываемые на полигоне, представляют опасность, так как огромное количество образующихся токсичных веществ попадают в атмосферу, реки, водоемы. Проблема ТБО в городе не решена.

Одним из новых и перспективных методов переработки отходов является технология переработки ТБО методом термоудара, разработанная ООО «НПФ “Энергия”». Метод термоудара заключается в мгновенном нагреве вещества до границ его существования в конденсированной фазе с выделением пара и высокоскоростного пиролиза с образованием пиролизного газа. В отличие от переработки отходов методом сжигания при применении технологии термоудара вредные выбросы отсутствуют. Продуктами являются углеподобный остаток, высококалорийный пиролизный газ и пар, все три составляющие можно утилизировать с получением прибыли. Расчет прибыли завода по переработке ТБО методом термоудара, работающего на 5 комплексах производительностью 50 тыс. т/г. Прибыль от реализации горячего пара с поправкой на то, что завод использует 20 % на собственные нужды, составит 13,842 тыс. евро. На собственные нужды комплекс использует 20 % высококалорийного пиролизного горючего газа, т. е. прибыль от продажи потребителю излишков газа составит 1 843,2 тыс. евро. Углеподобный продукт может быть использован в строительной промышленности в качестве крошки-наполнителя. Средняя рыночная стоимость подобного наполнителя – 300 руб./т. Таким образом, прибыль от реализации продукта 36 тыс. евро. Итого ежегодная сумма от продажи этих трех продуктов составляет 1893,028 тыс. евро. Итого, общая прибыль одного завода 2367,406 тыс. евро в год.

Стоимость завода 6 млн евро. Затраты на переработку 1 тонны ТБО составляют 5,49 евро. Таким образом, общие затраты завода на переработку 1 тонны будут 274,5 тыс. евро в год. Срок окупаемости одного завода по переработке ТБО методом термоудара составит примерно 2,7 года. Два таких завода позволят не только полностью решить проблему с отходами в городе Бугульма, но и получить прибыль.

УДК 621.382.8

УТИЛИЗАЦИЯ СБРОСНЫХ ГАЗОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

КУТЫРЁВ П.В., СЁМУШКИН А.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. СТЕБЛЕВ Ю.И.

Эффективное использование сбросных газов – попутных нефтяных газов (ПНГ) и сбросных газов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств остается актуальной проблемой для нашей страны. Расход факельного газа НПЗ составляет около 3–4 тыс. м³/ч. Один из способов утилизации сбросных газов состоит в их использовании для выработки электроэнергии с применением газотурбинных энергетических установок.

Создается система управления утилизацией, позволяющая интегрировать в единый технологический комплекс газофакельную систему предприятия, газотурбинную энергетическую установку и автоматизированную систему управления ГТУ. При этом сбросные газы утилизируются в газотурбинной установке с получением электроэнергии, а сама ГТУ встраивается в существующую газофакельную систему предприятия, причём минимальная часть сбросных газов сжигается в ГФС, обеспечивая её поддержание в рабочем состоянии, а большая часть сбросных газов поступает в камеру сгорания газотурбинной установки.

Система управления утилизацией поддерживает два режима работы ГТУ. В расчётном режиме производится регулирование основных параметров ГТУ изменением подачи топлива – сбросного газа с помощью АСУ ГТУ, а управление всем технологическим комплексом сводится к регулированию газофакельной системы. Во втором – нерасчётном режиме с переменным расходом сбросного газа производится поддержание основных параметров ГТУ в заданных, допустимых пределах. При этом производится регулирование расхода воздуха, подаваемого в камеру сгорания и антипомпажное регулирование компрессора ГТУ.

Предлагаемый подход к утилизации сбросных газов позволяет повысить экономическую эффективность; обеспечивает промышленную и экологическую безопасность утилизации сбросного газа.

УДК 620.97

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА НЕТРАДИЦИОННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ Г. ОРСКА

ЛУКЪЯНОВА К.С., ФАЗЛИАХМЕТОВА М.Ф., ОГТИ (ф) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. ГЮНТЕР Д.А.

Одна из основных проблем, стоящих перед человечеством в XXI веке, это создание экономически эффективной и экологически безопасной системы энергосбережения жизнедеятельности человека. Темпы роста потребления ресурсов на порядок превышают темпы роста численности населения. Ежегодно сжигается столько горючих ископаемых, сколько природа накапливала миллионы лет. По прогнозам специалистов, если сохранятся такие темпы роста использования ископаемого топлива, то запасов нефти хватит примерно на 30–40 лет, газа – 40–45 лет, угля – 70–80 лет. Поэтому проблема освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии становится все более актуальной.

В опубликованной литературе имеются данные по скоростям ветра и солнечной активности России и ближнего зарубежья. Представленные в них исходные данные, для конкретного района города, носят лишь справочный и информативный характер, ввиду усреднения по территории, значительно превосходящей муниципальное образование. Вследствие чего остаются не учтенными многие факторы, напрямую влияющие на энергетическую эффективность солнечных и ветровых установок. К таким факторам можно отнести, например, рельеф местности; климатические и погодные условия; состояние атмосферы (запыленность и задымленность нижних слоев атмосферы промышленными предприятиями).

Экспериментальным путем были установлены показатели инсоляции, направления и скорости ветра в осенне-весенний период для участка города, отведенного под индивидуальное строительство. Частота проведения измерений составляла от 4 до 6 раз в день, в зависимости от погодных условий. По полученным статистическим данным построены графические зависимости среднесуточных и среднемесячных показателей инсоляции и скорости ветра.

На основании обработанных экспериментальных данных была рассчитана необходимая площадь солнечных батарей и выбрана модель ветровой установки, получаемая энергия от которых будет достаточной

для удовлетворения потребностей частного дома. Проведен анализ преимуществ и недостатков различных вариантов применения нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

УДК 628.4

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПОЛИГОНЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. БУГУЛЬМА

МИНГАЗОВ Р.И., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. ЗАБЕЛИН А.А.

Полигон ТБО г. Бугульма введен в эксплуатацию в 2004 г. Площадь объекта – 10,4 га, вместимость полигона составляет 541,33 тыс. м³. Общая проектная мощность – 448,8 тыс. м³, годовая мощность 29,90 тыс. м³. Полигон оборудован глиняным экраном. Количество очередей – 4, процент заполнения составляет 36 %. Объемы принятых доходов в 2010 г. составляют 173,564 тыс. м³. Из них 108,9 тыс. м³ приходится на долю жилого сектора и 64,664 тыс. м³ – предприятий и организаций.

На территории полигона происходит обычное складирование ТБО, что ухудшает общую экологическую обстановку, требует затрат на её содержание и обслуживание. В наше время всё больше внимания уделяется вторичной переработке сырья, и спрос на него с каждым годом увеличивается. При небольших объемах в предварительной сортировке ТБО для простоты сбора и сбыта следует разделять лишь несколько самых востребованных видов вторичного сырья, таких как: макулатура, стекло, металлолом и пластмассы. Остальные отходы, пригодные для вторичной обработки, но вследствие сложности их сортировки и незначительном процентном содержании в общем объеме отходов, следует обработать при помощи технологии глубокого прессования и захоронить на полигоне. Если принять эти меры, то полигон ТБО снизит к минимуму воздействие на окружающую среду и будет приносить прибыль, а также способствовать общему улучшению экологической ситуации в регионе.

УДК 620.9

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОТОПЛИВА, В КАЧЕСТВЕ
НЕТРАДИЦИОННОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ, КАК
НЕОБХОДИМОСТЬ УСПЕШНОГО БУДУЩЕГО
РОССИЙСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

МИНЕЕВА И.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. КОТЛЯР М.Н.

Биотопливо во всем развитом мире постепенно замещает традиционные источники энергии, тогда как российская наука явно отстает в этом. Между тем при сохранении нынешних темпов роста производства биотоплива в Европе она может полностью отказаться от импорта нефти из России уже к 2017 году. А значит, в интересах нашей страны начать активную работу по изучению и внедрению инновационных технологий использования нетрадиционных источников энергии. Целью данной работы и проводимых исследований было наглядное демонстрирование преимуществ биогазовой энергетики по сравнению с прочими возобновляемыми источниками энергии и традиционными энергоносителями. На выбор изучения биогаза, как направления отрасли альтернативной энергетики, повлияло то, что биогаз обладает двумя ключевыми преимуществами: во-первых, повсеместная доступность и дешевизна сырья – твердых и жидких отходов агропромышленного комплекса, осадков сточных вод, пищевой промышленности; во-вторых, легкость в сбыте и использовании энергии: использование биогаза дает возможность получения одновременно нескольких видов энергоресурсов – газа, моторного топлива, тепла, электроэнергии. Собственная автономная биогазовая энергетика позволит снизить зависимость от растущей стоимости природного газа, тепла и электроэнергии, возможных сбоях в поставках сетевых энергоресурсов, повысит конкурентоспособность производителей агропромышленности, позволит снизить экологическую нагрузку. Биогазовые установки могут быть размещены в любом районе и не требуют строительства дорогостоящих газопроводов и сетевой инфраструктуры, что позволяет избежать потерь электроэнергии, которые значительны при ее передаче и трансформации. Актуальность изучения и внедрения таких установок подтверждена и технико-экономическими показателями.

УДК 697.329 (076)

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА МЕТОДОМ
ТРАНСЭТЕРИФИКАЦИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В СРЕДЕ
СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СПИРТОВ**

МИФТАХОВА Л.Х., КНИТУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГУМЕРОВ Ф.М.

Экономия нефтяных энергоносителей, ужесточение норм выбросов вредных веществ с отработавшими газами, а также ограничение эмиссии диоксида углерода заставляют большинство стран искать пути снижения опасности влияния тепловых двигателей на окружающую среду. Для дизельных двигателей широкое распространение в Европе и США получило экологически чистое биодизельное топливо, представляющее собой смесь метиловых (этиловых) эфиров жирных кислот.

С химической точки зрения биодизель представляет собой метиловый или этиловый эфир, полученный в результате трансэтерификации триглицеридов жирных кислот с этиловым или метиловым спиртом с использованием гомогенного кислотного или щелочного катализатора. Высокая стоимость заставляет использовать вместо растительного масла сырье меньшей стоимости (например, прогорклые или фритюрные масла), но в них высоко содержание воды и/или свободных жирных кислот. В этом случае для реакции требуется более высокая концентрация катализатора. Это создает трудности при дальнейшем отделении продуктов реакции от катализатора. Одним из перспективных методов получения биодизельного топлива является его синтез в сверхкритических спиртах. Среди преимуществ синтеза биодизеля в сверхкритических спиртах – исключение стадии промывки продукта от катализатора, увеличение скорости реакции, высокая степень конверсии реагентов (до 98 %) и, соответственно, уменьшение себестоимости продукции.

В данной работе было проведено математическое моделирование схемы получения биодизельного топлива. Была изучена кинетика реакции, исследовано влияние таких параметров, как мольное отношение спирта к маслу, температура реагирующей смеси, степень перемешивания на кинетику алкоголиза. По полученным экспериментальным данным была построена модель схемы получения биодизельного топлива в среде сверхкритических спиртов в программе AspenTech Hysys, которая позволяет смоделировать различные изменения в начальных параметрах реагирующей смеси.

УДК 621.311.26

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ОСТАШЕНКОВ А.П., МарГУ, г. Йошкар-Ола
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РЫБАКОВ Л.М.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) обладают множеством положительных качеств, но в то же время существуют определенные трудности в их использовании. Самая существенная из них – изменчивость во времени таких источников энергии, как солнечное излучение, ветер. Процесс поступления солнечной энергии, хотя в целом и закономерен, содержит тем не менее значительный элемент случайности, связанный с погодными условиями. Еще более изменчива и непредсказуема энергия ветра. При производстве электроэнергии за счет этих нерегулируемых источников в промышленных масштабах возникают трудности, связанные с невозможностью постоянного сопряжения производства электроэнергии с ее потреблением (с графиком нагрузки). Достаточно мощная энергосистема, включающая ветроэлектростанции (ВЭС) и солнечные электростанции (СЭС), может компенсировать изменения мощности этих станций. Однако при этом, во избежание изменений параметров энергосистемы (прежде всего, частоты), доля нерегулируемых электростанций не должна превышать, по мощности 10–15 %. Учитывая вышеприведенные особенности вовлечения генерирующих мощностей на базе ВИЭ в энергосистему, следует принять во внимание большие перспективы ВИЭ для создания автономных систем обеспечения технологического процесса удаленных потребителей. Кроме того, благодаря использованию экологически безопасного источника энергии, создаются предпосылки для решения проблем современной энергетики, связанных с экологическим загрязнением окружающей среды.

В соответствии с вышесказанным для национального сельского хозяйства реальна проблема освоения возобновляемых источников энергии для автономного энергоснабжения. Сельское хозяйство России с его малыми формами хозяйствования может стать первым масштабным потребителем энергоустановок на базе ВИЭ, применение которых ограничивается низкой энергетической плотностью соответствующих источников энергии. В этом аспекте, проблему освоения возобновляемых источников энергии для автономного использования в сельском хозяйстве следует считать не отраслевой, а общенациональной, соответствующей мировым тенденциям развития энергетики.

УДК 621.548

ВЕТРОЭЛЕКТРОУСТАНОВКА

РАХМАТУЛЛИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. д-р техн. наук, проф. МАРКИН Ю.С.

Ветроэлектростановки (ВЭУ) относятся к альтернативным источникам электрической энергии. Разработанная нами установка (патент РФ № 120723) предназначена для повышения качества электрического тока и отдаваемой мощности.

ВЭУ (рис. 1) содержит ветроколеса 1, 2, 3 с вертикально расположенными валами 4 и четырьмя вогнутыми лопастями 5 (рис. 2). Ветроколеса снабжены конфузорами 6. Вал правого ветроколеса связан муфтой 7 с вертикальным валом конического мультипликатора-генератора 8, установленного под конфузуром. Валы остальных ветроколес связаны такими же муфтами с соответствующими вертикальными валами конических мультипликаторов 9 и 10. Конические мультипликаторы последовательно кинематически с помощью муфт 11 и 12 связаны между собой и с валом конического мультипликатора-генератора 8. При этом каждое последующее ветроколесо установлено по отношению к предыдущему со смещением лопастей на угол α (рис. 2), определяемый количеством градусов прямого угла, приходящегося на количество ветроколес в батарее. Платформа 13 снабжена рядом конических ходовых колес 14, расположенных в неподвижной круговой швеллерной направляющей 15, жестко связанной с зубчатым венцом 16 плоского конического зубчатого колеса. Зубчатый венец кинематически связан с малым коническим зубчатым колесом 17 с возможностью вращения от ручного привода 18. Платформа снабжена центрирующим валом 19, расположенным в подпятнике 20 потолочной плиты 21 здания. Вал 19 снабжен токосъемником 22.

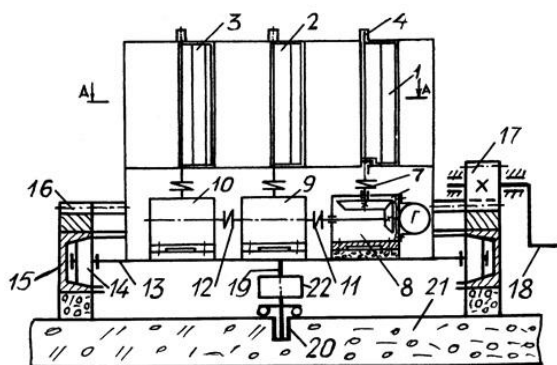


Рис. 1. Устройство усовершенствованной конструкции

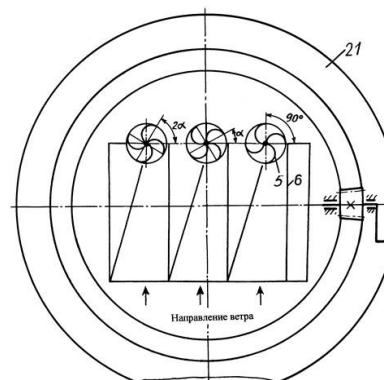


Рис. 2. Сечение А-А

УДК 628.316:828.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕМЕРКУРИЗОВАННОГО СТЕКЛОБОЯ

СЕМЕНОВА Ж.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОЛУБЕВ В.В.

Одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения в городских условиях являются отработанные ртутьсодержащие лампы. Данный вид отходов подлежит обязательному сбору в качестве вторсырья. Процесс обращения с отходами можно разделить на два этапа:

- сбор, хранение и транспортировка отходов в специальных контейнерах к месту переработки;
- непосредственная их переработка на специальных установках с получением вторичного сырья, отвечающего требованиям потребителей.

При переработке происходит разделение первичного боя на стеклобой, люминофор и металлические компоненты.

Демеркуризованный стеклобой без последующего обогащения по существу является отходом производства, поскольку его использование затруднено из-за повышенного содержания люминофоров и токсичных элементов (таких как свинец, цинк и др.). После удаления люминофоров и выделения металлов методами обогащения стеклобой можно использовать для добавки к стекломассе при производстве стекла. Добавление боя при стекловарении дает определенные преимущества:

- улучшаются экологические условия производства;
- происходит экономия дорогостоящих сырьевых и энергоресурсов в процессе варки.

Также возможно использование стеклобоя в производстве строительных материалов. Производимые на предприятиях строительные материалы имеют более высокие показатели прочности, чем изделия без добавки стекольных отходов.

Измельченный стеклобой может быть использован в качестве заполнителя в дорожных покрытиях в сочетании с асфальтом и битумным бетоном. Получаемые поверхности имеют хорошие структурные свойства, поскольку стекло хорошо сохраняет тепло, «гласфальт» можно укладывать при более низких температурах, чем обычные смеси.

Кроме того, обогащение демеркуризованного стеклобоя позволяет извлечь для повторного использования цветные металлы.

УДК 504.054

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

ТЕРЕЩЕНКО Ю.П., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВАСИЛЬЕВ А.В.

Авторами изучена проблема использования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в условиях производства. Отмечено, что существующие СОЖ обладают высокой токсичностью. Предложено использование высокоэффективных, экологически безопасных, водорастворимых концентратов СОЖ и смазки. Данные средства не загрязняют атмосферу, не дымят, не токсичны, пожаробезопасны, не требуют утилизации. СОЖ нового поколения не уступают, а по некоторым позициям и превосходят по своим противоизносным и смазочным свойствам известные отечественные СОЖ.

Кардинальными решениями экологических проблем для предприятий и организаций, использующих смазочно-охлаждающие жидкости и смазки, являются отказ от маслосодержащих водосмешиваемых СОЖ; переход на безмасляные водорастворимые концентраты, которые в малых количествах обеспечивают высокие эксплуатационные свойства изготавливаемых из них СОЖ.

СОЖ нового поколения из концентратов заменяют СОЖ различных типов (Укринолы, Акволы, Эколы и т.д.), обладают антикоррозионными, флокуляционными и бактерицидными свойствами (не закисают и в жаркие летние месяцы), обладают значительно лучшими смачивающими и моющими свойствами (зона обработки и зона защитных кожухов вокруг инструмента не зашламляется).

Также предложено использование экологически безвредных материалов вместо СОЖ. В частности, предложены новые экологически чистые СОЖ на основе жиров, полученных из растительного сырья (подсолнечника, рапса и др.)

Определены требования, которым должна отвечать современная водорастворимая смазочно-охлаждающая жидкость:

– обеспечение высокой производительности при технологических операциях обработки металлов, гарантируемое физико-химическими характеристиками СОЖ, – экономическая эффективность;

– отсутствие веществ, загрязняющих окружающую среду и влияющих на здоровье человека.

УДК 626.5

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ НАКЛОННЫХ СУДОПОДЪЕМНИКОВ НА ГИДРОУЗЛАХ

ТУРЕЦКИХ С.О., ПГТУ, г. Йошкар-Ола
Научн. рук. д-р техн. наук, проф. САПЦИН В.П.

Вопрос экономии воды является важным в экологическом отношении преимуществом наклонных транспортных судоподъемников, особенно на средненапорных и высоконапорных гидроузлах комплексного транспортно-энергетического назначения – транспортный судоподъемник обеспечивает выработку дополнительной электроэнергии, и затем – способствует улучшению систем водоснабжения.

При спуске камеры судоподъемника используется режим динамического торможения, т. е. работа гидромоторов переходит в режим насосов, а работа двигателей в режим генераторов. Происходит рекуперация электроэнергии в сеть.

Обнаружить утечку нефтепродуктов легче всего в подвижной камере судоподъемника, чем в стационарных неподвижных камерах судоводных шлюзов, и предпринять защитные мероприятия.

Транспортный наклонный судоподъемник осуществляет сквозной судопропуск и лесопропуск через гидроузлы, т. е. обеспечивает транзитную доставку грузов в любой пункт на данной водной магистрали без дополнительной перегрузки, что повышает эффективность самого дешевого вида перевозок – водного транспорта.

Неучаленные секции плотов в камере со свободной поверхностью воды перемещаются так же, как и в камере без грузов.

Планируется использовать плоты затопленные, т. е. сидящие на дне камеры. В этом случае существенно может быть увеличена скорость равномерного движения, что влияет на время лесопропуска.

Выводы и рекомендации, которые предполагается получить, будут способствовать повышению рационального использования водных ресурсов за счет экономии воды на судо-лесопропуск, восстановлению и экологической реабилитации водных объектов при транспортировке топликов и затопленного леса с помощью транспортного наклонного судоподъемника.

УДК 620.9

СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

УШАКОВ А.Г., БРЮХАНОВА Е.С., КузГТУ, г. Кемерово

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. УШАКОВ Г.В.

Актуальность: собственная энергетическая система Кузбасса является одной из самых мощных в России. Установленная электрическая мощность электростанций на 2012 г. превышает 4800 МВт, суммарная тепловая мощность более 7000 Гкал/ч; за год система дает более 27 млрд кВт·ч электрической энергии и более 41 млн Гкал тепла.

Но, несмотря на увеличение объемов добычи угля, Кузбасс является энергодефицитным регионом, дополнительно требуется до 9000 млн кВт·ч/год электроэнергии. В настоящее время необходимое количество электроэнергии покупают в соседних областях. Повышение обеспечения энергией за счет сжигания угля может привести к ухудшению экологической ситуации, к тому же стоимость угля ежегодно растет, поэтому необходим поиск альтернативных источников энергии, способных ликвидировать или уменьшить дефицит.

Авторами проведен анализ возможности использования различных видов альтернативных источников энергии в Кемеровской области:

- Биоэнергетика: – энергия отходов;
– метан угольных пластов.
- Солнечная энергетика.
- Ветровая энергетика.

В качестве энергоресурса можно рассматривать топливо на основе отходов угледобывающих, углеперерабатывающих и деревообрабатывающих предприятий (угольная пыль, мелочь, шлам, древесные опилки и т.п.), количество которых в Кузбассе ежегодно растет на 2 млрд т. Прогнозные ресурсы шахтного метана на глубине 1800–2000 м составляют 13,1 трлн м³. Установки биологической переработки сельскохозяйственных отходов позволяют получить высококалорийный биогаз с содержанием метана до 95 %. Развитие ветро- и гелиоэнергетики также представляется перспективным.

По результатам исследования выявлено, что все указанные нетрадиционные источники могут с успехом применяться на территории Кемеровской области, что, во-первых, снизит потребность в электро- и теплоэнергии, а во-вторых, позволит сохранить экологическое равновесие в регионе.

УДК 680.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ

ХАЙБУЛЛИНА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. ШЛЫЧКОВ А.П.

В последние десятилетия ежегодно на акватории водных объектов наблюдается цветение воды, которое обусловлено интенсивным ростом численности сине-зеленых водорослей. Основной причиной интенсивного роста численности сине-зеленых водорослей является повышение в воде концентрации соединений фосфора, что обусловлено как внесением фосфорных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, так и использованием на объектах экономики технологий, в процессе использования которых образуются фосфаты. Так, анализ эффективности очистки сточных вод на предприятии ОАО «Нефаз» выявил, что степень очистки сточных вод от фосфатов составляет лишь 51 %, в то время как по взвешенным веществам и нефтепродуктам она составляет соответственно 97,6 и 99,7 %.

С целью повышения эффективности работы системы очистки сточных вод предприятия и снижения загрязнения водных объектов фосфатами по литературным источникам изучены различные методы и оборудование для очистки сточных вод. Для доведения степени очистки сточных вод от фосфатов до рыбохозяйственных нормативов качества вод предложена схема модернизации системы очистки сточных вод предприятия, которая заключается в установке в действующую схему очистных сооружений напорного флотатора, в котором фосфаты извлекаются из стоков коагулянтom. В качестве коагулянта предложено использовать гидроксохлорид алюминия, который обладает рядом достоинств: хорошо растворим в воде, не требует предварительного подогрева воды для приготовления рабочего раствора; исключает или резко снижает образование гипсовых отложений в технологическом оборудовании и трубопроводах.

Произведен технологический расчет оборудования и необходимого количества коагулянта для повышения эффективности очистки стоков от фосфатов. Выполнены эколого-экономические расчеты, которые показывают высокую эффективность предложенной модернизации системы очистки стоков от фосфатов. Экономический эффект от модернизации системы очистки стоков составляет около 1 млн руб. в год.

УДК 621.187

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ НА СТАДИИ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

ХАЙРУЛЛИНА Г.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. ШЛЫЧКОВ А.П.

На предприятиях теплоэнергетики обессоленная вода используется для получения пара в котлах, парогенераторах, испарителях, паропреобразователях; конденсации отработавшего в паровых турбинах пара; охлаждения различных аппаратов и агрегатов станции, а также в качестве теплоносителя в тепловых сетях и системах горячего водоснабжения.

В настоящее время получение обессоленной воды осуществляется, как правило, химическими и термическими методами. Как правило, для практической реализации данных методов требуются большие площади, они сопряжены с большими расходами электрической энергии и реагентов, а также с высоким износом оборудования и образованием большого количества опасных отходов.

С целью повышения эффективности использования на предприятиях теплоэнергетики электрической энергии и реагентов, повышения промышленной и экологической безопасности по литературным источникам рассмотрены различные методы водоподготовки. В результате проведенного исследования предложено для водоподготовки использовать мембранные фильтры, которые обладают следующими достоинствами:

- стабильно обеспечивают высокое качество очищенной воды;
- обладают невысокими эксплуатационными расходами;
- занимают небольшие площади;
- в процессе работы образуется небольшое количество отходов.

Произведены технологические расчеты микрофльтрационных модулей. Выполнены экономические расчеты, которые показывают высокую эффективность применения для водоподготовки мембранных фильтров. Срок окупаемости установки микрофльтрации с мембранными фильтрами составляет 1,9 года.

Внедрение данного инженерного решения позволит обеспечить более эффективную очистку воды, приведет к существенному снижению расходов на реагенты и электрическую энергию, а также позволит повысить экологическую и промышленную безопасность предприятий.

УДК628.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАСЛОДЕЛЬНО-МОЛОЧНОГО КОМБИНАТА

ХАЙРУЛЛИНА Г.Ш., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. ШЛЫЧКОВ А.П.

Анализ информации, приведенной в государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан», показывает, что малые реки республики испытывают интенсивное загрязнение, в том числе жирами и взвешенными веществами.

Проведенным исследованием установлено, что, несмотря на то что сточные воды маслодельно-молочных комбинатов проходят механическую и биологическую очистку, концентрация жиров и взвешенных веществ в сточных водах в большинстве случаев превышает рыбохозяйственные нормативы качества воды.

С целью повышения эффективности системы очистки сточных вод, снижения загрязнения водных объектов жирами и взвешенными веществами по литературным источникам рассмотрены различные методы и оборудование для очистки сточных вод. Для доведения степени очистки сточных вод от жиров и взвешенных веществ до рыбохозяйственных нормативов качества вод предложено в действующую систему очистки сточных вод дополнительно включить флотационную установку УПФР 20. Основным преимуществом данной установки является совмещение флотационной и сепарационной камеры в одну с применением эффекта тонкослойного разделения фаз, что при значительном снижении габаритов и стоимости позволяет достичь высокой степени очистки стоков от жиров и взвешенных веществ.

Произведен технологический расчёт оборудования. Выполнены эколого-экономические расчеты, которые показывают высокую эффективность предложенной модернизации системы очистки сточных вод предприятия. Экономический эффект от совершенствования системы очистки сточных вод предприятия составит более 150 тыс. руб. в год.

Внедрение данного инженерного решения позволит снизить концентрацию жиров и взвешенных веществ в сточных водах предприятия до рыбохозяйственных нормативов качества вод, что позволит повысить экологическую безопасность маслодельно-молочных комбинатов.

УДК 628.5:678

ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

ХАМИДУЛЛИН Р.Х., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. доц. ЗАБЕЛИН А.А.

Республика Татарстан является базовым регионом, в котором сосредоточена крупная химическая промышленность РФ. В структуре налоговых поступлений бюджета Татарстана налоги от крупных химических предприятий, таких как ОАО «Казаньоргсинтез», ОАО «Нижнекамскнефтехим», основной продукцией которых является полиэтилен, имеют особые приоритеты.

Вместе с этим имеется ряд проблем, связанных с утилизацией отходов как химического производства, так и жилищно-коммунального сектора. Полимеры составляют порядка 8 % с прогрессирующим ростом до 10 % от общей массы коммунальных отходов республики. В настоящее время утилизация полимерных отходов носит, прежде всего, экологический характер, так как технология сжигания полимеров подразумевает образование токсичной золы и газов (аммиак, оксиды азота, хлороводород, диоксины). Наряду с этим возникают экономические проблемы, так как постепенно возрастают потребности в удешевлении сырья для производства полимеров.

Полимерные отходы – это ценное сырье, которое можно регенерировать и повторно использовать для получения полимерных материалов или как сырье для получения мономеров, олигомеров, смазочных масел, строительных материалов и, наконец, как топливо.

Материальные и энергетические ценности, заключенные в отходах, относительно небольшие затраты на регенерацию определяют получение существенного экономического эффекта, усиливающегося благодаря экономии первичного сырья.

Поэтому, в последнее время, большой интерес представляет собой вторичная переработка полимерных отходов с получением материалов, продуктов, изделий, пригодных к дальнейшему использованию. Одним из решений данной проблемы может стать переработка данных отходов с применением технологии механического рециклинга, широко применяемых в странах Европы.

УДК 620.9

ВНЕДРЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

ХУСАЕВ И.А. КГЭУ, г. Казань

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

Солнечная энергетика – направление нетрадиционной энергетике, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Наиболее эффективным путем использования солнечной энергии является непосредственное преобразование ее в электрическую в фотоэлементах. Преобразование энергии основано на фотовольтаическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения.

Наиболее распространёнными в качестве полупроводникового слоя выступают следующие элементы: солнечные панели из поликристаллических элементов, солнечные панели из монокристаллических фотоэлектрических элементов, солнечные батареи из аморфного кремния.

Солнечные панели из поликристаллических фотоэлектрических элементов наиболее распространены ввиду оптимального соотношения цены и КПД среди всех разновидностей панелей. Поликристаллический кремний устойчив к воздействию солнечного излучения аналогично монокристаллическому материалу и при этом обеспечивает более высокую эффективность фотопреобразования, чем аморфный кремний. Благодаря высокой электропроводности кремния фотоэлементы на основе поликристаллического материала не требуют применения прозрачного электрода. Однако в таких элементах необходимо использовать светопоглощающий слой, поскольку оптическое поглощение в поликристаллическом кремнии намного меньше, чем в аморфном.

Нашей целью является исследование возможности питания нефтедобывающей установки при помощи установки фотоэлектрических солнечных модулей на основе поликристаллического кремния. Это связано с тем, что станки-качалки небольшой мощности, расположенные в удаленных от энергосистемы местах, требуют прокладки новых протяженных линий электропередач на высоком напряжении и установки собственной трансформаторной подстанции. Такие линии обычно имеют большие потери электроэнергии, а трансформаторы низкий коэффициент загрузки, что экономически не выгодно.

УДК 621.187

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

ЧИКИНОВА Л.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. ШЛЫЧКОВ А.П.

В настоящее время на большинстве предприятий для обеззараживания сточных вод используют метод хлорирования. Данный метод является эффективным при очистке сточных вод от бактерий и вирусов, но имеет и свои недостатки в части обеспечения промышленной и экологической безопасности.

С целью снижения загрязнения водных объектов хлорсодержащими веществами и повышения промышленной и экологической безопасности была исследована возможность использования метода ультрафильтрации для очистки и обеззараживания сточных вод. Метод ультрафильтрации основан на использовании мембран, размер пор которых составляет от 0,1 до 0,01 мкм. Полученная в результате фильтрации вода пригодна для питьевых целей и технического использования. При прохождении очищенных стоков через ультрафильтрационную установку микроорганизмы физически отфильтровываются, так как размер пор мембран меньше размеров бактерий и вирусов. По литературным данным этот метод обеспечивает 99,99 % очистку сточных вод от бактерий и вирусов.

С целью снижения загрязнения водных ресурсов была рассмотрена возможность использования на ОАО «Челныводоканал» ультрафильтрационной установки для обеззараживания сточных вод взамен хлорирования.

Эколого-экономические расчеты показали высокую эффективность предложенной системы обеззараживания сточных вод. Срок окупаемости ультрафильтрационной установки около одного года. Общая экономическая эффективность капитальных вложений составит примерно 5,8 млн руб./год.

Внедрение данного инженерного решения позволит обеспечить более глубокую очистку сточных вод, приведет к исключению расходов на приобретение хлора, а также позволит повысить экологическую и промышленную безопасность.

УДК 628.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ТЭЦ

ШАЙХУЛИСЛАМОВА Г.Г., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ГОЛУБЕВ В.В.

В водные объекты Республики Татарстан поступают загрязнения взвешенными веществами и нефтепродуктами. Их источниками являются добыча и переработка нефти, земляные работы, речные происшествия и др.

На сегодняшний день актуальной проблемой остается защита водной среды от загрязнения нефтепродуктами и взвешенными веществами. Нефтепродукты являются опасными загрязнителями сточных вод, сбрасываемых в водоемы.

Для решения проблемы широко применяются нефтеловушки разных систем, работающие за счёт гравитационного разделения жидкостей разной плотности. Они удовлетворительно очищают воду от быстро всплывающих крупных капель, но производительность их и степень очистки резко снижаются при очистке воды от мелкодисперсных продуктов. Также широко используются флотаторы, этот вид очистки сточных вод выполняется в две стадии: насыщение воды воздухом под давлением, выделение пузырьков воздуха соответствующего размера и всплытие взвешенных и эмульгированных частиц примесей вместе с пузырьками воздуха.

В настоящее время на предприятиях теплоэнергетики очистка сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов осуществляется с использованием отстойников, механических и угольных фильтров. Эти фильтры частично снижают содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, но нормативы НДС не достигаются.

Рассмотрев конструкции и технические характеристики разных типов флотаторов (вихревых, прямоугольных, вакуумных, радиальных и др.) и выполнив технологические, экологические и экономические расчеты, представляется возможным усовершенствовать систему очистки сточных вод путём установки напорного радиального флотатора.

Внедрение напорного радиального флотатора позволит уменьшить содержание нефтепродуктов и взвешенных веществ. В связи с тем, что сточная вода очищается до минимального содержания нефтепродуктов, его использование позволит увеличить экономическую эффективность работы за счет улучшения качества сточной воды и уменьшения платежей.

УДК 628.316:678

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

ШАМСУТДИНОВ А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СЕРЕБРЯКОВ А.В.

В России резиновую крошку получают из изношенных легковых, грузовых, автобусных и троллейбусных шин с текстильным и металлическим кордом.

При механической переработке шин в крошку физико-химический состав резины практически не меняется. А ввиду того, что крошка – продукт переработки (утилизации) шин, рыночная цена на нее ниже в 3–4 раза, чем на первичное сырье. Именно поэтому крошка является недорогим высококачественным продуктом, который пользуется большим спросом как на Российском, так и на международном рынке.

В перспективе только часть получаемой крошки может быть возвращена обратно в шины. Поэтому следует обозначить другие возможные направления использования резиновой крошки:

– порошковая резина с размерами частиц от 0,2 до 0,45 мм используется в качестве добавки (5...20 %) в резиновые смеси для изготовления новых автомобильных покрышек, массивных шин и других резинотехнических изделий. Применение резинового порошка с высокоразвитой удельной поверхностью частиц, получаемой при его механическом измельчении, повышает стойкость шин к изгибающим воздействиям и удару, увеличивая срок их эксплуатации;

– порошковая резина с размерами частиц до 0,6 мм используется в качестве добавки (до 50...70 %) при изготовлении резиновой обуви и других резинотехнических изделий. При этом свойства таких резин (прочность, деформируемость) практически не отличаются от свойств обычной резины, изготовленной из сырых каучуков;

– порошковую резину с размерами частиц до 1,0 мм можно применять для изготовления композиционных кровельных материалов, подкладок под рельсы, резинобитумных мастик;

– порошковая резина с размерами частиц от 0,5 до 1,0 мм применяется в качестве добавки для модификации нефтяного битума в асфальтобетонных смесях.

УДК 620.97

СИНТЕТИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО

ШИГАПОВА Ф.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. НОВИКОВ В.Ф.

Многие годы в России не задумывались над созданием синтетического топлива, так как нефть и природный газ были доступными и недорогими источниками энергии. Усиливающееся влияние законов рационального природопользования, а также стремление перейти на альтернативные и практически неисчерпаемые источники энергии стали причиной создания синтетического топлива.

Например, при обработке бурого угля паровоздушным дутьем получают газы с низкой теплотой сгорания, содержащие CO и углеводороды. При использовании высокотемпературного водяного пара получают горючий газ, содержащий CO, CH₄ и H₂, с теплотой сгорания до 12,5 МДж/нм³, который может использоваться в металлургии в качестве восстановителя в доменном процессе. По мнению специалистов США, газификация угля более эффективна, чем непосредственное сжигание угля в пылеугольных энергетических котлах.

В результате термической обработки сланцев получают горючий газ, содержащий до 30 % водорода, 15...30 % метана, около 10 % оксида углерода, и сланцевое масло – смесь жидких углеводородов, близкую к продуктам перегонки нефти, а также ценные химические продукты – этилен, бензол, фенол.

Еще одним источником синтезированной энергии являются экзотермические реакции. К примеру, для ацетилена, получаемого из карбида кальция, расходы на получение исходного сырья составляют 446 ккал/100 грамм (43,6 ккал – на декарбонизацию известняка и получение негашеной извести, 402,4 ккал – на обжиг извести и получение карбида кальция). Сжигание ацетилена дает 926 ккал/100 грамм. Итого полученной энергии: 480 ккал/100 грамм.

Таким образом, изучение ассортимента возможных вариантов синтетического топлива, а также его характеристик является важной задачей. Решение ее позволит снизить зависимость от природного углеродного и углеводородного топлива, а также сократить степень негативного воздействия промышленных отходов на экологическую обстановку.

УДК 678.4

ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЫЛИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ШИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЯГАФАРОВА Э.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. ДЫГАНОВА Р.Я.

На предприятиях шинной промышленности существует проблема запыленности воздуха рабочей зоны промышленной пылью, обладающей фиброгенными свойствами. Наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Мелкодисперсная промышленная пыль содержит около 40 различных ингредиентов: диоксид кремния, технический углерод, сера, сажа, каолин, окись цинка.

Для уменьшения вредного воздействия во время рабочего процесса используются средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), к ним относятся противогазы и респираторы. Произведен сравнительный анализ респираторов серии 9310 и «Кама-200». Важнейшим показателем эффективности респираторов служат качество фильтрующего материала, производственный коэффициент защиты.

Модель респиратора «Кама-200» используется на предприятиях шинной промышленности. При эксплуатации выявлен ряд недостатков: респиратор не плотно прилегает к лицу, что уменьшает его защитные свойства, создаётся дискомфорт при дыхании, при высокой запыленности воздуха фильтрующая ткань быстро запыляется и приводит в негодность респиратор. Респиратор серии 9310 является респиратором улучшенного комфорта, фильтрующий материал нового типа повышает степень защиты и снижает сопротивление дыханию, максимально прилегает к лицу, что позволяет работать в респираторе непрерывно. Единственным недостатком данной модели является цена 53 рубля, что в 2 раза дороже респиратора «Кама-200».

При введении в эксплуатацию респираторов серии 9310 на шинном производстве можно на 75 % уменьшить риск возникновения профессиональных заболеваний, тем самым уменьшить случаи страховых выплат по вредному производству.

УДК 680.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

ХАКИМОВА Л.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. геогр. наук, доц. ШЛЫЧКОВ А.П.

Пищевая промышленность является одной из самых перспективных и быстро развивающихся отраслей экономики; в связи с чем проектирование вентиляционных систем для кухонь предприятий общественного питания является одной из актуальных инженерных задач в сфере пищевой промышленности.

Пищевая промышленность, в отличие от металлургии и химической промышленности, не относится к основным загрязнениям атмосферы, однако выбросы ряда пищевых производств содержат опасные загрязняющие вещества, включая канцерогены, которые оказывают негативное влияние как на работников кухни, так и на посетителей. Кроме того, при приготовлении пищи на кухне создаются неблагоприятные условия работы за счет конвективных и лучистых тепловыделений. Поэтому перед проектировщиками и производителями вентиляционных установок ставится задача создания комфортных условий труда и соблюдения санитарно-гигиенических нормативов при использовании технологического оборудования кухонь.

С целью создания благоприятных условий для работников кухни и школьников по литературным источникам изучены различные методы и оборудование для снижения загрязняющих веществ в школьной столовой. Для доведения степени очистки воздуха от загрязняющих веществ до санитарно-гигиенических нормативов разработано техническое решение, которое заключается в совершенствовании системы вентиляции. Предложено использовать более совершенную систему вентиляции, которая полностью удаляет загрязненный воздух от технологического оборудования и не дает ему распространиться в помещении школьной столовой.

Произведен технологический расчет оборудования. Выполнен экономический расчет, который показывает высокую эффективность

предложенного инженерного решения. Внедрение инженерного решения позволит обеспечить как на кухне, так и в школьной столовой соблюдение санитарно-гигиенических нормативов.

УДК 620.92

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕТРОНАСОСА В ВОДОСНАБЖЕНИИ ВОДОПОЛИВОЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

ЗАГИДУЛЛИН Г.Г., АХМЕТГАРЕЕВ Ф.М., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУДАКОВ А.И.

Выработка электроэнергии на базе ВЭУ в России в настоящее время составила около 0,1 % от мирового объема электроэнергии, полученной на базе возобновляемых источников электроэнергии и 0,001 % объема генерации энергии в стране.

Крупнейшие потребители электроэнергии в РФ все чаще переходят на самообеспечение энергией. Российские компании предпочитают вкладывать сотни миллиардов в строительство собственных электростанций, вместо того чтобы покупать электроэнергию на рынке. Своя энергия в 1,5–2,5 раза дешевле покупной, так как не приходится платить за транспортировку, за мощность (гарантированный резерв мощности для каждого потребителя), оплачивать потери в сетях.

В летнее время одной из важных проблем города является полив цветов и клумб. Моя ветроэлектрическая установка (ВЭУ) орошает близлежащие клумбы и наполняет воду в резервуары машин для полива растений города Казани, в свободное время качая воду в водонапорную башню из скважин.

СЕКЦИЯ 5. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

УДК 621.313

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ДВУХФАЗНЫМ АСИНХРОННЫМ МИКРОДВИГАТЕЛЕМ

АНАНЬЕВ А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

В процессе эксплуатации электроприводов (ЭП) под воздействием внешних факторов изменяются параметры системы, что приводит к изменению показателей качества процесса управления. Поэтому в современных ЭП актуальным является применение автоматических адаптивных систем контроля и управления, благодаря которым ЭП будет инвариантен к внешним возмущениям. Для достижения цели поставлена задача разработки моделей цифровых адаптивных систем с сигнальной адаптацией, поддерживающих требуемое качество функционирования оптимизированных ЭП с двухфазными асинхронными двигателями.

Целью исследования является разработка методики и структурных схем с адаптивными контурами, позволяющих устранять воздействие внешних возмущений.

Адаптивная система, реализованная по беспоисковому алгоритму, состоит из реальной системы, включающей внешний контур положения, внутренний – скорости и объекта регулирования. В качестве контура адаптации предлагается исследовать два типа передаточных функций: эталонная и желаемая модели системы. В предлагаемой схеме сигнал с выходной координаты реальной системы сравнивается с сигналом эталонной модели и формируется сигнал рассогласования, который заводится в прямой канал реальной системы для коррекции сигналов управления на регуляторе положения.

В процессе моделирования были синтезированы ПИ- и ИД-регуляторы скорости и положения соответственно, а также рассчитана передаточная функция эталонной модели седьмого порядка для проведения сравнительного анализа адаптивных контуров. Сравнительный анализ передаточных функций адаптивных контуров показал, что для дальнейшего исследования предпочтительнее использование эталонной модели ввиду меньшего перерегулирования и колебательности системы.

УДК 621.313.33

АНАЛИЗ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПУСКЕ С ПОМОЩЬЮ КОНДЕНСАТОРНОГО ПУСКО-КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

АФЛЯТУНОВ И.Ф., УлГТУ, г. Ульяновск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ДМИТРИЕВ В.Н.

При прямом пуске асинхронного двигателя (АД) пусковой ток достигает 5–7 кратного значения от номинального тока. При соизмеримости мощностей электродвигателя и источника электроэнергии более эффективно для пуска АД применять последовательное включение с обмотками статора конденсаторов, которые после пуска переключаются параллельно сети, обеспечивая компенсацию реактивной мощности двигателя в рабочем режиме.

В работе предлагается оригинальная схема пуско-компенсирующего конденсаторного устройства, существенным отличием которой является максимально эффективное использование конденсаторов и отсутствие перекомпенсации. Соотношение эквивалентной пусковой и эквивалентной компенсационной емкостей равно 4:1, при этом все конденсаторы остаются в работе.

Для исследования конденсаторного пускового устройства создана математическая модель. Рассматривается конденсаторный пуск АД АИР80А2У3, номинальные данные которого: $P = 1,5$ кВт, $U = 380$ В, $I = 3,3$ А, $n = 2850$ об/мин. Емкость подобрана с условием ограничения пускового тока 3-кратным значением от номинального тока.

В момент переключения конденсаторов параллельно статорным обмоткам АД наблюдаются скачки тока АД. Если перед переключением конденсаторов параллельно статорным обмоткам АД выдержать паузу, в течение которой АД отключается от сети и тормозится выбегом, то можно добиться снижения скачков тока АД до приемлемого уровня.

В результате исследований установлено, что оптимальная продолжительность паузы для АД АИР80А2У3 составляет 20 мс, при этом скачок тока не превышает 3-кратного значения.

Уменьшение пускового тока влечет за собой уменьшение пускового момента. Поэтому устройство может быть использовано для пуска и компенсации реактивной мощности АД с вентиляторной нагрузкой.

УДК 681.5:62-82

СИСТЕМА ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЛЕРА ФИРМЫ TOSHIBA

БАТЫРШИН Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Цель работы – создать лабораторный стенд точного позиционирования для управления движением шаговых двигателей (ШД) на основе прототипа-аналога.

Лабораторный стенд состоит из контроллера Toshiba 6560. Может управлять одновременно четырьмя шаговыми двигателями с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

Снабжен блоком питания от 1-ф сети 220 В с преобразованием в +24 В. Дополнительно необходима персональная ЭВМ, в которой установлено программное обеспечение Mach 3.

Устройство снабжено драйвером управления. Можно подключать шаговые двигатели с током двигателя меньше 3,5 А, поскольку на контроллере есть возможность выставления тока 25 %, 50 %, 75 %, 100 % от максимального тока (3,5 А), на который рассчитан этот контроллер.

На контроллере есть возможность дробления шага. Есть четыре варианта шага:

- 1 (шаг),
- 1/2 (полушаг),
- 1/8 шага,
- 1/16 шага.

Выставление размера шага возможно для каждого двигателя отдельно, что дает возможность использования шаговых двигателей не только разной мощности, но и разных характеристик (1.8°, 0.9° ...).

К контроллеру подключены датчики лимитного положения на каждую ось.

На контроллере есть реле, через которое программно можно управлять шпинделем, насосом или другим устройством.

К этому контроллеру можно подключать пульт ручного управления и дисплей цифровой индикации.

УДК 657.922

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ДОЛИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ПРОИЗВОДСТВЕ

БИСВАС К., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

Автоматизация технологического процесса – это совокупность методов и средств, предназначенная для реализации системы или систем, позволяющих осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

В докладе рассматривается метод определения необходимой степени автоматизации технологического процесса в производстве. Для этого необходимо экономически обосновать целесообразность внедрения автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), поскольку это связано со значительными затратами денежных средств.

Для определения степени автоматизации применяется следующая формула:

$$P_{\text{авт}} = (N_a/N) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где N_a – количество автоматизированных операции, N – количество всех операции.

При этом прирост эффективности за счет автоматизации производства составляет:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{авт}} = (C_{\text{авт}} - C) / C_{\text{з.авт}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{авт}}$ – прибыль после проведения автоматизации, C – прибыль в прежнем режиме, $C_{\text{з.авт}}$ – общие затраты на автоматизацию.

По формуле (1) при исследовании элеватора № 1 «ЗАО Пивоварня ЭФЕС» было получено $P_{\text{авт}} = 0,888$, что является экономически оправданной степенью автоматизации технологических процессов по решению заказчика. В докладе предлагается подход к определению максимально допустимой степени автоматизации при ограничении удельных затрат на внедрение АСУ ТП.

УДК 621.313.32

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВОЗБУДИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

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

Пуск синхронных двигателей (СД) осуществляется либо при короткозамкнутой обмотке возбуждения (ОВД) бесщеточных возбудительных устройств (БВУ), либо при ОВД, замкнутой на пусковое сопротивление тиристорных возбудительных устройств (ТВУ). Увеличению пускового момента СД способствует увеличение сопротивления в цепи ОВД. Величина пускового сопротивления ТВУ больше, чем у БВУ. В случае пуска СД с большим нагрузочным моментом и моментом инерции следует применять ТВУ.

В случае отключения от сети возбужденный СД достаточно длительное время сохраняет значительную остаточную ЭДС. При гашении поля (ГП) решающую роль играет результирующее активное сопротивление цепи возбуждения. В БВУ ГП производится коротким замыканием ОВД через диоды выпрямителя, а в ТВУ – замыканием ОВД на пусковое сопротивление. Очевидно, в СД с БВУ ГП происходит медленней.

На нефтехимических производствах (НХП) ВУ должны нормально функционировать все время. БВУ не требует специального обслуживания из-за простоты схемы и отсутствия щеток. А при эксплуатации ТВУ требуется обслуживание щеточного узла.

Компенсация реактивной мощности с помощью СЭП на НХП не применяется, однако поддерживается значение $\cos\varphi$, равное 0,96–0,98. Перевод СД в емкостной режим при использовании ТВУ затруднителен, так как это приводит к перегреву и разрушению щеток, а увеличение тока возбуждения (ТВ) выше номинального в БВУ на практике приводит к ускоренному износу изоляции. Решением проблемы продолжительного протекания повышенного ТВ по контактному кольцу может быть улучшение конструкции контактного кольца в части улучшения теплоотвода с него.

В случае работы СЭП в составе нефтехимического оборудования, останов которого не допустим по условиям технологического процесса,

целесообразно применять ТВУ. Если к СЭП не предъявляются особые требования по устойчивости его работы, его вынужденный останов не приведет к срыву технологического процесса, оптимальным будет применение СД с БВУ.

УДК681.5:62-82

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

ВАЗЮКОВ Д.Е., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

В данной работе будет рассмотрено создание тепловой математической модели помещения с целью исследования возможности управления температурой и влажностью, путем изменения воздухообмена, нагрева – охлаждения, увлажнения – осушения.

По результатам исследования планируется разработка алгоритма работы системы управления параметрами микроклимата.

Сделана попытка определить структуру информационно-измерительной системы для электропривода вентилятора и теплообменника.

Рассматривается возможность реализации разработанного алгоритма управления температурой и влажностью с помощью контроллера Arduino uno.

Решение этих задач позволит получить следящую систему вентиляции и кондиционирования, способную считывать информацию об окружающей среде посредством датчиков и оптимизировать процесс управления параметрами микроклимата. Это даст возможность поддерживать комфортную атмосферу в помещении без постоянного вмешательства человека, а также позволит снизить затраты на электроэнергию.

УДК 621.313

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

ВАЛИАХМЕТОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

Целью работы является разработка математической модели электропривода дутьевого вентилятора с векторным управлением, которая позволит более эффективно управлять электроприводом вентилятора.

В представленной работе рассмотрены вопросы модернизации и исследования электропривода дутьевого вентилятора для котла, установленного в тепловой электростанции. Основным назначением тягодутьевых механизмов (вентилятора и дымососа) является поддержание оптимального режима горения в топке котла, обеспечивая условия для наиболее полного сгорания топлива.

Ранее производительность тягодутьевых машин регулировалась с помощью направляющих аппаратов. Оснащение тягодутьевых механизмов регулируемым электроприводом позволяет, с одной стороны, оптимизировать процесс горения за счет автоматического поддержания разряжения в котле и давления подаваемого воздуха, а с другой стороны, позволяет сэкономить по некоторым оценкам до 50 % электроэнергии. Поэтому принято решение о переходе на современный частотно-регулируемый электропривод.

В данной работе был произведен расчет и выбор элементов электропривода, а также рассчитаны параметры схемы замещения асинхронного двигателя и на базе них составлены математические модели электропривода. Выполнен сравнительный анализ математических моделей скалярного и векторного управления; построены графики переходных характеристик по скорости, по току и по моменту. Сравнительный анализ показал, что в режиме работы системы преобразователь частоты с асинхронным двигателем с вентиляторным типом нагрузки целесообразнее использовать принцип векторного управления, так как в приведенной характеристике точность поддержания скорости выше и удалось снизить резкое возрастание пускового тока.

Разработанный частотно-регулируемый электропривод вентилятора соответствует всем техническим и технологическим требованиям,

обеспечивает улучшение качества технологического процесса и экономию электроэнергии.

УДК 62.526

СИГНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ В КОНТУРЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

ГАЛИЕВА А.Р., МАЛЁВ Н.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Проблема инвариантности систем к изменяющимся в процессе функционирования параметрам возникает в связи с необходимостью обеспечения требуемого качества управления и повышения точности работы.

В процессе полёта беспилотного летательного аппарата (БЛА) вследствие сгорания топлива уменьшается его масса и момент инерции, что приводит к изменению соответствующих параметров контура автоматического управления и, в свою очередь, изменению показателей качества процесса управления и точностных показателей.

В работе рассматривается применение сигнальной адаптации (самонастройки) контура автоматического управления БЛА при уменьшении момента инерции и массы ракеты на 20 %.

В целях обеспечения параметрической инвариантности системы предлагается способ адаптации с эталонной моделью с неизменными параметрами, не требующий изменения параметров регулятора и основанный на формировании корректирующего воздействия, усиленного звеном с большим коэффициентом передачи, формирующим усиление сигнала невязки между объектом и эталонной моделью.

Предложенный способ сигнальной адаптации обеспечил параметрическую инвариантность системы управления к изменению массы и момента инерции БЛА в процессе полёта с сохранением требуемой точности при отсутствии искажений процесса самонастройки.

УДК 621.313

ИЗМЕРЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО МОМЕНТА НА ВАЛУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

ГИЛЬМАНОВ Л.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КОРНИЛОВ В.Ю.

В данной работе рассмотрено измерение механического момента на валу электрической машины.

Измерение выходного момента может быть осуществлено следующими способами: статическим и динамическим.

При использовании статического способа момент определяют с помощью моментометров при установившейся частоте вращения ротора. Сняв семейство точек механического момента при различной частоте вращения, получают статическую механическую характеристику.

Динамический способ определения вращающего момента основан на измерении ускорения двигателя при пуске на холостом ходу. В ряде случаев этим способом можно получать и статическую механическую характеристику, когда электромагнитная постоянная времени существенно меньше электромеханической.

Предложена структурная схема установки для экспериментального определения момента на валу асинхронного двигателя при помощи механического тормоза и моментометра.

Выполнены работы по тарированию механической части стенда.

УДК 621.313

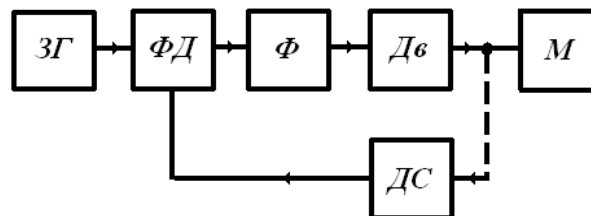
ПРЕЦИЗИОННАЯ СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ СИНХРОННОГО МИКРОДВИГАТЕЛЯ С ИМПУЛЬСНЫМ ДАТЧИКОМ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

ГУМЕРОВ Р.З., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Прецизионные системы стабилизации угловой скорости широко применяются в приборах автоматического управления, в компьютерных устройствах записи и воспроизведения информации, а также в целом ряде гироскопических приборов, поскольку от постоянства скорости вращения маховика гиromотора зависит точность их работы.

В данной работе рассмотрена **фазовая система прецизионной стабилизации угловой скорости синхронного микродвигателя. В датчике скорости использован метод нанесения магнитных меток на ферромагнитный диск.** В отличие от известного фотоэлектронного датчика скорости вращения, данный метод отличается большей точностью. Это обусловлено тем, что число нанесенных магнитных меток на диск на несколько порядков больше числа отверстий в диске для фотоэлектронного датчика. Кроме того, данный метод обладает большей универсальностью, так как магнитные метки могут стираться с диска и наноситься вновь в количестве, необходимом для измерения скорости с требуемой точностью. На рисунке приведена функциональная схема системы стабилизации.



Функциональная схема фазовой системы стабилизации скорости

В данной схеме стабилизируемым параметром является положение ротора относительно вектора напряжения задающего генератора. Импульсы с выхода датчика скорости поступают на один из входов фазового дискриминатора *ФД*. На другой вход дискриминатора поступает сигнал от задающего генератора *ЗГ*. В рабочем режиме ротор двигателя вращается с такой скоростью, при которой частота сигнала с датчика обратной связи равна частоте задающего генератора. Если под влиянием изменения момента нагрузки изменится положение ротора, то на двигатель будет оказано воздействие, корректирующее положение ротора относительно вектора напряжения задающего генератора.

УДК 519.87:621.34 (622.276.53)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДОЖИМНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

ЗИАТДИНОВ А.М., АГНИ, г. Альметьевск

Для транспортировки добываемой нефти и попутного газа к пунктам сбора и подготовки, в схему включают промежуточные дожимные

насосные станции (ДНС), которые предназначены для сбора, сепарации, предварительного обезвоживания, учета и дальнейшей транспортировки на центральные пункты сбора.

Актуальность заключается в снижении потерь электроэнергии на процесс перекачки нефти.

Целью исследования является оптимизация энергетических параметров электропривода ДНС с высоковольтным асинхронным электродвигателем (АД) мощностью 315 кВт.

Объектом исследования является система электроснабжения электротехнического комплекса ДНС.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

а) представлена схема замещения, на основании которой получена система дифференциальных уравнений;

б) система дифференциальных уравнений приведена к форме Коши, в которой учитываются параметры и связи нового элемента и структурной схемы;

в) разработана математическая модель, которая позволяет исследовать режимы работы электропривода ДНС в установившихся и переходных режимах;

г) подготовлены исходные данные для математического моделирования в MatLab Simulink и MathCad.

УДК 621.34

УПРАВЛЕНИЕ ТОКОМ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

ИВАНОВ А.С., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук ЕНИКЕЕВА Э.Р.

Основным типом источников электроэнергии является источник напряжения, у которого малое внутреннее сопротивление. Во многих случаях полезный эффект создает не напряжение, а ток. Ток – это вращающий момент электродвигателя, запасенная в индуктивности энергия, и поэтому для многих преобразователей требуется не источник напряжения, а источник тока.

Преобразование источника напряжения в источник тока осуществляется с помощью обратной связи по току. Выбор её параметров для получения предельно возможных динамических свойств является

непростой задачей даже для активно-индуктивной нагрузки с постоянными параметрами и при постоянном сигнале. А если изменить задающий сигнал, с целью формирования требуемого закона регулируемой координаты ЭП, то задача еще более усложняется. Использование классических регуляторов с постоянными параметрами не позволяет решить эту проблему. Для решения этой проблемы предлагается применение регуляторов с переменными параметрами. В этом случае возникает задача определения законов изменения параметров регулятора.

В теории управления известен метод управления линейными дискретными системами с конечной длительностью переходных процессов, именуемый апериодическим управлением, при котором реализуется предельно возможное быстроедействие. Для его применения требуется осуществлять преобразование переменных вектора состояния. Исходные уравнения системы состояются относительно физических переменных, для измерения которых применяются определенные датчики. Поэтому для преобразования переменных необходимо предусмотреть дополнительные команды при программном управлении. Таким образом, практическая реализация этого метода требует дополнительных затрат на реализацию.

В настоящей работе производится оценка возможности получения заданного закона изменения тока в активно-индуктивной нагрузке с помощью широтно-импульсного преобразователя (ШИП), который имеет апериодический регулятор.

УДК 621.316.544

ARDUINO UNO КАК КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДА

ИДИЯТУЛЛИН Т.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЛОМАКИН И.В.

В данной работе рассмотрен контроллер Arduino uno как вспомогательный контроллер для электровелосипеда.

Arduino позволяет компьютеру выйти за рамки виртуального мира в физический и взаимодействовать с ним. Устройства на базе Arduino могут получать информацию об окружающей среде посредством различных датчиков, а также могут управлять различными исполнительными устройствами. Для реализации контроллера будет написан код на языке C++, с использованием внешних дополнительных библиотек устройств.

В данной работе будет показана реализация контроллера для снятия нескольких показателей на велосипеде, таких как:

- 1) скорость байка,
- 2) температура окружающие среды,
- 3) уровень заряда батарей,
- 4) измерение пути на байке.

Все показания будут выведены на LCD-дисплеи на базе контроллера HD44780.

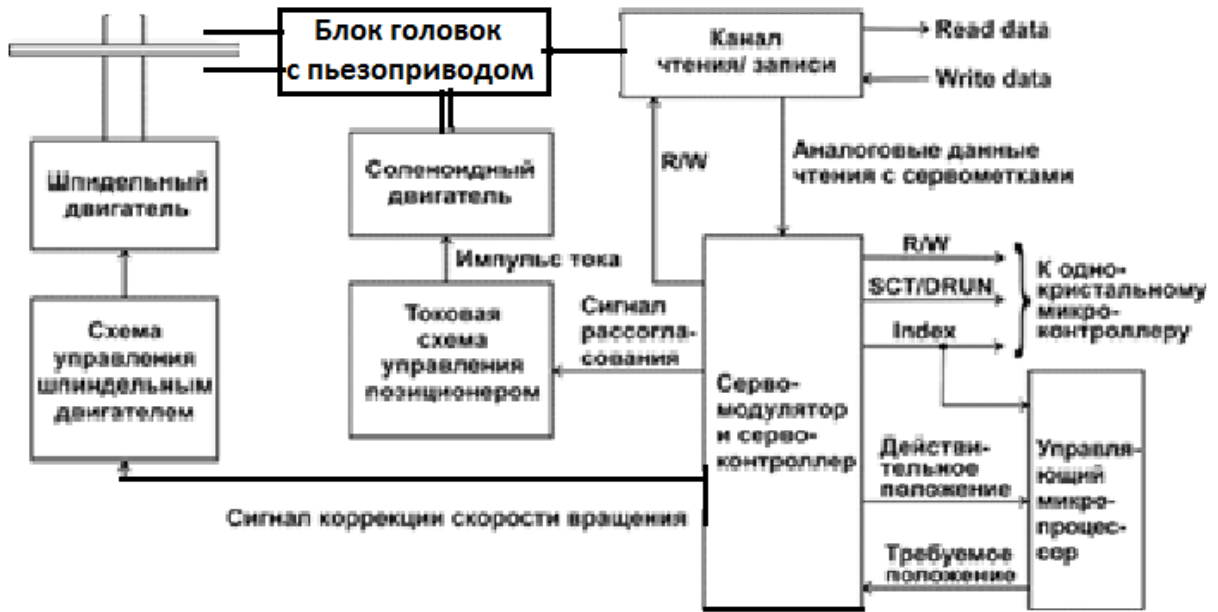
УДК 51-61

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МИКРОПРИВОД ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ГОЛОВОК ЖЕСТКОГО ДИСКА

КАМАЛОВ Л.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Увеличение количества информации, записываемой на жесткий диск, требует повышения точности позиционирования головок. В настоящее время для позиционирования головок жестких магнитных дисков используют соленоидный электропривод. В конструкции привода подвижная катушка жестко соединяется с блоком головок и размещается в поле постоянного магнита. При появлении в катушке электрического тока она смещается относительно жестко закрепленного постоянного магнита, передвигая блок головок. В литературе описана более точная двухступенчатая система позиционирования, состоящая из обычного позиционера и пьезоэлектрического микропривода. Сначала головка позиционируется обычным способом, а затем доводится до нужного положения пьезоэлектрическим микроприводом. Цель данной работы – модернизировать жесткий диск с обычным позиционером путем размещения между коромыслом перемещения головок и самими головками микропривода из пьезоэлектрической керамики. На рисунке приведена функциональная схема жесткого диска с пьезоэлектрическим микроприводом.



Функциональная схема жесткого диска с пьезоэлектрическим микроприводом

УДК 621.313; 62.837

УЛУЧШЕНИЕ ВИБРОШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

КАРАЧЕВ В.Д., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГОЛУБЕВ А.Н.;

д-р техн. наук, проф. МАРТЫНОВ В.А.

Магнитные шумы обусловлены магнитными силами, действующими между отдельными частями машины. Они могут быть вызваны радиальными, тангенциальными и осевыми магнитными силами. Радиальные силы, вызывающие деформацию статорного кольца, являются функцией пространственного распределения индукции в воздушном зазоре. Широкие возможности целенаправленного воздействия на конфигурацию магнитного поля, а следовательно, на виброшумовые характеристики, открывает увеличение числа фаз статорной обмотки, что позволяет оптимизировать целый спектр других технико-экономических показателей электропривода (ЭП).

При рассмотрении вопроса улучшения виброшумовых показателей ЭП следует поставить задачу компромиссной минимизации действующего значения тока статора и магнитных шумов при сохранении требуемого электромагнитного момента:

$$F = P_{2m}^2 + \frac{\varphi}{1-\varphi} \frac{B_{rm}^2}{\delta^2} I_s^2 = \min ,$$

где $\varphi \in [0;1]$ – вспомогательная переменная. В целевой функции учитывается только вторая гармоника радиальной силы P_{2m} , так как она оказывает наиболее сильное влияние на шум и вибрацию электрической машины. Четвертая гармоника радиальной силы оказывает в 16 раз меньшее влияние на магнитный шум.

Решение задачи оптимизации разбивается на два этапа. На первом определяются значения поперечных составляющих приведенных спектральных векторов тока статора. В этом случае ставится задача минимизации действующего значения тока при обеспечении требуемого момента. На втором этапе определяется продольная составляющей первой гармоники тока статора. В этом случае ставится задача компромиссной минимизации действующего значения тока статора и магнитных шумов. Рассчитанные функциональные зависимости вводятся в многоканальную САУ с помощью функциональных блоков.

УДК 681.313

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

МАГСУМОВ Д.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

Шаговые двигатели широко используются в компьютерах, в периферийных устройствах вычислительной техники, в станках с числовым программным управлением, а также в других многочисленных устройствах с точным позиционированием. Одним из главных преимуществ шаговых двигателей является возможность осуществлять точное позиционирование и регулировку скорости вращения без датчика обратной связи. Цель данной работы – создание макета учебного стенда с программным управлением шаговым двигателем. Для формирования требуемой последовательности импульсов управления шаговым двигателем использован микроконтроллер ATtiny 2313. В качестве силового каскада применен драйвер L293DNE, обеспечивающий ток нагрузки на каждый канал до 600 мА. Программа управления позволяет исследовать работу шагового двигателя в статическом, квазистатическом,

установившемся и переходном режимах, а также в режиме дробления шага. На рисунке приведена схема подключения драйвера к микроконтроллеру и шаговому двигателю.

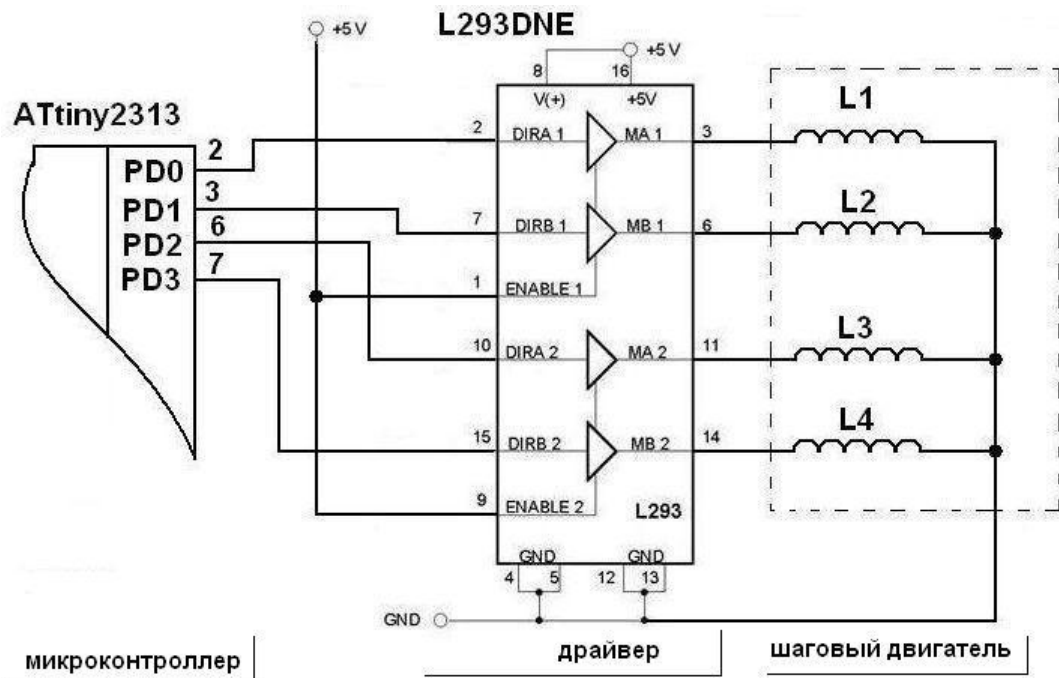


Схема подключения шагового двигателя к драйверу L293DNE

УДК 621.313

КОЛЬЦЕВОЙ ДАТЧИК ДЛЯ ЦЕМЕНТОМЕТРИИ СКВАЖИН

МАЛАЦИОН А.С., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Систему «сигнал – приёмный преобразователь – контролируемое изделие – устройство обработки сигнала» принято рассматривать как единый комплекс. Исходя из характеристик контролируемого изделия, выбираются параметры пьезопреобразователя (размеры, полоса пропускания, форма АЧХ), форма зондирующего сигнала, вид обработки сигнала.

Цель работы – разработка и создание кольцевого датчика, состоящего из двух излучающих и двух приемных преобразователей (рис. 1).

На рис. 1 показана структурная схема кольцевого датчика, где ИП1, ИП2 – излучающий преобразователь; ПП1, ПП2 – приёмный преобразователь; УМ – многоканальный усилитель мощности; У1, У2 –

усилители. Особенность конструкции датчика заключается в том, что излучатели и приёмники расположены по окружности датчика. Зондирование осуществляется двумя ИП, а отраженный от дефектов сигнал регистрируется и обрабатывается отдельно с каждого ПП. Таким образом, можно при приеме сигнала на этапе усиления применить фильтры высоких и низких частот, а на этапе обработки различные цифровые фильтры.

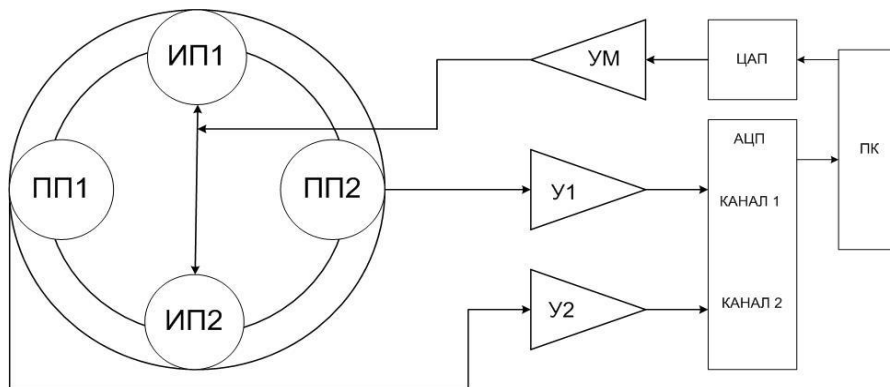


Рис. 1. Структурная схема кольцевого датчика

Применение двухканального измерения позволит не только увеличить чувствительность метода, но и обеспечит повышение точности нахождения дефектов.

УДК 62-529/612.216.3

ЭЛЕКТРОПРИВОД КЛАПАНА ВЫДОХА АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

МАРГАЦКАЯ Е.А., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВОРОНИН С.Г.;
канд. техн. наук, доц. ШАБУРОВ П.О.

При проведении ИВЛ основное внимание необходимо уделять предупреждению избыточного давления в альвеолах, поскольку невнимание к данному фактору приводит к поражению легких, прогрессированию их дисфункции.

Активный клапан выдоха – это конструктивный элемент аппарата ИВЛ, который предназначен для поддержания целевого давления в дыхательных путях и в то же время обеспечивает возможность контроля над спонтанными дыханиями пациента во время инспираторной фазы вентиляции с контролем по давлению.

Разработанный электропривод для быстродействующего клапана выдоха, используемого в аппаратах ИВЛ, позволит обеспечить реализацию в процессе ИВЛ современных эффективных режимов вентиляционной поддержки. Для достижения поставленной цели решены задачи расчета, проектирования и изготовления электромеханической системы, состоящей из линейного электродвигателя и системы управления, основанной на базе средств микропроцессорной техники.

Уникальность и конкурентоспособность предлагаемого проекта заключается в достижении высоких точностных показателей и быстродействия благодаря использованию мехатронного модуля на базе линейного двигателя. Предлагаемое техническое решение является универсальным ввиду того, что современные аппараты ИВЛ представляют собой гибридное сочетание установок, поддерживающих различные режимы искусственной вентиляции легких.

УДК 621.186.842

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В $\text{CaCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ДЛЯ ПРОИЗВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

МАСИАБ А.Г.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. КАШАЕВ Р.С.

Проблема влияния процессов получения и потребления энергии на состояние окружающей среды и социально-экономическую ситуацию стали особенно актуальны. Использование энергии из возобновляемых источников (ВИЭ) является альтернативой энергетическому кризису. Но, для того чтобы ВИЭ смогли частично или полностью заместить вредные и опасные для окружающей среды энергетические объекты, требуется дальнейшее развитие технологий ВИЭ. Одной из главных проблем использование ВИЭ является хранение электроэнергии. Для решения этой задачи мы исследовали возможность использования теплоты фазовых переходов теплоаккумулирующих веществ при преобразования тепла в ЭЭ термоэлементом на основе эффекта Зеебека.

Мы исследовали различные теплоаккумулирующие вещества ($\text{CaCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CH_3COONa и другие). Результаты исследования показывают, что у $\text{CaCl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ наиболее выраженный экзотермический эффект, для которой в области основного ФП разница температур за счет экзотермического процесса достигает

$\Delta T = (T_C - T_B)$, как показано на рис. 1. Выделение тепла и соответственно снимаемого с ТЭ напряжения растянуто на длительный интервал по времени – 70 минут.

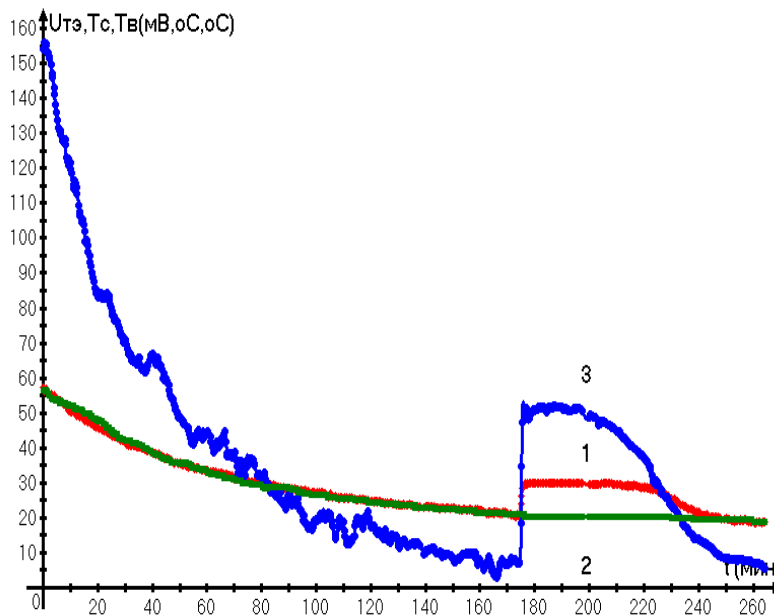


Рис. 1. Термограмма от времени t (мин) остывания температуры T ($^{\circ}\text{C}$) (кривая 1) кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, воды (кривая 2) и термоэлектрического напряжения $U_{\text{ТЭ}}$ (мВ) (кривая 3)

Таким образом, экзотермический эффект практически при комнатной температуре в $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ приводит к скачку напряжения на термоэлементе на величину в $\Delta U \approx 9$ раз, что весьма существенно и может быть использовано для создания устройства для производства ЭЭ не только днем, но и ночью.

УДК 621.313

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

МАЯМСИНА Д.Г., МАЛЁВ Н.А., КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Оценка влияния параметров электропривода на его динамические свойства имеет существенное значение при решении инженерных задач. Интерес представляет включение все большего числа параметров в категорию переменных системы для более детального исследования свойств объектов или улучшения возможностей их управления.

Работа посвящена изучению системы автоматического управления электропривода, в которой влияние изменяющихся параметров определяется не заранее заданными законами, а воздействием отдельных координат системы на ее параметры – параметрических обратных связей, вводящих дополнительные нелинейности в исходную систему. Они реализуются с помощью управляющих устройств, изменяющих параметры исходной динамической системы в соответствии с задаваемыми законами (алгоритмами) параметрических обратных связей. Анализируются особенности поведения и преимущества практических приложений данного класса нелинейных систем автоматического управления, реализуемых с помощью корректирующих цепей параметрических обратных связей, характеристики которых могут меняться, подстраиваясь к изменяющимся условиям работы объекта управления.

УДК 621.34

БЕСТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ЧАСТОТОЙ И ИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

МИННАХМЕТОВ А.М., АГНИ, г. Альметьевск
Науч. рук. канд. техн. наук ЕНИКЕЕВА Э.Р.

Более 30 лет высоковольтные преобразователи с регулируемой выходной частотой (ПЧ) применяют в электроприводах с асинхронными и синхронными электродвигателями, а также в устройствах частотного пуска-торможения обратимых синхронных генераторов-двигателей ГАЭС, газотурбинных, компрессорных установок и т. п. Двухзвенные высоковольтные ПЧ, выполняемые по различным схемам, традиционно имеют в своём составе входные согласующие трансформаторы, без которых возникают проблемы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) преобразователей с сетями электроснабжения, разделения потенциалов нейтрали двигателя и нейтрали сети, ограничения коммутационных перенапряжений относительно «земли», оказывающие негативное воздействие на изоляцию электрооборудования. В то же время установка входных трансформаторов усложняет схемы ПЧ, повышает их массогабаритные показатели и стоимость.

Развитие техники высоковольтных ПЧ, совершенствование применяемых в них силовых полупроводниковых приборов, появление

новых методов управления привели к попыткам разработать такие технические решения, которые позволят без существенных затрат снизить электромагнитные воздействия преобразователей на сети электроснабжения и изоляцию электрооборудования, обеспечить установленные стандартами показатели и нормы качества электроэнергии и вместе с тем в целом ряде практических применений отказаться от изолирующих трансформаторов.

В докладе рассмотрены некоторые аспекты решения этой проблемы. Проанализированы различные факторы влияния высоковольтных преобразователей частоты на электромагнитную совместимость и условия, возможности отказа от выходных изолирующих трансформаторов в схемах электроприводов.

УДК 621.34

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

МИННАХМЕТОВ А.М., АГНИ, г. Альметьевск

Науч. рук. канд. техн. наук ЕНИКЕЕВА Э.Р.

В технологических процессах нефтегазовой, химической и ядерной промышленности широкое применение находят различные виды запорной арматуры, управляющей потоками жидкости или газа, и автоматизация технологического процесса осуществляется через автоматизацию управления этой арматурой. Отсюда возникает необходимость создания надежного автоматизированного электропривода для управления запорной арматурой (ЭПЗА), обладающего всеми перечисленными выше функциями.

Для исключения человеческого фактора возникла необходимость создания СУ ЭПЗА другого поколения, управляемые непосредственно от цифрового устройства верхнего уровня, обменивающимся с ними в непрерывном режиме цифровыми данными, реализующие сложные законы управления закрытием и открытием, с контролем основных выходных и промежуточных координат и параметров, реализующие на этой основе функции самодиагностики и включение в случае необходимости резервных регуляторов или переход на вспомогательные алгоритмы (циклограммы работы). По сравнению с современным ЭП интеллектуальный электропривод имеет ряд преимуществ:

- возможность свободно программировать циклограмму работы привода и реализовывать различные автоматические регуляторы и устройства;
- возможность обмена информацией между приводом и внешними устройствами по цифровым последовательным интерфейсам;
- возможность встраивать электроприводы в современные системы управления промышленными объектами и объектами инфраструктуры без привлечения дополнительных устройств сопряжения;
- микропроцессорные контроллеры в сочетании с бесконтактным энергонезависимым датчиком положения запорного органа позволяют производить настройку привода без вскрытия корпуса с помощью пульта с инфракрасным приемо-передатчиком.

Возникновение интеллектуального ЭП с электронным блоком управления явилось новым скачком в механизации трубопроводной арматуры.

УДК 681.5:62-82

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ ФИРМЫ TOSHIBA И ПРОГРАММЫ MACH3

МУХАМЕТШИН Ш.Р., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Цель работы – разработка и изготовление лабораторного стенда, который осуществляет имитацию работы станка с числовым программным управлением (ЧПУ) для исследования систем управления многодвигательного шагового электропривода.

Лабораторный стенд с ЧПУ шаговых двигателей (ШД) состоит из координатного стола, с возможностью перемещения по осям XYZ (перемещение каждой из оси осуществляется червячной передачей), на каждой из осей стола установлен один двухфазный шаговый двигатель фирмы LinEngineering 4118M-01-RO с напряжением питания 24 В и током 1,7 А на фазе, программируемого логического контроллера (ПЛК) фирмы Toshiba с напряжением питания +24 В и с возможностью подключения до 4 ШД, ПЛК на каждый из ШД выдает ток от 1,5 А до 3 А в зависимости от потребляемого тока ШД, блока питания с выходным напряжением 24 В и выходным током 15 А, персонального компьютера с программным обеспечением MACH3.

В настоящее время был произведен электрический и механический монтаж оборудования. Произведена универсализация программного обеспечения (ПО) МАСНЗ, т. е. интерфейс программного обеспечения перестроен так, чтобы была возможность использования его на различных типах станках с ЧПУ, а также с различными механическими передачами, для этого в ПО добавлена возможность автоматического вычисления количества подаваемых импульсов на ШД для заданного перемещения. Более того, в ПО МАСНЗ была произведена интеграция русскоязычного G-код компилятора.

УДК 62-83

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ФИРМЫ АВВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

НОСИКОВ Р.С., МАХМУТОВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань,
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЕЕВ Т.Х.

В современной промышленности для повышения эффективности работы технологического оборудования все чаще используется система автоматического регулируемого электропривода взамен нерегулируемого. При этом все более широко используется система частотно-регулируемого асинхронного электропривода, ввиду его явных преимуществ перед системой регулируемого электропривода на базе коллекторных машин постоянного тока. Одним из ведущих мировых производителей в области частотного преобразователя является частная фирма АВВ. Поэтому целью магистерской работы является создание лабораторного стенда частотно-регулируемого электропривода фирмы АВВ и разработка методики проведения исследования электропривода. При работе на данном стенде студенты должны изучить функциональные возможности преобразователя частоты, овладеть навыками его программирования. Лабораторный стенд должен позволить исследовать работу частотно-регулируемого асинхронного электропривода во всех четырех квадрантах механической характеристики, с регулированием как выше, так и ниже основной характеристики. Для этого решено на одном валу с исследуемым асинхронным электроприводом закрепить коллекторный двигатель постоянного тока, запитываемый от источника постоянного тока.

Это позволит имитировать различные виды момента статического на валу электропривода: сухое трение, вязкое трение, вентиляторная нагрузка и подъемно-транспортные механизмы, и поэтому в процессе работы необходимо будет разработать принципиально – электрическую схему, монтажную схему и разработать методику экспериментальных исследований электропривода на нем.

УДК 634.218

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВЕНТИЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ В СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ПОНОМАРЕНКО А.В., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦАПЕНКО В.Н.

Вентильные реактивные двигатели (ВРД) представляют органичное объединение последних достижений в области электромеханики, силовой полупроводниковой техники и цифровых вычислительных устройств. Устройство ВРД привлекает своей простотой и надежностью, однако вся сложность заключается в достижении высоких характеристик двигателя путем эффективного управления. Исследования показали перспективность разработки этого научного направления, поскольку ВРД по своим характеристикам приближается к двигателю постоянного тока с последовательным возбуждением, превосходя последний по надежности и энергоэффективности.

ВРД состоит из нескольких неразрывно связанных и функционально дополняющих друг друга узлов: электромеханического преобразователя (ЭМП), силового полупроводникового преобразователя (СПП), устройства управления (УУ) и датчика углового положения ротора (ДПР). Обычно питание ВРД обеспечивается от источника постоянного напряжения. Но в настоящее время большое значение имеют исследования работы ВРД при различных условиях питания.

Для моделирования особенностей работы ВРД от сети переменного тока нами была разработана математическая модель неуправляемого трехфазного выпрямителя и модель ВРД в среде MatLab. ЭМП ВРД является наиболее сложным для математического моделирования узлом, в котором происходит преобразование энергии из электромагнитной в механическую, при этом адекватность полученной модели существенно зависит от принятых допущений. В нашем случае мы предлагаем схему

питания ВРД от неуправляемого трехфазного выпрямителя (В), снабженного емкостным буфером энергии (БЭ), в котором аккумулируется энергия отключаемой фазы двигателя. По сути, используется схема выпрямитель – инвертор, где в качестве инвертора служит СПП. Для исследования динамических характеристик и режимов работы ВРД с данной схемой питания служит математическая модель для мгновенных значений. Моделирование также осуществляется на базе программы MatLab. Разработка компьютерной модели позволяет упростить расчеты, задать параметры, которые встречаются на практике, т. е. провести ситуационное моделирование заданного устройства в определенном режиме работы.

Благодаря полученным характеристикам, возможно определить степень влияния питающего напряжения на энергоэффективность работы ВРД.

УДК 681.5.017

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КОМПАУНДИРОВАНИЯ БЕНЗИНОВ

РЫЖОВА В.В., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СУСАРЕВ С.В.

Процесс компаундирования бензинов является одним из самых важных процессов производства жидкого топлива, в значительной степени определяющий качество готового продукта. Проблемы автоматизированного управления процессом смешения активно разрабатывались в нашей стране и за рубежом, однако решение многих задач в этой области по-прежнему остается актуальным. Главными направлениями повышения качества получения высокооктановых бензинов является создание и использование систем автоматизированного управления. Однако практика показывает, что дальнейшее повышение качества компаундирования невозможно без серьезной математической и алгоритмической проработки возможностей использования современных поточных средств контроля качества и информационных технологий с учетом структуры гидравлической системы станции смешения и требований к качественным показателям товарного продукта, включая наличие вредных примесей (серы, бензола). Кроме того, в существующих системах управления смешением необходимо учитывать реальные величины временных запаздываний рабочей среды в

технологических трубопроводах и коллекторах смешения, которые могут приводить к сбоям в процессе регулирования и снижению точности реализации готового продукта по показателю качества.

Целью работы является повышение качества, производительности и экономичности станции смешения за счет разработки алгоритмов автоматизированного управления компаундированием высокооктановых бензинов с использованием современных информационных технологий и метрологического обеспечения контроля качества исходных компонентов и товарного продукта в потоке. Для достижения поставленной цели проведено математическое описание станции смешения бензинов как объекта управления, разработаны эффективные алгоритмы регулирования на основе математического моделирования станции смешения и разработан верхний уровень автоматизированной системы управления компаундированием бензинов в SCADA-системе WinCC.

УДК 621.313

ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТОМЕТРА

СЕРГЕЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

В данной работе рассматривается приемное устройство виброакустического цементметра для работы на трубопроводах длиной не более 30 метров.

Прием и выделение полезного сигнала на фоне собственных шумов объекта исследования (скважины), сопоставимых с ним по амплитуде, представляет собой серьезную инженерную задачу. С учетом очень значительных расстояний, преодолеваемых вначале зондирующим импульсом, а затем, в обратном направлении, отраженным от неоднородностей системы металл-цемент эхо-сигналом, следует ожидать очень малых амплитуд последних. Следует отметить, что приемный тракт любой аппаратуры оказывает определенное влияние на некоторые характеристики принимаемых сигналов, в том числе и шумов. С целью увеличения отношения сигнал/шум усилитель сигнала целесообразно разместить непосредственно в корпусе приемника, построив его с использованием современных операционных усилителей с большим коэффициентом подавления синфазных помех и ограничением полосы

пропускания рабочей частотой, т.е. совместив в нем функции усиления и фильтрации полезного сигнала.

Целью данной работы является выбор наиболее оптимального приемного устройства с целью проведения испытаний на небольшом участке трубопровода, длиной до 30 метров.

УДК 681.3

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ-ПЛК ФИРМЫ MITSUBISHI ELECTRIC

СОКОЛ Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

Благодаря гибкости, компактным размерам и простоте использования, присущей программируемым контроллерам семейства FX, эти контроллеры являются лучшим выбором в различных областях от самых ответственных задач в фармацевтической промышленности до индустрии развлечений.

Применение контроллера для преобразования аналоговых значений

Цифро-аналоговое преобразование: при цифро-аналоговом преобразовании первоначальное цифровое значение выводится из контроллера в виде аналогового токового или потенциального сигнала.



Аналого-цифровое преобразование: при аналого-цифровом преобразовании аналоговый токовый или потенциальный сигнал преобразуется в цифровое значение, которым контроллер может оперировать в своей программе.

Замена реле контроллером


Базовый язык программирования ПЛК – язык релейно-контактных схем.

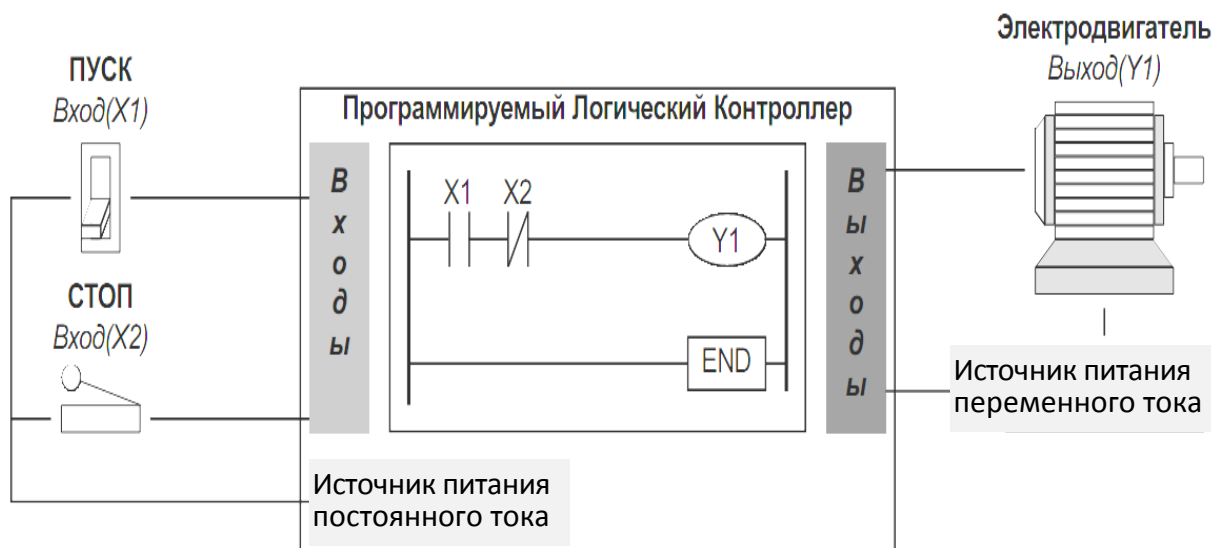
Шаг первый: переопределить все составляющие оборудования, которые мы используем, в символы, понятные для контроллера.

Шаг второй: заменить источник питания.

Шаг третий: затем мы присваиваем символы Входам. В нашем примере мы имеем два входа: Вход(X1)  нормально открытый контакт; Вход(X2)  нормально закрытый контакт.

Шаг четвертый: последнее, мы присваиваем символ Выходам.

Выход(Y1)  символ катушки.



Применение ПЛК для управления электродвигателем

УДК 621.382.8

МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОЕМКОСТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МНОГОФАЗНЫХ ПОТОКОВ

ТУМАНОВА Д.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. ст. преп. ВАШУРКИНА Е.С.

В настоящее время известно много различных датчиков для измерения влажности в потоке нефти, но они не обеспечивают высокой точности измерений из-за неравномерного распределения влаги в потоке и различного геологического происхождения нефти. Многоэлектродные преобразователи обеспечивают большую точность измерений, независимо от содержания влаги в нефти. Наиболее существенным отличием этих конструктивных схем является возможность электрического зондирования многофазного потока в различных направлениях и зонах, что дает разное увеличение объема получаемой информации в каждом цикле измерений. Этот фактор оказывает значительное влияние на точность определения влажности нефти в реальных условиях эксплуатации аппаратуры.

При проектировании МЭП необходимо обеспечить достаточно высокую чувствительность к измерениям диэлектрической проницаемости водонефтяной смеси во всем диапазоне влагосодержания: от 0 до 100 %, а также возможность локального и сквозного электрического зондирования поперечного сечения многофазного потока. Оптимизация

конструктивных параметров МЭП сводится к решению следующей задачи: определение величин конструктивных зазоров между соседними электродами, определяющих необходимые размеры зон локального зондирования многофазного потока.

Применение многоэлектродных электроемкостных преобразователей (МЭП) создает широкие возможности комплексирования ЭП при диагностики многофазных потоков, позволяет реализовать электрическое сканирование поперечного сечения потока, резко увеличить количество первичной измерительной информации, а следовательно, повысить надежность контроля фазового состава водонефтяных и газодонефтяных смесей.

УДК 621.316.718.1

СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ ДЕВИАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

ХАФИЗОВ Г.Т., ЮУрГУ, г. Челябинск
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ВОРОНИН С.Г.;
канд. техн. наук, доц. ШАБУРОВ П.О.

Большая часть промышленности в частном секторе сельского хозяйства сталкивается с проблемой девиации напряжения сети централизованного электропитания, связанной с перегрузкой трансформаторных подстанций относительно потребителя. Большинство предприятий, производящих коллекторные электрические машины переменного тока, выпускают их с большим разбросом характеристик, что приводит к отбраковке двигателей; с системой автоматической подстройки скорости можно все двигатели привести к необходимым значениям характеристик. Отсюда следует актуальность такой проблемы: обеспечение работоспособности и точности воспроизведения электроприводом с электродвигателями низкого качества технологического процесса, при условиях нестабильной питающей электросети. Вообще, эта проблема актуальна не только для сельскохозяйственной промышленности, но для многих других, где необходимо поддержание скорости вращения ротора, коллекторного электродвигателя переменного тока в неустойчивых электросетях.

Новизна данного проекта заключается в построении максимально недорогой автоматической системы (с возможностью ручной подстройки) управления коллекторным электродвигателем при условиях неявной идентификации скорости вращения ротора двигателя, для замыкания обратной связи системы управления.

Прежде всего, данная система является плодом слаженной работы коллектива ученых кафедры ЭМЭМС, но личный вклад автора заключается в уточнении концепции данной системы управления, проведении экономического исследования для выявления оптимальных кандидатов в элементы будущей схемы, разработке и отладке схемы, моделировании данной системы управления в программном пакете VisSim, постройке двух экспериментальных прототипов и их отладке (на базе молокоперерабатывающего сепаратора ЭС-1), проведении полных испытаний системы управления с целью снятия характеристик качества регулирования.

УДК 519.25

УМНЫЙ ДОМ. СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

ХИСАМУТДИНОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

В данной работе рассмотрены системы информационного обмена в составе комплекса Умный Дом. Актуально использовать комбинированные информационные системы в связи с возможностью гибкого управления комплексом Умный Дом.

Будут рассмотрены подходы в построении информационных систем Умного Дома:

1. С применением децентрализованной информационной системы.
2. С применением централизованной информационной системы.
3. С применением комбинированной информационной системы.

Рассмотрены преимущества и недостатки каждой системы. В перспективе использования в проекте выбраны типы используемых локальных микросетей и протоколы передачи данных.

УДК 621.313

УПРАВЛЕНИЕ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ПОМОЩЬЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

ЧАН К.Х., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. АНДРЕЕВ Н.К.

В работе приводится описание системы управления асинхронным двигателем (АД) с помощью преобразователя частоты (ПЧ) Mitsubishi Electric и программного пакета GTWorks2 в составе созданного на кафедре ЭПА лабораторного стенда.

Компания Mitsubishi выпустила программное обеспечение GTSoftGOT 1000, которое представляет себя модуль панели оператора на базе персонального компьютера (ПК), встроенный в пакете GTWorks2. Экранные изображения для GTSoftGOT 1000 создаются с помощью программы GT Designer 2 на компьютере. В программе GT Designer 2 графические изображения, так называемые объекты (например, выключатели, лампы, числовая индикация), можно объединить на одной экранной странице. Этим объектам можно присвоить функции, которые через память операндов (битовых или словных) выполняются контроллером.

Задающие сигналы передаются из ПК через программируемый логический контроллер (ПЛК) и ПЧ в АД. Во время вращения двигателя энкодер генерирует обратные сигналы в виде импульсов. Преобразователь частоты тоже генерирует сигналы про рабочее состояние асинхронного двигателя. Все обратные сигналы будут записываться и сохраняться в регистрах ПЛК в виде цифрового кода. И отсюда значение каждого регистра можно считывать и отображать в мониторе персонального компьютера с помощью программы GTSoftGOT 1000.

Таким образом, если не сравнивать с другими программными обеспечениями типа SCADA, SoftGOT является идеальным программным обеспечением за счет низкой стоимости и простоты программирования. В процессе обучения можно использовать GT SoftGot с целью замены покупки дорогих реальных управляемых объектов виртуальными объектами.

Состав стенда: асинхронный двигатель 0,75 кВт; преобразователь частоты FR-A740-EC; программируемый логический контроллер FX3u; панель управления GOT 1150 QLBD; энкодер H62-10-1024-VL-3 LS Mecarion; персональный компьютер.

УДК 621.313

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ В СТРУКТУРЕ ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТОМ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

ШИГАПОВ А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. СМОЛЯКОВ Б.П.

За прошедшие годы асинхронные двигатели (АД) нашли очень широкое применение в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Широкое применение АД объясняется их достоинствами по сравнению с другими двигателями: высокая надёжность, простота обслуживания. В то же время АД представляет собой сложный объект управления. Существующие на данный момент методы синтеза линейных систем автоматического управления позволяют создавать системы с достаточно высокими показателями регулирования, но их практическая реализация сопряжена с рядом технических трудностей. В связи с этим, поиск новых нетрадиционных методов и алгоритмов управления является актуальной задачей в области электропривода.

В данной работе рассмотрены структура прямого управления моментом АД с использованием искусственных нейронных сетей в качестве регуляторов и идентификаторов. Приведены основные сведения об искусственных нейронных сетях, а также описание, структура и графики, характеризующие обучение синтезированных идентификаторов и регуляторов.

Систему прямого управления моментом отличает отсутствие необходимости выполнения преобразований координат и настройки регулирования токовых контуров, робастность по отношению к неопределенности параметров, высокое быстродействие по электромагнитному моменту, минимизация обратных связей, минимальная частота коммутации силовых ключей. Недостатком данной системы является наличие пульсаций электромагнитного момента и потокосцепления из-за непостоянной частоты коммутации ключей.

В работе предложено включить в структуру прямого управления алгоритм широтно-импульсной модуляции, позволяющий снизить пульсацию.

УДК 621.313

АВТОМАТИЗАЦИЯ БАССЕЙНА И ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОДСИСТЕМ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ КОНТРОЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

ЦВЕТКОВА О.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ПОГОДИЦКИЙ О.В.

Современный бассейн – это, прежде всего, автоматизированный бассейн. Когда все установки работают в штатном режиме по заданному циклу и подчиняются запрограммированным действиям, нет необходимости в постоянном контроле над ними.

Один из важнейших аспектов **автоматизации оборудования для бассейна** – система фильтрации, которая делает воду чистой и прозрачной. Сегодня используются три типа наполнителей этих систем – однослойные, многослойные и картриджные. Производительность и отладка циклов установки фильтрации должна быть подобрана в зависимости от объема чаши и количества людей, которые пользуются бассейном. В среднем полная рециркуляция воды в бассейне должна проходить ежедневно не менее двух раз, а для бассейнов с гидромассажем – не менее четырех раз. Кроме того, вода должна не только проходить через фильтр, но и озонироваться, дезинфицироваться и нагреваться до определенной температуры.

Очень удобно использовать автоматизированную систему автодолива, которая будет поддерживать постоянный уровень воды в бассейне.

Для контроля над качеством воды и ее микробиологическими показателями, а также уровнем дезинфицирующего средства и pH устанавливаются автоматические системы дозации.

Автоматизированная обработка воды ультрафиолетовым излучением делает воду в бассейне неаллергенной и дополнительно ее обеззараживает.

Любое водное сооружение должно приносить владельцу только комфорт, а не головную боль по обслуживанию, отладке и настройке разрозненных систем. Поэтому основная задача, которую ставят перед системой автоматизации, – установка специальных блоков управления, которые в автоматическом режиме управляют всеми перечисленными системами и осуществляют взаимодействие между ними.

На основе проведенного анализа работы отдельных систем предложен ряд подсистем управления отдельными процессами бассейна,

готовых к взаимодействию друг с другом и объединению в единую автоматическую систему управления бассейном.

УДК 621.214

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

НИКУШКИН Д.Ю., НИИТТ (ф) КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Нижнекамск
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВА Н.А.

Шаговый двигатель – это электромеханическое устройство, которое преобразует электрические импульсы в дискретные механические перемещения. Он практически ничем не отличается от двигателей других типов. Чаще всего это круглый корпус, вал, несколько выводов.

Их можно встретить в дисководах, принтерах, плоттерах, сканерах, факсах, а также в разнообразном промышленном и специальном оборудовании.

Шаговые двигатели относятся к классу бесколлекторных двигателей постоянного тока. Как и любые бесколлекторные двигатели, они имеют высокую надежность и большой срок службы, что позволяет использовать их в критичных, например, промышленных применениях. По сравнению с обычными двигателями постоянного тока, шаговые двигатели требуют значительно более сложных схем управления, которые должны выполнять все коммутации обмоток при работе двигателя. Кроме того, сам шаговый двигатель – дорогостоящее устройство, поэтому там, где точное позиционирование не требуется, обычные коллекторные двигатели имеют заметное преимущество. Справедливости ради следует отметить, что в последнее время для управления коллекторными двигателями все чаще применяют контроллеры, которые по сложности практически не уступают контроллерам шаговых двигателей.

Одним из главных преимуществ шаговых двигателей является возможность осуществлять точное позиционирование и регулировку скорости без датчика обратной связи.

УДК 621.311.075

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СЕТЬ

СИРАЕВ М.Ф., НИИТТ (ф) КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Нижнекамск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. ИЗОТОВА П.А.

В случаях, когда мощность нелинейных электропотребителей не превышает 10–15 %, каких-либо особенностей в эксплуатации системы электроснабжения, как правило, не возникает. При превышении указанного предела следует ожидать появления различных проблем в эксплуатации и последствий, причины которых не являются очевидными.

Одним из видов нелинейных электропотребителей являются частотные преобразователи, которые в последнее время все чаще применяются для регулирования производительности устройств электроцентробежных установок и насосов. Применение преобразователей частоты требует обеспечения электромагнитной совместимости оборудования распределительной сети и электропотребителей. Допустимый уровень высших гармоник должен определяться состоянием изоляции электрооборудования распределительных устройств, сети и потребителей электроэнергии. Высшие гармоники распространяются на различные расстояния от преобразователя частоты.

Наблюдается весь спектр гармонических составляющих тока. Особенно высоки пятая и седьмая гармоники, их значение переваливает за 50 %. Следует учесть, что наиболее опасными гармониками тока являются гармоники кратные трем (т. е. 3, 9, 15, 21 и т. д.), определяющие высокое значение коэффициента амплитуды и генерируемые однофазными нагрузками, имеют специфическое результирующее воздействие в трехфазных системах.

УДК 621.313.133

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

МИХАЙЛОВ А.М., НИИТТ (ф) КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Нижнекамск
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВА Н.А.

В машиностроении наибольшее распространение получили высокомоментные двухфазные гибридные шаговые электродвигатели с угловым перемещением $1,8^\circ/\text{шаг}$ (200 шагов/оборот) или $0,9^\circ/\text{шаг}$ (400 шаг/об). Точность выставления шага определяется качеством механической обработки ротора и статора электродвигателя. Производители современных шаговых электродвигателей гарантируют точность выставления шага без нагрузки до 5 % от величины шага.

Качество изготовления современных шаговых двигателей позволяет повысить точность позиционирования в 10-20 раз. Шаговые двигатели стандартизованы по посадочным размерам и размеру фланца: NEMA 17, NEMA 23, NEMA 34, ... — размер фланца 42 мм, 57 мм, 86 мм, 110 мм соответственно. Шаговые электродвигатели NEMA 23 могут создавать крутящий момент до 30 кгс·см, NEMA 34 до 120 кгс·см и до 210кгс·см для двигателей с фланцем 110 мм.

Шаговые электродвигатели применяются в приводах машин и механизмов, работающих в старт-стопном режиме, или в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задаётся последовательностью электрических импульсов, например, в станках с ЧПУ. В отличие от сервоприводов, шаговые приводы позволяют получать точное позиционирование без использования обратной связи от датчиков углового положения.

Шаговые двигатели с постоянными магнитами могут использоваться в качестве датчиков угла поворота благодаря возникновению ЭДС на обмотках при вращении ротора.

Главное преимущество шаговых приводов – точность. При подаче потенциалов на обмотки шаговый двигатель повернется строго на определенный угол. К приятным моментам можно отнести стоимость шаговых приводов, в среднем в 1,5–2 раза дешевле сервоприводов. Шаговый привод как недорогая альтернатива сервоприводу наилучшим образом подходит для автоматизации отдельных узлов и систем, где не требуется высокая динамика.

УДК 621.313.133

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА РАБОТУ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (ШД)

АИПОВ Р.Р., НИИТТ (ф) КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Нижнекамск
Науч. рук. ст. преп. ВАСИЛЬЕВА Н.А.

Шаговые двигатели (ШД) представляют собой синхронные микродвигатели, у которых питание фаз обмотки якоря осуществляется путем подачи импульсов напряжения от какого-либо коммутатора. Под воздействием каждого такого импульса ротор двигателя совершает определенное угловое перемещение, называемое шагом. Коммутатор преобразует заданную последовательность управляющих импульсов в т-фазную систему одно- или двухполярных прямоугольных импульсов напряжения.

Для правильного управления шаговым двигателем необходима электрическая схема, которая должна выполнять функции старта, стопа, реверса и изменения скорости. Шаговый двигатель транслирует последовательность цифровых переключений в движение. «Вращающееся» магнитное поле обеспечивается соответствующими переключениями напряжений на обмотках. Вслед за этим полем будет вращаться ротор, соединенный посредством редуктора с выходным валом двигателя.

Исходя из того, что управление шаговым двигателем происходит часто посредством микросхемы, элементы которой (транзисторы, диоды и т. д.) работают в узком диапазоне потребляемых тока и напряжения, то очевидно, что искажения подаваемого напряжения и тока могут привести управляющий механизм в негодность, вследствие чего не будет работать и сам шаговый двигатель или же будет, но некорректно.

Рассматривая же влияние искажений на сам ШД, мы должны знать, что в основе его работы лежит набор катушек, и движение его происходит за счет создания в катушках магнитного поля. И из формулы $B = \mu_a(I/2\pi r)$ видно, что от подаваемого тока зависит сила действия катушки на ротор ШД, следовательно, искажения в сети могут стать причиной недостаточной силы намагничивания, в результате которой ротор может не выполнить необходимый шаг.

Зависимость работы ШД от напряжения можно вывести из закона Ома: так как $U = IR$, то очевидно, что при $R = \text{const}$ скачок напряжения

увеличит силу тока, что в свою очередь повлечет перегрев катушки, или же в противном случае не будет сгенерировано достаточно магнитного поля и ротор ШД так не осуществит шаг.

СЕКЦИЯ 6. ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

УДК 662.959.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТОПКИ КОТЛА ТГМ-84Б ПРИ СЖИГАНИИ ГАЗА И МАЗУТА

ХАФИЗОВ А.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТАЙМАРОВ М.А.

Целью работы является получение расчетных данных по тепловому излучению факела в топке энергетического котла ТГМ-84Б в зависимости от режимных условий эксплуатации, для последующей оптимизации работы котельного агрегата.

Для решения поставленной задачи был проведен позонный тепловой расчет топочной камеры при различной нагрузке и виде сжигаемого топлива (газ и мазут). В основу позонного метода расчета температуры газов по высоте топки положено уравнение энергии, которое для установившегося состояния определяет связь между тепловыделением и теплообменом в отдельных зонах топочной камеры. Температура газов в каждой из зон рассчитывается исходя из тепловыделения в зоне, изменения энтальпии продуктов сгорания и теплоотвода из зоны.

В результате были получены закономерности изменения по высоте топочной камеры падающих потоков теплового излучения от факела на экранные поверхности, закономерности распределения средней температуры факела в объеме топочной камеры, данные об излучательной способности факела в зависимости от вида сжигаемого топлива и нагрузки котельного агрегата. Выявлено расположение максимумов интенсивности излучения и температур по высоте топки котла.

УДК 662.933.12

ДВУХСТУПЕНЧАТОЕ СЖИГАНИЕ В МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ГАЗОМАЗУТНЫХ ГОРЕЛОК

ФАДЬКИН А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ТАЙМАРОВ М.А.

Применяемые в топках котлов газовые и газомазутные горелки относятся к классу дутьевых горелок (с подачей воздуха от дутьевого вентилятора котла) без предварительного перемешивания горючего газа с воздухом.

При двухступенчатом сжигании в первичной зоне основная масса топлива сжигается при недостатке воздуха, а дожигание происходит за счет подачи дополнительного воздуха во второй ступени при более низких температурах.

Избыток воздуха в горелках принимаем в пределах $\alpha_T = 0,7 \div 0,8$. Подача воздуха во вторую ступень рассчитывается из условия, что коэффициент избытка воздуха на выходе из топки $\alpha_T = 1,05 \div 1,07$ (уточняется при наладке). Следует учесть, что нужны дополнительные меры по обеспечению номинальной температуры перегрева пара.

Этот метод обеспечивает подавление образования оксидов азота, но более эффективен, если заложен уже в конструкции горелочного устройства. Следует, что размеры сечений, заранее вложенные конструкционные характеристики горелочного устройства способствуют понижению NO_x , что в свою очередь повышает и экономичность использования таких горелок.

УДК 639.718

ПРИМЕНЕНИЕ ANSYS FLUENT 12.0 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

КУЗИН В.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦАПЕНКО В.Н.

Сущность плазменного напыления заключается в том, что в высокотемпературную плазменную струю подается распыляемый материал, который нагревается, плавится и в виде двухфазного потока

направляется на подложку. При ударе и деформации происходит взаимодействие напыляемых частиц с поверхностью основы и формирование покрытия.

Целью нашей работы является анализ и компьютерное моделирование характеристик электрической дуги в канале плазмотрона со ступенчатым выходным электродом с учетом турбулентности и неравновесности плазмы. Для этого в ANSYS FLUENT 12.0 осуществляется численный анализ течения и нагрева закрученного потока газа в канале плазмотрона с уступом в зависимости от силы тока и расхода газа. Для моделирования рассматривается электрическая дуга, горящая в канале плазмотрона между плоской торцевой поверхностью вольфрамового катода и соосно расположенным с ним ступенчатым цилиндрическим медным анодом.

В результате компьютерного моделирования было получено, что на входном участке радиальный поток газа с ростом расхода контрагирует ствол дуги, увеличивает напряженность электрического поля, температуру ядра дуги и кондуктивные потоки тепла в катод. При истечении плазменной струи в канал большего диаметра происходит резкое снижение давления, уменьшаются температура и аксиальная скорость, заметно увеличивается роль турбулентного переноса энергии по сравнению с ламинарным. Определяющее влияние на фиксацию длины дуги уступом оказывает тепловое поле дуги, граница которого за счет интенсивной турбулизации потока быстро смещается к стенкам анода, и на расстояниях порядка нескольких длин высоты уступа происходит смыкание токопроводящего канала дуги с поверхностью электрода.

Таким образом, проведенный анализ и компьютерное моделирование показало эффективность применения ступенчатых электродов в установках, предназначенных для плазменного напыления порошковых покрытий, так как именно такая геометрия канала плазмотрона позволяет получить равномерное распределения напыляемых частиц в турбулентных потоках плазмы с заданными скоростными и температурными характеристиками.

УДК 66.01(075)

НАСАДКА С ГЕЛИКОИДОМ ДЛЯ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ АППАРАТОВ

ИСАЕВ А.А., НХТИ, г. Нижнекамск

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

Повышение спроса на продукцию химических, нефтеперерабатывающих и энергетических производств требует увеличения производительности, качества продукции и, как следствие, приводит к необходимости реконструкции действующих установок. Для создания теплообменного оборудования с небольшими габаритами и высокой эффективностью работы разрабатываются и внедряются на существующие и вновь создаваемые производства прямоточно-вихревые контактные устройства, регулярные насадки повышенной пропускной способности и т. д. Как показывает анализ наиболее перспективных конструкций регулярных насадок, созданных в последние годы, каждое новое конструктивное решение дает незначительный выигрыш в пропускной способности, а также гидравлическом сопротивлении, еще в меньшей степени – в эффективности. Конструкции же, в основном, становятся все сложнее.

В данной работе предложен вариант конструкции регулярных насадок для пленочных теплообменных аппаратов, состоящий из шестиугольных ячеек, в каждой из которых расположен геликоид. Стекающая жидкость в такой насадке равномерно распределяется по периметру каналов, под действием центробежной силы капли, срываемые газовым потоком с пленки жидкости, снова оседают на неё, интенсифицируя теплообменные процессы. Взаимодействуя с газовым потоком, жидкость приобретает закрученное движение. Колонные аппараты, с разработанной насадкой, обладают меньшей металлоемкостью, чем современные аналоги, и низким гидравлическим сопротивлением.

Отсутствие мелких проходных сечений исключает их засорение, поэтому насадка обеспечивает эффективную работу при наличии загрязнений в газовом или жидком потоках. Насадка обладает простой конструкцией, не имеет деталей, изготавливаемых с высокой точностью, следовательно, её себестоимость будет минимальной. Низкая металлоемкость позволяет изготавливать её из прочных, антикоррозионных материалов, что дает возможность работы в агрессивных средах.

Достоинства данных насадок позволяют в перспективе использовать их в колонных аппаратах на смену действующим.

УДК 536.24

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ С УЧЁТОМ ОСТРОЙ СЕЛЕКЦИИ

ЕВЛОЕВ Г.Д., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МОСКАЛЕНКО Н.И.

Процессы горения газообразного, жидкого и твердого топлив имеют большое значение в энергетике, а также в технологических процессах различных видов промышленности. На данный момент основным видом сжигаемого топлива на европейской территории России является газообразное. Частично это обусловлено экологическими нормами и требованиями к продуктам сгорания. Использование газообразного топлива ведет к уменьшению капитальных вложений при строительстве станций и котельных вследствие исключения дорогостоящих фильтров очистки уходящих продуктов сгорания из перечня оборудования станции. Во-вторых, относительная дешевизна и удобство транспортировки и подготовки топлива к сжиганию. В-третьих, также важным фактором является высокая теплотворная способность газового топлива, которая характеризует высокий КПД установки в целом. Увеличение КПД ведет к снижению стоимости выработанной энергии и, соответственно, увеличению конкурентоспособности на рынке.

Расчет радиационного теплообмена в топках энергетических котлов является актуальной задачей современной теплофизики в связи с созданием малогабаритных котлов с высокой производительностью, высокой теплонапряженностью топочного пространства, а также повышенным КПД, что требует разработки оптимальных конструкционных решений энергетических установок. С другой стороны, развитие ракетной техники и создание космических аппаратов слежения за их запуском и сопровождением, а также оптимизация систем обнаружения и наблюдения требует данных о структурных характеристиках факелов и спектральных интенсивностей (яркостей), которые невозможно получить без корректных методов решения задач переноса и радиационного теплообмена в самом факеле.

УДК 536.24

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СРЕДАХ С УЧЁТОМ НЕРАВНОВЕСНОСТИ И ОСТРОЙ СЕЛЕКЦИИ СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

ЕФРЕМОВ Д.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. МОСКАЛЕНКО Н.И.

Рассматривается применение метода численного моделирования тонкой структуры спектров излучения для решения задач радиационного теплообмена в структурно неоднородных по температуре и химическому составу высокотемпературных средах, которые проявляются в результате температурного самообращения спектральных линий и обнаруженных экспериментально смещениях центров спектральных линий с повышением температуры. Оба механизма приводят к занижению поглощения низкотемпературными слоями среды излучения высокотемпературных её слоёв. Эти эффекты ранее были обнаружены, как эффекты просветления атмосферы для излучения факелов и следов полёта энергоносителей в атмосфере (работы Н.И. Москаленко с сотрудниками). При решении задач радиационного теплообмена в камере сгорания энергетических и энерготехнологических установок эффекты острой селекции спектров влияют на распределение скоростей радиационного выхолаживания по объёму топки и, следовательно, на распределение температуры по объёму топочной камеры. Учет эффекта селективности спектральной структуры излучения приводят к увеличению эффективности радиационного теплообмена в топке и росту тепловосприятия тепловоспринимающими поверхностями (экранами) топочной камеры. Разработка спектральной модели переноса излучения в структурно неоднородных средах с учётом острой селекции спектров излучения и влияния неравновесных процессов излучения в двухфазных средах; определение и систематизация полученных экспериментально спектральных радиационных характеристик газовых компонентов продуктов сгорания и дисперсной фазы, вычисление для полидисперсных ансамблей частиц с созданием электронной базы данных; выявление закономерностей радиационного выхолаживания различных пламён в зависимости адиабатической температуры; математическое моделирование радиационного теплообмена с учётом протекающих процессов горения.

СЕКЦИЯ 7. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

УДК 556.541.32

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕЗОТРОФНЫХ ОЗЕР УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ

ГОРДЕЕВА М.Э., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. КАЛАЙДА М.Л.

Впервые упоминания об исследовании термического режима озер системы Кабан встречаются в 1901 году в книге Н. Никольского. В этом исследовании основное внимание уделялось вертикальному распределению температуры и показано, что: 1) в конце июня – начале июля наблюдается термоклин; 2) период летней стагнации короче периода летней частичной циркуляции и заканчивается в середине июня; 3) температурный максимум отмечается в июне и составляет 25 °С.

Особенностями термического режима мезотрофных озер в 30-е годы являются: 1) значение температурного максимума, которое приходится на середину июля и составляет 25 °С; 2) летняя частичная и полная осенняя циркуляция заканчивается в начале декабря; 3) период летней стагнации длится с начала февраля по сентябрь; 4) период зимней стагнации длится всего 2 месяца: декабрь и январь.

Особенностями термического режима мезотрофных озер в 50-е годы являются: 1) значение температурного максимума, приходящееся на середину июля и составляющее 23 °С; 2) летняя частичная и полная осенняя циркуляция заканчивается в начале ноября; 3) период летней стагнации длится с середины апреля по середину июля; 4) период зимней стагнации составляет 4 месяца.

Особенностями термического режима мезотрофных озер на современном этапе являются: 1) увеличение периода летней частичной и полной осенней циркуляции по сравнению с 50-ми годами с 3,5 до 4 месяцев; 2) увеличение температурного максимума до $(30 \pm 3,2)$ °С, который приходится на середину июля; 3) период летней стагнации длится с середины апреля по середину июля; 4) период зимней стагнации составляет от 0 до 4 месяцев в зависимости от степени антропогенного воздействия.

Таким образом, отмечающиеся отличительные особенности температурного режима мезотрофных озер, которые влияют на состояние

гидробиоценоза, связаны, в определенной мере, с антропогенным воздействием на водные экосистемы. Эти особенности необходимо учитывать при эксплуатации водоемов на международных спортивных соревнованиях, в частности при проведении Универсиады 2013 года.

УДК 574.4/.5

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОБИОЦИНОЗА НА УЧАСТКЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД МЦБК

ХАМИТОВА М.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. КАЛАЙДА М.Л.

Район сброса сточных вод ОАО «МЦБК» расположен в волжском плесе Куйбышевского водохранилища (р. Волга). Волжский плес является верхним в водохранилище.

Видовой состав зоопланктона на этом участке включает виды, характерные для всех водохранилищ Европейской части: *Euchlanisdilatataunisetata*, *Asplanchnapriodonta*, *Keratellaquadrata*, *Daphniacucullata*, *Bosminalongirostris*, *B. coregoni*, *Chydorusovalis*, *Mesocyclopsleuckarti*, *LeptodoraKindtii*, *Cyclopskolensis*, *Diaptomusgraciloides*, *Polyphemuspediculus*.

Для этого участка водохранилища характерно сохранение черт речного режима: грунт слабо заиленный, песчаный, зоопланктон беден и однородно распределен от поверхности до дна. Видовой состав зоопланктона на исследуемом участке является характерным для реофильных биоценозов.

Средняя биомасса зоопланктона на исследованном нами участке составила в среднем $0,3 \text{ г/м}^3$ и по станциям колебалась не значительно от $0,24$ до $0,36 \text{ г/м}^3$.

По средневегетационной биомассе на контрольном участке доминировали личинки жуков *Coleoptera* с биомассой $0,06 \text{ г/м}^3$ и частотой встречаемости 20 %, из ракообразных на этой станции доминировали *Daphniacucullata* и *Bosminalongirostris* с биомассами $0,05 \text{ г/м}^3$ $0,04 \text{ г/м}^3$ и частотой встречаемости 60 % и 20 % соответственно. На участке ниже сброса доминировали веслоногие и ветвистоусые рачки: *Mesocyclopsleuckarti* с биомассой $0,14 \text{ г/м}^3$ и частотой встречаемости 20 %,

Daphniacucullata – 0,07 г/м³ и 80 %, *Cyclopskolensis* – 0,05 г/м³ и 20 %, *Bosminalongirostris* – 0,04 г/м³ и 60 %. В зоне смешения доминировали те же виды что и в на участке ниже по течению, наибольшая биомасса принадлежала *Bosminalongirostris* – 0,06 г/м³, частота встречаемости которой составила 60 %, затем *Mesocyclopsleuckarti* – 0,04 г/м³ и 20 %, *Daphniacucullata* – 0,04 г/м³ и 40 %, *Cyclopskolensis* – 0,03 г/м³ и 20 %. В канале преобладали ветвистоусые рачки: *LeptodoraKindtii* с биомассой 0,8 г/м³ и частотой встречаемости 20 %, *Daphniacucullata* – 0,06 г/м³ и 60 %, *Bosminalongirostris* – 0,5 г/м³ и 80 %.

УДК 597:57

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА *ARTEMIASALINA L.* В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРИИ

УДАЧИНА М.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р биол. наук, проф. КАЛАЙДА М.Л.

Сегодня жаброногий рачок *ArtemiasalinaL.* – идеальный корм для рыбоводческих и креветководческих хозяйств, интересный биологический объект и замечательный аквариумный обитатель. Также он удобен и в качестве тест-объекта, что определяется его эвригалинностью, доступностью в любое время года исходного материала (яиц), возможностью длительного хранения яиц (в течение нескольких лет).

В связи с различной устойчивостью артемий к токсикантам на разных стадиях развития, в токсикологических экспериментах ставят опыты с развивающимися яйцами, науплиальными стадиями артемий и взрослыми особями, используя каждую стадию как отдельный тест-объект.

В связи с этим перед нами была поставлена цель исследовать жизненный цикл рачка *ArtemiasalinaL.* в лабораторных условиях, определить оптимальные условия для каждой стадии развития. Что в будущем дало бы возможность использования рачка артемия в токсикологических экспериментах в лаборатории кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

В ходе экспериментов нами было показано, что для создания искусственной морской воды лучше всего использовать отстоянную кипяченую воду и смесь 2 солей: обычной не йодированной и морской пищевой соли, полученной путем естественного выпаривания морской

воды Адриатического моря («Setra»). Для содержания артемии нами был выбран 3-литровый аквариум цилиндрической формы, для лучшего наблюдения за рачками. Над аквариумом расположили лампу, которая создавала условия «день-ночь». Мы обеспечили слабую аэрацию культивируемой среды. Источником пищи для рачков являлась инфузория-туфелька, полученная культивированием на банановой корке. Количество задаваемого корма в наших экспериментах составило 2–3 капли на 1 литр в емкость с культурой недавно выклюнувшихся артемий, подросших артемий продолжали кормить «живой пылью» 1–2 раза в день небольшими порциями, объемом 0,5 мл на 1 литр. Плотность посадки 10 особей на 1 литр.

Именно эти условия, на наш взгляд, в конечном итоге определили количество и качество получаемой биомассы.

УДК 556.116

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА СРЕДНИЙ КАБАН САНИТАРНО-БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ГАЛИМОВА Р.Ш., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. ГОВОРКОВА Л.К.

Эксплуатация тепловых электростанций оказывает комплексное влияние на водные объекты, используемые в системах охлаждения их агрегатов. Ведущую роль по масштабам и интенсивности воздействия на экосистемы водоемов-охладителей играет тепловое загрязнение или термофикация.

Озеро Средний Кабан, с расположенным на нем Центром гребных видов спорта, является одним из значимых объектов Универсиады 2013 года. В связи с этим, в рамках подготовки к проведению Универсиады, принимаются все исчерпывающие возможные меры, направленные на приведение качества воды в озере Средний Кабан в соответствие с международными требованиями в области экологической безопасности.

Озеро долгое время испытывало влияние сточных вод предприятий и городских ливневых сточных вод. В приходной части баланса озера Средний Кабан основной составляющей является сброс с Казанской ТЭЦ-1 (49,72 %). Состояние воды в водоёме оценивается как «неудовлетворительное». В связи с этим требуется разработка

мероприятий по оптимизации состояния озера для спортивно-оздоровительных целей.

Одним из методов определения качества воды в водоеме является бактериологический. Бактерии являются интегрирующим функциональным звеном планктонного сообщества, образующим в процессе трансформации органического вещества связи по типу трофической цепи со всеми компонентами и потребляющим до 40-70 % первичной продукции планктона (Coleetal, 1988). Кроме того, бактериопланктон обладает высокой скоростью реагирования на изменение условий среды (Заварзин, 1976), служит индикатором качества вод и состояния экосистемы.

Наблюдение за микробной составляющей экосистемы и статистический анализ с количественной оценкой микробиологических показателей могут служить научной базой для развития теории функционирования водных экосистем (Алимов, 2000) и разработки концепции прогнозирования при мониторинговых наблюдениях (Дегерменджи, 1983).

Санитарно-бактериологическими показателями качества воды являются общее микробное число сапрофитных микроорганизмов и количество общих колиформных бактерий.

УДК 547.258

ДОБАВКИ К КОРМАМ ИЗ АМАРАНТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

ГРЕЧУХИНА Л.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЛАПИН А.А.

Проблема кормов и кормления рыб возникла по мере перехода рыбоводства от экстенсивной формы содержания объектов культивирования к более прогрессивным – интенсивным, при этом требования к качеству кормов постоянно повышались. История становления и развития научно-исследовательских и практических работ по кормлению и кормопроизводству для рыб адекватна путям создания и совершенствования новых, более эффективных методов аквакультуры и освоения новых объектов рыбоводства.

Целью данной работы является исследование добавок к кормам из амаранта для выращивания рыбы.

Несмотря на широкий ассортимент на ветеринарном рынке белковых, витаминных и пробиотических добавок зарубежного производства, имеющих высокую стоимость и узкий спектр эффективности, остается актуальной разработка комплексных функциональных кормовых добавок с использованием отечественных растительных компонентов.

Амарант – перспективная кормовая и пищевая культура в сельском хозяйстве. В последние годы на мировом рынке появился ценный источник сырья для пищевой промышленности – семена амаранта, обладающие высокой пищевой и биологической ценностью, содержащие широкий спектр функциональных ингредиентов и биологически активных веществ, что определяет перспективы их использования в пищевых целях.

Амарант используется в качестве зеленого корма, для приготовления сенажа, силоса, травяной муки, которую рекомендуется вводить (наряду со жмыхом амаранта) в состав комбикормов. Требуются комплексные исследования опытных образцов полнорационных образцов комбикормов при выращивании рыб для изучения их влияния на продуктивность и их функциональное состояние, так как присутствие антипитательных веществ в составе амаранта может проявляться с превышением их предельно допустимой концентрации в рационе.

Таким образом, данные литературы и результаты проведенных нами исследований показывают о перспективности использования кормовых добавок из амаранта для выращивания рыб.

УДК 621.187.000

ИХТИОФАУНА БОЛГАРСКОГО УЧАСТКА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

ЦАРЕВА А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. НИГМЕТЗЯНОВА М.В.

Куйбышевское водохранилище, расположенное в промышленном и густонаселенном районе Среднего Поволжья, заслуживает особого внимания как богатейший рыбохозяйственный водоём многоцелевого назначения, также испытывающий на себе мощный антропогенный пресс.

Известно, что при зарегулировании стока реки и создании водохранилища эволюция водоема затрагивает все его компоненты. В первые годы после залития водохранилища наблюдается высокий рост

численности и биомассы всех гидробионтов, который затем снижается, устанавливаясь на новом, более высоком уровне по сравнению с той, что была в условиях реки. При этом увеличивается видовой состав сообщества гидробионтов за счет лимнофильных видов, снижается состав реофильных видов и появляются значительные возможности для повышения численности хищных рыб, выполняющих стабилизирующую роль в экосистеме. Дальнейшая картина функционирования экосистемы зависит от целого ряда факторов, воздействующих на водоем в результате хозяйственной деятельности человека.

До зарегулирования Волги на этом участке обитало 46 видов рыб, после создания водохранилища число их практически не изменилось и достигло 48 по В.А. Кузнецову (1978, 2005). В настоящее время в составе ихтиофауны Куйбышевского водохранилища выявлены значительные изменения за счет сокращения числа проходных и реофильных видов и перехода их в группу «редких» или «исчезающих». Сохранение и даже увеличение общего числа видов произошло за счет целенаправленных вселенцев (белый и пестрый толстолобики, белый амур, пелядь и др.), видов, случайно завезенных в период акклиматизационных работ и самопроизвольно проникших (Шаронов, 1972, Шакирова, 2007). Оценка ихтиофауны данного участка Куйбышевского водохранилища позволит контролировать многие гидробиологические показатели.

УДК 628.161

УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ МОРСКИХ РИФОВЫХ АКВАРИУМОВ

ГАНЕЕВ А.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЧУГУНОВ Ю.В.

В последние годы одним из распространённых направлений аквариумистики является разработка конструкций так называемых рифовых аквариумов, создающих иллюзию присутствия человека на морском дне. При этом важным моментом фигурирует качество воды и одной из проблем, связанной с обслуживанием этих аквариумов, является их почти полная автономность, т.е. невозможность физического контакта человека со всеми частями созданного ландшафта. Анализ патентной литературы за последние 20 лет показал перспективность исследований в этой области.

Цель нашей работы заключалась в усовершенствовании установки очистки воды с помощью коронного разряда.

Лабораторная установка, созданная на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура», состоит из проточного реактора, источника постоянного тока высокого напряжения, перистальтического насоса и системы электродов. Установка позволяет обрабатывать воду в режиме постоянного перемешивания, поступающую из аквариума, в режиме коронного разряда.

Наши исследования включают следующие этапы: отбор проб воды; анализ проб на токсичность; обработка проб в проточном реакторе с проведением их анализов на токсичность. Токсичность образцов вод оценивалась на распространенных тест-объектах: дафниях, хлорелле и гуппи.

Одновременно проводились исследования анализа химического состава исследуемых образцов по изменению содержания кислорода в воде до и после обработки в коронном разряде.

Для улучшения перемешивания в зоне обработки коронным разрядом и образования эффекта пристеночного резонанса в проточном реакторе, нами реализована возможность изменение положения электродов относительно реакционной поверхности в пределах от 0 до 70 мм. Скорости потока обрабатываемой жидкости изменяются в пределах от 1–100 см³/мин. Высоковольтный источник питания обеспечивает изменение напряжения в пределах от 5 до 25 кВ. Широкий предел настраиваемых в установке параметров позволяет оптимизировать условия обработки изучаемых объектов.

УДК 628.3

БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМА ГОРОДСКОГО ТИПА

ГАРИПОВА И.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. НИГМЕТЗЯНОВА М.В.

Мы всегда живем рядом с водными объектами и понятно, что всех нас интересует их состояние. Современное состояние большинства водоемов не соответствует действующим экологическим требованиям. В последние десятилетия во многих регионах России достаточно остро стоит проблема загрязнения водных объектов, что определяет актуальность оценки качества воды.

Город как среда обитания животных и растений имеет ряд специфических черт: большая плотность населения, концентрация различных предприятий, максимальное использование площадей под застройку, загазованность и загрязнение воздуха другими примесями. Различные загрязнения имеют свойство накапливаться в воде, и поэтому оценка состояния организмов, живущих в ней, имеет важное значение как объективное отражения физико-химических свойств воды. Водоемы на городской территории усиленно используются человеком на различные нужды: полив, техническое использование на предприятиях и в домах, купание, помыв транспорта. Около водных объектов формируются зоны отдыха горожан.

В настоящее время при оценке качества воды все большее внимание уделяется биотестированию – методическому приему, который используется для определения действия веществ на живые организмы в экспериментальных условиях. При этом регистрируются изменения каких-либо биологических и физиолого-биохимических показателей исследуемого объекта по сравнению с контролем.

Результаты биотестирования дают интегральную характеристику качества среды и состояния гидробионтов. В соответствии с нормативными документами Госкомприроды РФ биотестирование является обязательным элементом системы оценки и контроля качества вод.

Цель работы: оценить качество воды водоема городского типа методом биотестирования.

УДК 631.41

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЧВ ВОДОСБОРА ФИЛИАЛА ОАО «ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ» КАЗАНСКАЯ ТЭЦ-1

АНАШКИН Н.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЛАПИН А.А.

Современный этап развития общества характеризуется интенсивным вмешательством человека во многие природные процессы, что приводит к нарушению естественного функционирования экосистем. Оценить антропогенное воздействие можно по многим показателям, в том числе и по содержанию антиоксидантов (АО) в донных отложениях (ДО) и прибрежных почвах (ПП). Это обусловлено их разнообразием, сложной

структурой гуминовых веществ, ролью и их значением в почвообразовательных процессах и высокой чувствительностью к различным факторам как локально действующим экологическим, имеющим место в природе, так и антропогенным. Решение научной проблемы оценки экологического состояния водосброса ТЭЦ-1 в озеро Средний Кабан имеет большое значение для города Казани, так как из него забирают воду на технологические нужды крупные промышленные объекты: ОАО Нефис-Косметикс, Казанский завод резинотехнических изделий и ТЭЦ-1. Актуальность темы подтверждается ее соответствием положениям Федерального закона России от 10.01.2002 № 7 ФЗ «Об охране окружающей среды».

Целью исследования явилось изучение закономерностей изменения интегрального показателя антиоксидантной активности донных отложений и прибрежных почв в условиях интенсивного антропогенного воздействия.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы ДО и ПП в районе водосброса и для сравнения водозабора филиала ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1. Суммарная антиоксидантная активность (САОА) определялась по разработанной нами методике в мг рутина на 100 г абсолютно сухого образца (а.с.о.) водной суспензии, водной вытяжки и твердых частиц ДО и ПП. Уровень САОА 5 исследованных образцов ДО определялся активностью твердых частиц (31,41–610,37 мг рутина на 100 г а.с.о.), водозабора – 284,24 мг, 2 образцов ПП (17,67 и 25,29 мг рутина), водные вытяжки состоят из сравнительно чистой воды без растворенных в ней АО с активностью для образцов ДО 5,42–8,17 мг (водозабор 7,79 мг) и для ПП 4,34–5,11 мг. Ошибка измерений 1–6 % отн.

УДК 628:33

СУММАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ АНТИОКСИДАНТОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ РАСТЕНИЙ

АХМЕТЗЯНОВ Д.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. ЛАПИН А.А.

Адаптация растений к постоянно меняющейся экологической ситуации среды их обитания определяется многочисленными физиолого-биохимическими механизмами, в том числе и эффективностью работы

антиоксидантных систем, которые не только участвуют в важнейших физиологических процессах растений, но и связывают свободные радикалы, способствующие развитию деструктивных окислительных процессов. Накопление антиоксидантов в растениях ингибирует разрушительные и неконтролируемые реакции свободнорадикального окисления, формируя тем самым их устойчивость ко многим неблагоприятным внешним факторам, таким образом, научные работы по изучению экологических аспектов накопления антиоксидантов в растениях являются актуальными.

Целью настоящей работы явилось изучение суммарного содержания антиоксидантов в водных и прибрежных растениях в районе водосброса филиала ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1.

При изучении химических показателей образцов растений и экстрактов из них использовались методы, принятые в научных исследованиях и предусмотренные Государственной фармакопеей, к ним относятся метод отбора растительных проб, определение содержания примесей в сырье, нормы сушки и хранения. Суммарная антиоксидантная активность (САОА) определялась по разработанной нами методике в мг рутина на 100 г абсолютно сухого образца (а.с.о.) водных экстрактов, которые приготавливали завариванием их кипящей водой (в соотношении 1:50 в пересчете на а.с.о.) по ГОСТ 1936. Перед приготовлением экстрактов высушенные растения анализировались на содержание влаги, измельчались и просеивались до размера частиц менее 0,8 мм.

Для биоиндикации загрязнения донных отложений нами были исследованы по 2 образца водных растений Валиснерии САОА 588,40 и 1108,06 мг рутина на 100 г а.с.о. (водосброс), Рогоза узколистного 952,59 и 979,01 мг рутина (водосброс и водозабор), а почвенного слоя – прибрежные растения Тополь 2421,52 и Ива белая 3786,18 мг рутина (водосброс).

СЕКЦИЯ 8. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.316

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ SMART GRID В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ЕГОРОВ М.С., НИУ МЭИ, Москва

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

В настоящее время высока потребность в электроэнергии. Очень важным является вопрос энергосбережения. Для его решения могут применяться технологии Smart Microgrid.

Основными потребителями в организациях являются источники освещения. Поэтому обратим внимание сначала на них.

Замена светильников достаточно дорогостоящее мероприятие. Однако затраты будут ниже, если в уже существующий светильник устанавливать вместо электромагнитного пускорегулирующего устройства – электронное с возможностью регулирования.

При этом стоит помнить, люминесцентные лампы чувствительны к изменениям напряжения. Поэтому в коридорах, где возможны частые переключения, лучше всего применять светодиоды. А в аудиториях и кабинетах – светильники с люминесцентными лампами.

На примере кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» выполнен расчёт по эффективности данного мероприятия. Получили срок окупаемости, равный 4,5 года при экономии 12,2 тыс. кВт·ч/год (55 тыс. руб./год) и затратах в 250 тыс. руб.

Также снижение потребления электроэнергии можно достичь благодаря установке на окна роллетных систем с автоматизированным управлением. Это позволит обеспечить оптимальную температуру в помещении, а значит снизить потребление энергии обогревателями зимой и кондиционерами летом.

Главной особенностью «умных сетей» является наличие централизованного управления, измерения и контроля в организации. Данный элемент позволяет выявить нерациональные траты электроэнергии и при этом обеспечить необходимый уровень комфорта, согласовать работу датчиков и устройств автоматизации.

УДК 621.31

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

КАЗАНОВ М.С., НИУ МЭИ, г. Москва

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

На первом заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России 16 июня 2009 г. Президент Российской Федерации Д.А. Медведев включил энергоэффективность и энергосбережение в число 5 направлений приоритетного технологического развития, на которые непосредственное влияние оказывают малая распределенная и возобновляемая энергетика.

Ситуация со значительным объемом и структурой потребления электроэнергии, возникшая на предприятии по производству подшипников качения, поставила вопрос о внедрении собственных дополнительных источников питания. При этом особый интерес уделяется когенерационным установкам: на производстве отсутствует центральное теплоснабжение, отопление помещения осуществляется с применением электрических водогрейных котлов, оказывающих серьезное влияние на суммарную нагрузку и потребление предприятия в отопительный период.

Принятие решения о строительстве модульной котельной или внедрении установок комбинированной выработки хоть и является наиболее очевидным в данной ситуации, не может расцениваться как единственное и рациональное. Учитывая принципиальную заинтересованность государства в развитии возобновляемых источников энергии как части современной энергетической политики Российской Федерации, также необходим анализ возможности их внедрения в систему электроснабжения данного объекта. Рассматривая графики нагрузки предприятия в режимные дни, актуальным также становится вопрос об установке накопительных систем, что позволило бы уйти от внедрения собственной генерации и, таким образом, избежать проблем и барьеров, в том числе нормативных и правовых, связанных с присоединением и интеграцией источников питания.

При развитии и совершенствовании электрохозяйства для каждого из принимаемых решений требуется определенный подход, позволяющий решить и другие важные задачи: повышение надежности и минимизация простоев производства, повышение коэффициента мощности.

УДК 621.311.163

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ЛОГИНОВА С.В., НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦЫРУК С.А.

При построении систем энергоснабжения следует предусматривать возможность интеграции в них новых технологических решений. В качестве примера рассмотрим перспективу вовлечения в процесс оптимизации энергоснабжения накопителей энергии для регулирования суточного графика электрических нагрузок. Подобные исследования на основе анализа графика распределения продолжительности нагрузок ОЭС были выполнены в штате Новый Южный Уэльс (NSW) Австралии.

В [1] была поставлена задача – определить время использования дополнительных мощностей генерации P10% (10 % всей располагаемой мощности), обеспечивающих покрытие пиковой части графика нагрузки, и таким образом оценить эффективность ее использования. Было установлено, что годовой объем производства электроэнергии за счет P10% = 1410 МВт ($P_{\max} = 14100$ МВт) составляет около 20 МВт·ч в расчете на МВт располагаемой мощности, а время ее использования менее 1 % в год. При этом отношение себестоимостей электроэнергии в базовой и пиковой частях графика нагрузки превышает четырехсоткратную величину.

В работе показана возможность полного решения задачи производства электроэнергии в период 10 % годового максимального спроса на основе гибридных электромобилей (PHEV). На примере энергосистемы NWS, сравнимой по мощности с ОЭС Московского региона, показано, что для этой цели достаточно менее 100 тысяч легковых автомобилей. В России в силу климатических условий массовое распространение PHEV получат после решения проблемы работы аккумуляторов при отрицательных температурах. Дополнительно следует учитывать значительно более длительный период эксплуатации автомобилей в России и более высокий расход энергии на поддержание температурного режима в салоне транспортного средства.

Литература

1. Tony Vassallo. Bottling Electricity: The Need for Energy Storage. Delta Electricity Chair in Sustainable Energy Development School of Chemical & Biomolecular Engineering University of Sydney. AIE Sydney Branch. April 4, 2011.

УДК 621.354.34

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ЦЕЛЬЮ ВЫРАВНИВАНИЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ

МУРАВЬЕВ С.Б., НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЦЫРУК С.А.

Идея выравнивания графика нагрузки промышленного предприятия с использованием накопителей электрической энергии заключается в зарядке накопителей в часы минимальной нагрузки энергосистемы и отдаче мощности в часы максимума. Это даст возможность компенсировать дефицит мощности при пиковом потреблении, что в свою очередь разгрузит объекты генерации и передачи электричества и позволит снизить плату за электроэнергию, так как зарядка накопителей происходит в период избыточной, а значит дешевой, электроэнергии.

Расчеты, проведенные в США, показывают, что химические источники тока могут быть конкурентоспособными для сглаживания колебаний нагрузок, если их стоимость не превышает 100 \$ за 1 кВт, КПД должно составлять 75 % и выше, ресурс до 5000 циклов, а удельная энергия не менее 30 Вт·ч/кг. Основные требования к стационарным аккумуляторам, применяемым для сглаживания графиков нагрузки промышленных предприятий:

- возможность продолжительного разряда (до 2–4 часов);
- малое время заряда;
- высокий срок службы (большое количество циклов заряд/разряд);
- простота в обслуживании;
- сравнительно низкая стоимость;
- высокая надежность и долговечность.

В настоящее время наиболее перспективным типом накопителей являются литий-ионные химические источники тока, обладающие, однако, существенным недостатком – большой стоимостью. Применение свинцово-кислотных накопителей возможно на предприятиях, чей график нагрузки позволит обеспечить минимальное время заряда аккумулятора и отсутствие циклов глубокого разряда.

УДК 621.313

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНЫХ МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКОВ

БАВИЛОВ В.Е., ЗЮКОВ М.М., ДУРАКОВА В.С., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ХАЙРУЛЛИН И.Х.

В автономных системах энергетики нашли широкое применение быстроходные магнитоэлектрические машины (БММ). Это обусловлено рядом их достоинств перед прочими электрическими машинами, такими как высокие энергетические показатели и надежность. Одним из возможных путей увеличения энергетических показателей БММ является снижение потерь энергии на трение в механических подшипниках.

Решением проблемы трения в БММ является применение гибридных магнитных подшипников (ГМП), представляющих собой магнитный подшипник на постоянных магнитах и электромагнитную систему управления.

С целью оценки целесообразности применения в БММ ГМП авторами была разработана имитационная модель БММ, с учетом взаимозависимости сил трения в подшипниках БММ от температуры.

В результате исследований разработанной имитационной модели БММ определено, что его электромагнитные характеристики зависят от типа подшипниковых опор. При применении радиальных шариковых подшипников максимальная развиваемая угловая скорость БММ составляет 12000 рад/с, что на 35 % меньше, чем в БММ на ГМП, на 50 % больше, чем в ЭМПЭ на шариковых сферических подшипниках, и 75 % больше, чем БММ на конических роликовых подшипниках. Кроме того, от типа подшипниковых опор зависит быстродействие БММ, т. е. снижается время разгона БММ до номинальной частоты вращения, что является весьма важным для ряда областей промышленности, например для авиационных БММ. В качестве номинальной угловой скорости была определена угловая скорость 3000 рад/с. При применении ГМП время разгона БММ до номинальной скорости на 8,5 % меньше, чем при применении шариковых подшипников, на 32,14 % меньше, чем при применении шариковых сферических подшипников, и в 3,2 раза меньше, чем при конических роликовых подшипниках.

Таким образом, в работе определены методами имитационного моделирования основные достоинства, которые достигаются от применения в БММ ГМП. Полученные результаты могут быть использованы на практике.

УДК 620.9:662.92

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАБОЧИЙ РЕСУРС ДЫМОВОЙ ТРУБЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

МИНИГУЛОВА Э.Р., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУДОЯРОВА В.М.

Дымовая труба электростанции играет важную роль в работе всей электростанции, так как правильная конструкция дымовой трубы позволяет повысить качество работы теплоэлектростанции и, кроме того, уменьшает содержание вредных веществ, содержащихся в дымовых газах, и обеспечивает рассеяние их в верхних слоях атмосферы. Дымовые трубы работают при очень сложных условиях перепадов температур, давления, агрессивного воздействия дымовых газов, ветровых нагрузок и нагрузок от собственной массы. Их конструкции одновременно подвергаются различным видам коррозии, эрозии, испытывают значительные температурные напряжения и механические нагрузки.

Целью данной работы являлось определение материала дымовой трубы, её геометрических параметров и футеровки, с учетом всех выше перечисленных вредных факторов, которые оказывают влияние на прочность и срок службы дымовой трубы.

Для достижения поставленной цели последовательно были выполнены аэродинамический, тепловой и прочностной расчеты, на основании которых была получена оптимальная геометрия дымового канала и толщина футеровки. При выборе материала и толщины футеровки учитывались количество и концентрация выбросов твердых частиц, окислов серы, окиси углерода, окиси азота и некоторых продуктов неполного сгорания топлива.

Расчет футеровки дымовой трубы проводился для трех режимов работы электростанции на базе турбоустановки ПТ-30-90: номинального, повышенного и пониженного. При этом было выявлено, что скорость коррозии сильно зависит от температуры и состава используемого топлива, которые, в свою очередь, зависят от режима работы электростанции.

В результате проведенного анализа была выбрана оптимальная конструкция дымовой трубы, был предложен ряд материалов, из которых будет выполнена дымовая труба, а также выполнен расчет толщины внутренней футеровки, с учетом состава вредных веществ, содержащихся в дымовых газах.

УДК 338.364:620.9

РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ КОНТАКТНОГО ТИПА

ЧИКАНОВА М.М., УГАТУ, г. Уфа

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. КУДОЯРОВА В.М.

Для повышения эффективности работы водогрейных котлов используют теплоутилизаторы различных типов, которые позволяют снизить потери теплоты с уходящими газами. Потери теплоты с уходящими газами могут быть значительными и в котлах без хвостовых поверхностей могут достигать 25 %.

Основная цель данной работы заключалась в определении наиболее экономически выгодного варианта использования теплоты уходящих газов для принципиальной тепловой схемы энергоблока на базе турбоустановки ПТ-135-130. Для достижения заданной цели был проведен расчет и сравнительный анализ теплоутилизатора контактного типа с пассивной насадкой и теплоутилизатора контактно-поверхностного типа с промежуточным теплообменником.

При оценке экономической эффективности работы теплоутилизаторов в качестве основных сравниваемых параметров использовались: теплопроизводительность экономайзера по заданному расходу и параметрам дымовых газов на входе в экономайзер и на выходе из него, количество подогреваемой воды и основные геометрические параметры теплоутилизаторов.

Экономическую эффективность и сроки окупаемости затрат на утилизацию теплоты оценивали с помощью программы для разработки бизнес-планов и анализа инвестиционных проектов Project Expert. В результате проведенного расчета и анализа полученных результатов было установлено, что при заданных параметрах производительности парового котла выбранной тепловой схемы, наибольшую эффективность использования теплоты уходящих газов дает теплоутилизатор контактно-поверхностного типа с промежуточным теплообменником.

УДК 621.313

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ЮЛАЕВ М.С., ЗАЙНУТДИНОВ Р.Р., БОЙКОВ В.А., УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. БОЙКОВА О.А.

В настоящее время на промышленных предприятиях весьма важными являются вопросы энергосбережения и энергоэффективности. Нерациональное использование электрической энергии приводит к тому, что затраты энергии на производство продукции стали превышать ее себестоимость. Согласно ГОСТ Р 54413-2011 до 40 % всей вырабатываемой энергии в мире потребляется электрическими двигателями, поэтому актуально применение энергосберегающих двигателей, имеющих более высокий КПД, а следовательно, более низкое энергопотребление.

Применение ЭАД позволит *повысить*: надежность работы двигателя; КПД двигателя; устойчивость двигателя к тепловым перегрузкам; перегрузочную способность; устойчивость двигателя к изменениям условий эксплуатации; коэффициент мощности; позволит *снизить*: время простоя; уменьшить затраты на техобслуживание; уровень шума; скольжение, тем самым увеличить скорость двигателя.

Однако ЭАД имеют некоторые недостатки. По сравнению с обычными двигателями ЭАД имеют большую стоимость (на 10–30 %), большую массу, более высокое значение величины пускового тока. Также важно отметить, что при эксплуатации ЭАД в режимах с частым пуском, при недостаточной нагрузке или при малом времени эксплуатации (1–2 тыс. ч/год) их применение нецелесообразно. В первом случае это объясняется тем, что сэкономленная энергия расходуется на повышенный пусковой ток, а во втором случае – уменьшением КПД при работе на нагрузку ниже номинальной.

УДК 621.3.027.3 (0.75)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТИ ГЕНЕРАТОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ЖИГУЛЕВСКОЙ ГЭС И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ ОГРАНИЧЕНИЮ

АКИМОВ А.Г., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХНИНА В.В.

Широкое внедрение вакуумно-коммутационной аппаратуры обострило проблему, связанную с коммутационными перенапряжениями, возникающими в одном из наиболее важных объектов Жигулевской ГЭС – сети генераторного напряжения. Следовательно, их ограничение является актуальной задачей. Решение данной задачи позволит повысить надежность всей сети генераторного напряжения электростанции.

На основе комплексного анализа внутренних и грозовых перенапряжений в сетях генераторного напряжения разработаны мероприятия по рациональному выбору типа и мест размещения нелинейных ограничителей перенапряжения, в этом заключается научная новизна данной работы.

Автором предпринята попытка сформулировать требования к коммутационной способности генераторных выключателей.

Разработанные мероприятия по защите сети генераторного напряжения от внутренних и внешних перенапряжений могут быть использованы при реконструкции сети генераторного напряжения Жигулевской ГЭС.

УДК 621.321

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

БАЛАБАНЧИК С.В., ВАГАЙСКИЙ П.В., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. асс. КУЗНЕЦОВ В.А.

Энергосбережение в системах освещения имеет два основных направления:

1. Повышение эффективности работы осветительных установок за счёт увеличения их КПД (светоотдачи).

2. Рациональное использование осветительных установок. Данное направление подразумевает возможность регулирования (изменения) светового потока в пределах от номинального вплоть до отключения светильников в зависимости от уровня естественной освещённости, времени суток и присутствия людей на освещаемой территории.

В настоящее время разработано достаточное количество специальных систем автоматического управления установками уличного освещения (САУ), например, от таких производителей, как Vossloh-Schwabe, Philips, Osram, Zumtobel.

Сравнительный анализ показал, что каждая система обладает своими преимуществами и в то же время недостатками. Были определены следующие функциональные возможности данных САУ:

1. Работа осветительных установок с помощью таймерной функции (т. е. по запрограммированному суточному или годовому графику).
2. Управление освещением с помощью датчика движения.
3. Управление освещением с помощью датчика освещённости.
4. Использование заранее запрограммированных сцен (схем освещения).

Следует отметить, что большинство САУ могут сочетать в работе вышеприведённые возможности и управлять как одним, так и группой светильников.

Таким образом, применение САУ в уличном освещении позволит устранить основные причины неэффективного расхода электроэнергии осветительными установками. Это, в свою очередь, позволит экономить от 20 до 50 % электроэнергии, расходуемой на освещение.

УДК 621.316

ДВУХУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**ВАГАЙСКИЙ П.В., БАЛАБАНЧИК С.В., ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. асс. КУЗНЕЦОВ В.А.**

Важным направлением для обеспечения устойчивой и надежной работы электроэнергетических систем (ЭЭС) является создание современных устройств релейной защиты и автоматики (РЗА).

На сегодняшний день в области эксплуатации устройств РЗА выделяются следующие основные задачи:

- поддержание работоспособности существующих систем;
- своевременная замена морально и физически устаревших устройств РЗА;

- внедрение устройств РЗА, отвечающих современным требованиям.

Решить эти задачи можно путем внедрения современных устройств РЗА, выполненных на микропроцессорной (МП) элементной базе. Однако данные устройства чувствительны к резкой смене климатических условий, конструктивно сложны и имеют более высокую стоимость по сравнению со своими аналогами, выполненными на электромеханической основе. Кроме того, в отсутствие единого стандарта на аппаратуру, МП устройства РЗА различных разработчиков не поддаются замене.

Поэтому средства РЗА электроэнергетических систем высокого класса напряжения предлагается выполнять двухуровневой моделью:

1. Первый уровень выполняется на микропроцессорной базе, основное назначение которого – надежно выполнять основные функции РЗА.

2. Второй уровень создается на электромеханических устройствах РЗА, он обеспечивает надежность всей системы в различных экстремальных режимах (в режимах низких температур, отказе МП терминалов и т.д.).

Таким образом, выполнение МП устройств РЗА совместно с электромеханическими позволит создать надежную, устойчивую систему РЗА ЭЭС, отвечающую современным требованиям. Данная модель поддержит в работоспособном состоянии уже существующие системы, подлежащие реконструкции, а также создаст условия для внедрения МП устройств РЗА в различных климатических поясах России.

УДК 621.311.001.57

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СИСТЕМНЫХ АВАРИЙ В ТОЛЬЯТТИНСКОМ ЭНЕРГОУЗЛЕ

ЧАПЛИНА Т.А., ТГУ, г. Тольятти

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАХНИНА В.В.

Анализ системных аварий систем электроснабжения (СЭС) показывает, что основными причинами их возникновения являются: ошибочные действия оперативного персонала, резкое повышение нагрузки, неправильная работа оборудования, природные катаклизмы и стихийные бедствия.

В настоящее время для изучения процессов, протекающих в СЭС, применяется компьютерное моделирование. Одной из программ, в которых возможно построение сложных энергетических систем, является MATLAB.

Рассмотрено моделирование СЭС г.о. Тольятти и выполнена оценка вероятности возникновения системной аварии в ней. В СЭС входят 3 крупные электростанции: Жигулевская ГЭС, Тольяттинская ТЭЦ, ТЭЦ ВАЗа, длинные межсистемные и внутрисистемные линии электропередач напряжением 110, 220, 500 кВ; узловые подстанции 500/220/110 кВ; крупные потребители электрической энергии: ОАО «АвтоВАЗ», ОАО «Куйбышев Азот», ОАО «Тольятти Каучук» и др.

Выполнено компьютерное моделирование трехфазного короткого замыкания на ЛЭП 110 кВ «Южная». Показано, что через 0,3 с произойдет системная авария и в результате отключение двух межсистемных магистральных линий электропередач 220 кВ «Васильевская-2» и «Черемшан», что может привести к развитию системной аварии.

Выполненное моделирование позволило разработать комплекс мероприятий, повышающих надежность работы СЭС Тольяттинского энергоузла: соблюдение баланса потребления и выработки мощности, ввод новых резервов генерирующих мощностей, замена электрических схем на понизительных подстанциях на более надежные и современные и т. д.

УДК 621.314:621.316.925.1

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ ПОД РАБОЧИМ НАПРЯЖЕНИЕМ ТИПА НКВВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ЧЕЛЯКОВА Н.В., ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. ст. преп. КРЕТОВ Д.А.

Одним из основных элементов системы электроснабжения является силовой трансформатор (СТ). Выход из строя СТ может привести к длительному перерыву электроснабжения потребителей. Поэтому необходимо проводить постоянный контроль и диагностику СТ. Для этого применяются приборы оперативной диагностики (ОП) СТ.

Одним из приборов ОП, который получил широкое применение при проектировании СТ, является прибор R-1500. Его недостатком является

использование неравномерно-компенсационного метода. Использование данного метода при возникающих в сетях изменениях нагрузки и в аварийных режимах может привести к недостоверным показаниям приборов контроля состояния вводов и ложным срабатываниям защит.

Предлагается заменить прибор R-1500 на устройство непрерывного контроля и защиты высоковольтных вводов (НКВВ). Сравнительный анализ приборов R-1500 и НКВВ показал, что прибор НКВВ является нечувствительным к искажениям напряжения и несимметрии сети; комплексно решает задачи контроля состояния и защиты высоковольтных вводов; датчики давления имеют встроенную защиту от перенапряжений и перегрузок, что предотвращает ложное срабатывание сигнализации; цепи входных и выходных сигналов оснащены устройствами защиты от перенапряжений и фильтрами подавления помех. Поэтому применение данного прибора позволит повысить надежность электроснабжения потребителей и продлить срок службы СТ.

УДК 621.365.511

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ЗУБЦОВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

ГОЛЫШЕВ В.А., ИСМАТОВ М.А., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, доц. БАЗАРОВ А.А.

В данной работе рассматривается задача проектирования индукционных установок для поверхностной закалки крупногабаритных шестерен. Глубина закаливаемого слоя зависит от выбранной частоты тока, а также от условий охлаждения. В рассматриваемой задаче поверхностная закалка производится на частоте 66 кГц. Нагрев осуществляется по каждому зубцу в отдельности до температуры 820–840 °С до основания зубца. После этого задается выдержка 2–3 секунды, и затем производится охлаждение водой при помощи спрейера. Время закалки всего изделия составляет 1 час. Применение индукционных установок для поверхностной закалки является экономически выгодным по сравнению с другими способами закалки, обеспечивает более высокое качество изделия.

Целью исследования процессов нагрева и охлаждения является снижение влияния краевых эффектов вдоль поверхности зубца в

вертикальном и горизонтальном направлениях. Решению этой задачи способствует применение ферромагнитных материалов для снижения полей рассеивания и выравнивания распределения магнитного поля. Использование современного программного обеспечения позволяет эффективно решать оптимизационные задачи для нелинейных систем. В рассматриваемом случае математическая модель учитывает изменение магнитной проницаемости не только от напряженности магнитного поля, но и от температуры. Несмотря на ограниченные размеры используемых ферритовых магнитопроводов и насыщение их железа индукционная система обладает более высокими энергетическими показателями. Учитывая, что трехмерная постановка нелинейной электромагнитной задачи в связке с задачей нестационарной теплопроводности требует серьезных вычислительных затрат, частично процедуры оптимизации осуществлялись в программе Elcut 5.6. Окончательные расчеты на трехмерной модели производились на базе программы Comsol, позволяющей эффективно решать мультифизические задачи в нелинейной постановке. Процедура поиска оптимального варианта осуществляется вне данного программного комплекса.

УДК 621.785

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

ЕГЕАЗАРЯН А.С., СамГТУ, г. Самара
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЗИМИН Л.С.

Процесс оптимизации лежит в основе всей инженерной деятельности. Оптимизация даже при небольшом уменьшении затрат приводит к значительному суммарному экономическому эффекту. Она особенно ощутима для массового производства или для объектов с большими капиталовложениями, к которым относятся и технологические комплексы «индукционный нагрев – обработка металла давлением». При этом экономия намного превышает затраты на оптимизацию, на которую целесообразно затрачивать до 15 % стоимости проектирования.

Варьируемые параметры, которые по сути дела и являются параметрами оптимизации, можно разделить на внутренние и внешние. Внутренние: размеры индуктора; толщина и термическое сопротивление тепловой изоляции; число витков и секций индуктора; шаг витков; величина заглубления выходного торца заготовки в индукторе. Внешние:

мощность источника питания; напряжение на индукторе; частота тока; емкость конденсаторной батареи; темп работы деформирующего оборудования и расстояние от него до индуктора; условия охлаждения заготовок вне индуктора; физические и геометрические параметры нагреваемых заготовок; число и длительность интервалов оптимальных управляющих воздействий.

Обычно конструктор при проектировании решает не задачу выбора некоторых фиксированных параметров при неполных данных о начальных условиях, а задачу выбора степени неопределенности задания этих условий. В такой постановке задачи в качестве выбираемых рассматриваются множества, которым принадлежат значения режимных и конструктивных параметров, а также множества значений неопределенных параметров.

Задача параметрической оптимизации является разрешимой, если критерий оптимальности достигает экстремума в некоторой внутренней или граничной точке допустимой области. Условия оптимальности, которые должны выполняться в этой точке, формулируются лишь при наличии информации о классе функций, образующих критерий оптимальности и ограничения. Согласно теореме Вейерштрасса задача параметрической оптимизации разрешима, если критерий является непрерывной функцией либо полунепрерывной сверху (в задачах на максимум), а допустимая область образует замкнутое ограниченное множество.

УДК 621.36

НАДЕЖНОСТЬ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТА НЕФТИ

ПЫХТЕЕВ В.В., СамГТУ, г. Самара

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ЗИМИН Л.С.

Трубопроводный транспорт становится все более популярным в мире, число строящихся трансконтинентальных трубопроводов растет.

В топливный баланс во все больших размерах вовлекаются нефти с высоким содержанием парафина. Для их перекачки требуются совершенствование существующей и разработка новой технологии, совершенствование методов подготовки нефтей к транспортировке, эксплуатации самих трубопроводов и насосных станций.

В настоящее время добываются значительные объемы нефтей, обладающих высокой вязкостью при обычных температурах или содержащие большое количество парафина и вследствие этого застывающие при высоких температурах. Перекачка таких нефтей по трубопроводам обычным способом затруднена и энергоемка. В настоящее время наиболее широко на тепловых станциях применяют огневые подогреватели, представляющие собой печь, топочная камера которой совмещена с теплообменным аппаратом для подогрева нефти. Применяемый способ подогрева нефти имеет ряд существенных недостатков.

Повысить экономическую эффективность, надежность работы систем и улучшить экологическую обстановку позволит замена огневых печей подогрева нефти на теплообменные аппараты с индукционным нагревом.

Для подготовки нефти и вязких нефтепродуктов к транспортировке по трубопроводам на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» СамГТУ разработаны новые высокоэффективные устройства индукционного нагрева токами промышленной и повышенной частот. Установка представляет собой многосекционный проточный теплообменный аппарат, состоящий из нескольких параллельных ветвей, количество которых определяется производительностью магистральной линии нефтепровода. Установка предназначена для подогрева сырой нефти в магистральной линии нефтепровода производительностью 360 т/сут.

Установка оснащена системой автоматизации, состоящей из систем контроля параметров процесса, системы автоматического регулирования, систем защиты и блокировки и аварийной сигнализации.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ИМЕЮЩЕГО НЕЛИНЕЙНЫЕ НАГРУЗКИ

ПРАСЛОВА Е.А., ОГТИ (ф), г. Орск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. БАРБАЕВ В.И.

Металлургические производства машиностроительных предприятий являются крупными потребителями электроэнергии. Сталеплавильная печь – специфическая нелинейная нагрузка, характеристики которой меняются в ходе производственного процесса в зависимости от рабочей

точки плавления, времени работы и типа сырья. При этом в питающую электросеть вносятся сильные возмущения.

Изменчивость реактивной мощности вызывают колебания напряжения в сети. Наибольшее влияние работа ДСП оказывает на снижение коэффициента мощности и падение напряжения. Это отражается на качестве выпускаемой стали, ведет к нарушению технологического процесса и снижению качества электроэнергии.

Статические тиристорные компенсаторы реактивной мощности являются устройствами, обеспечивающими энергосбережение и повышение эффективности работы систем передачи и распределения электрической энергии. Эффективность применения СТК для дуговых сталеплавильных печей определяется реализацией ими следующих функций:

- существенное снижение колебаний напряжения в питающей сети;
- повышение среднего коэффициента мощности;
- снижение токов высших гармоник;
- симметрирование токов, потребляемых из сети;
- стабилизация напряжения на шинах нагрузки;
- повышение производительности печи;
- снижение расхода электродов и футеровки.

Помимо обеспечения требований ГОСТ 13109-97 по основным показателям качества электроэнергии СТК осуществляют разгрузку сетевых трансформаторов и питающих линий электропередачи от реактивной мощности и тем самым снижают в них величину действующего тока и активных потерь, что позволяет увеличить передаваемую активную мощность без установки нового оборудования.

Энергетическое обследование ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» при работе ДСП-50 выявило, что показатели качества электроэнергии не соответствуют ГОСТ 13109-97. Таким образом, мы предлагаем рассмотреть возможность применения СТК на данном предприятии.

УДК 681.586.74

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ В РАСТВОРЕ

ШНА Ф.Ф., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, с.н.с. ПОПОВ Е.А.

В настоящее время техническая вода широко используется как теплоноситель при производстве энергии на ТЭС и АЭС, поэтому обеспечение её высокого качества и заданных параметров является важной

проблемой в задачах энергоресурсосбережения. Сюда можно отнести, например, проблемы минимизации скоростной коррозии материалов оборудования электростанций. Следовательно, высокий уровень обработки и раннее диагностирование ионной концентрации в водном теплоносителе играет существенную роль в задачах надежности и экономичности эксплуатации современного оборудования. Обычно ионный состав водного электролита определяется стандартными электрохимическими методами на основе мембранного датчика и, как правило, удовлетворяет уравнениям Нернста для каждой компоненты. Эти уравнения зависят от температуры водной среды (температурный коэффициент наклона мембранного потенциала ионно-селективного электрода). Поэтому учёт температурных изменений водного теплоносителя необходимо делать для реального on – line мониторинга ионной концентрации и сведения к минимуму погрешностей при определении ионного состава. Определённые подходы решения такой задачи рассматриваются в данной работе.

УДК 621.392

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА В ЖИДКОСТИ

ДАВЛЕТОВ Д.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

Для создания энергоэффективных электрогидрокавитационных нагревательных устройств необходимо исследовать электродную систему для гидрокавитационного котла. Для этой цели нами была изготовлена экспериментальная установка, состоящая из трубы, к которой с двух противоположных сторон приварены гайки для свечей. Конструкция установки позволяет менять расстояние между электродами свечей в диапазоне от 2 до 12 мм.

Исследование работы электродной системы проводилось при следующих параметрах: емкость конденсаторов $C = 2 \cdot 10^{-6}$ Ф, напряжение заряда конденсаторов $U_0 = 8; 10; 12; 15; 20$ кВ; межэлектродный промежуток $a = 2; 4; 6; 8; 10; 12$ мм. При постоянной емкости конденсаторов и неизменном напряжении заряда величина межэлектродного промежутка влияет на объем жидкости, вытесняемой из камеры. На всех уровнях напряжения наблюдается явно выраженный максимум, указывающий на наличие оптимального межэлектродного

промежутка для конкретных условий разряда. При импульсном электрическом разряде расширение разрядной полости приводит к возникновению ударных волн, происходит возникновение кавитации жидкости. Объем вытесненной жидкости растет с увеличением напряжения заряда конденсаторов. Максимальный объем жидкости, вытесненной из трубы, составляет при напряжениях 8 кВ – 13 см³; 10 кВ – 15 см³; 12 кВ – 22 см³; 15 кВ – 29 см³; 20 кВ – 39 см³. Исследования показали, что около 50 % выделившейся в канале разряда энергии расходуется на работу, совершаемую электрической дугой над жидкостью. Оставшееся количество энергии расходуется на нагрев вещества в трубе.

Проведенные эксперименты позволили определить зависимость количества вытесненной из камеры жидкости от величины напряжения разряда на электродной системе с одним электродным промежутком.

УДК 62-83

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В СФЕРУ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МУХАММАДИЕВА Л.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МУХАМЕТГАЛЛЕВ Т.Х.

Энергосбережение является одним из определяющих факторов деятельности на пути достижения более высоких показателей экономического развития в отрасли производства строительных материалов. Одним из направлений, обеспечивающим наибольший экономический эффект и не требующим инвестиций на проведение каких-либо исследований, опытно-конструкторских работ, является внедрение частотно-регулируемого электропривода.

Преобразователи частоты – это устройства, которые преобразовывают частоту переменного тока. При внедрении преобразователей частот экономия электроэнергии может достигать 50–70 %.

При выборе частотного преобразователя необходимо учитывать следующие моменты. Для начала необходимо определить конкретную задачу, которую должен выполнять электропривод. Анализ показал, что нужно учитывать:

– тип и мощность подключаемого электродвигателя;

- диапазон регулирования скорости;
- точность поддержания момента вращения на валу двигателя.

Применение в отрасли производства строительных материалов энергосберегающего частотно-регулируемого асинхронного электропривода дает ряд преимуществ:

- экономия электроэнергии;
- снижение шума;
- модернизация и повышение энергоэффективности оборудования строительных отраслей;
- удобство и простота внедрения.

УДК 621.311

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРАХ ПУТЕМ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ЗАГРУЗКИ

НАСЫБУЛЛИН А.А., КГЭУ, г. Казань

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

Для уменьшения энергозатрат следует обращать внимание на потери электроэнергии, обусловленные ее передачей и трансформацией. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов на подстанциях относится к эффективным мероприятиям по снижению потерь электроэнергии.

Эксплуатация систем электроснабжения в не номинальном режиме приводит к увеличению доли потерь, связанных с недозагрузкой трансформаторов. Потери в трансформаторах состоят из постоянной (потери в стали) и нагрузочной (в обмотках, коммутаторах и соединительных шинах) составляющих. Наиболее экономичный режим работы трансформаторов соответствует нагрузке 60–70 % от номинальной мощности. Работа малозагруженных трансформаторов (с $K_{3.норм} < 0,3$) является экономически не выгодной из-за собственных потерь в каждом из трансформаторов. Кроме того, большинство эксплуатируемых трансформаторных подстанций исчерпало свой рабочий ресурс. Как правило, такие трансформаторы имеют высокие потери в обмотках и низкие изоляционные характеристики. Массовый выход из строя этих трансформаторов может привести к простоям оборудования основного производства и значительному материальному ущербу на предприятии.

Необходимо выключать недозагруженные трансформаторы, увеличивая их степень загрузки. Или, как вариант, попытаться сделать линию разграничения с энергосбытом по обслуживанию на низкой стороне, с уходом от управления загрузкой и установкой своих приборов учета. Потери электрической энергии в трансформаторах должны быть доведены до возможного минимума путем правильного выбора мощности и числа трансформаторов, рационального режима их работы, исключением холостых ходов при малых нагрузках.

Однако в условиях эксплуатации не всегда возможно регулировать нагрузку трансформатора для получения оптимального коэффициента загрузки, поскольку нагрузка зависит от условий технологического процесса производства. При выборе оптимальной мощности трансформаторов, необходимо использовать основной экономический критерий, а именно минимум приведенных годовых затрат.

УДК 621.36

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧАХ

ХАЙРУТДИНОВА Р.Н., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. СИДОРОВ А.Е.

Проанализировав потери при эксплуатации электрических печей в промышленности и способы экономии в них, было выявлено, что наиболее актуальным и экономически обоснованным мероприятием по энергосбережению является применение автоматического регулирования температуры электрических печей.

При моделировании процесса функционирования электрических печей получены данные, позволяющие констатировать факт затянутого переходного процесса. Предлагается решение данной задачи осуществлять путем модернизации, что позволит существенно повысить экономию средств на предприятиях и производствах.

При подготовке модернизации существующих АСУ предварительно был проведён подробный анализ технологического процесса термообработки для выяснения основных недостатков и проблем в работе печей. Например, во время отжига деталей и металлоконструкций недопустимы даже незначительные отклонения температуры от значений, указанных в технологической карте. Нарушения температурного режима

могут привести к несоответствию механических свойств изделий, заявленных изготовителем, что, в свою очередь, может привести к авариям на производстве.

Предлагаемая система управления увеличивает надёжность работы электропечей за счёт замены аналоговых регуляторов и релейных исполнительных механизмов на микропроцессорные регулирующие элементы и бесконтактные силовые ключи. Количество внешних соединений и распределительных коробок при этом уменьшается в несколько раз. Например, один пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор, модуль ввода и компьютер заменяют три старых, но весьма дорогих двухпозиционных регуляторов-самописцов, при этом точность и возможности регулировки значительно увеличиваются за счет применения ПИД-регуляторов с автоматической подстройкой коэффициентов.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ЮСУПОВА Д.И., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

Возможности использования экологически чистой возобновляемой энергии солнечного излучения привлекают все большее внимание. В соответствии с прогнозами в течение ближайших 15–20 лет возобновляемые источники энергии должны занять заметное место в мировом энергетическом балансе. Среднегодовой поток солнечного излучения на земную поверхность составляет от 100 до 250 Вт/м², достигая пиковых значений в полдень при ясном небе (около 1 000 Вт/м²). В условиях средней полосы России солнечное излучение «приносит» на поверхность земли энергию, эквивалентную примерно 100–150 кг у.т./м² в год. Практическая задача, стоящая перед разработчиками и создателями различного вида солнечных установок, состоит в том, чтобы наиболее эффективно «собрать» этот поток излучения и преобразовать его в нужный вид энергии (теплоту, электроэнергию) при наименьших затратах на установку. Простейшим и наиболее дешевым способом использования солнечной энергии является нагрев бытовой воды в так называемых плоских солнечных коллекторах.

В климатических условиях средней полосы России солнечные водонагревательные установки могут эффективно использоваться различными потребителями в бытовых целях в течение 6–7 месяцев в году (март/апрель – сентябрь).

Для нагрева 100 л воды солнечная установка должна иметь 2–3 м² солнечных коллекторов. Такая водонагревательная установка в летнее время обеспечит ежедневный нагрев воды до температуры не менее 45 °С с вероятностью не менее 70–80 %.

Как с энергетической, так и с экономической точек зрения для создания бытовых солнечных водонагревателей целесообразно использовать простейшие солнечные коллекторы с одним прозрачным покрытием. Для успешного продвижения солнечных водонагревателей на российский рынок необходима разработка технических решений и применение новых материалов, обеспечивающих при высоком качестве и долговечности снижение стоимости солнечных водонагревателей по крайней мере до 70–100 долларов в расчете на 1 м² солнечного коллектора.

УДК 621.315

ЭТАПЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

ГРУЗКОВ Д.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. тех. наук, доц. СИДОРОВ А.Е.

В настоящее время достаточно актуальна проблема диагностирования состояния линий электропередач: анализ уже существующих методов показал, что они многозатратны и сложны в реализации.

Основными этапами при диагностировании линий электропередач являются: подготовка к осмотру ЛЭП, выяснение ее хозяйственной принадлежности, основные технические характеристики, расположение на местности и протяженность. Необходимо заметить, что кроме вышеперечисленных имеют место затраты на обучение персонала, на применение автотракторной техники и специального электротехнического оборудования.

Осмотр ЛЭП проводят в фиксированной полосе, непосредственно прилегающей к трассе линии. Средняя скорость движения исследователя

при пешем осмотре ЛЭП 6-10 кВ в условиях пересеченной местности составляет не более 2 км/ч. При использовании транспорта на открытой местности – до 5 км/ч. Во время осмотра ЛЭП наблюдатель выполняет записи в полевом дневнике либо заполняет карточку осмотра.

Вся эта процедура требует значительных затрат как финансовых, так и временных. Однако её можно значительно удешевить, предпочтительно использовав беспилотные радиоуправляемые летательные аппараты, оборудованные необходимой диагностической и фото-видео фиксирующей аппаратурой, управляемой лишь одним оператором, тем самым значительно упростив и саму процедура осмотра линий электропередач, а именно целостность опор и изоляторов.

Целесообразно с целью упрощения и удешевления диагностирования линий электропередач использовать беспилотный летательный аппарат, оборудованный цифровой фото-видео фиксирующей аппаратурой, связанной с командным центром.

УДК 697.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ИГНАТЬЕВ А.Г., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ФЕТИСОВ Л.В.

В последнее время во многих субъектах РФ проявляют интерес к внедрению технологии поквартирного теплоснабжения многоэтажных домов, представляющего собой вид децентрализованного теплоснабжения, при котором каждая квартира в многоквартирном доме оборудуется автономной системой обеспечения теплотой и горячей водой.

Основными элементами системы поквартирного отопления являются: отопительный котел, отопительные приборы, системы подачи воздуха и отвода продуктов сгорания.

Объективными предпосылками внедрения автономных (децентрализованных) систем теплоснабжения являются:

- отсутствие в ряде случаев свободных мощностей на централизованных источниках;
- уплотнение застройки городских районов объектами жилья;
- более низкие капиталовложения и возможность поэтапного покрытия тепловых нагрузок;

- возможность поддержания комфортных условий в квартире;
- повышение стоимости гигакалории тепловой энергии в 2012 году при централизованном обеспечении тепловой энергией и горячей водой.

Достоинствами децентрализованного теплоснабжения являются:

- отсутствие необходимости отводов земли под тепловые сети и котельные;
- снижение потерь теплоты из-за отсутствия внешних тепловых сетей, снижение потерь сетевой воды, уменьшение затрат на водоподготовку;
- значительное снижение затрат на ремонт и обслуживание оборудования;
- полная автоматизация режимов потребления.

При использовании децентрализованной системы имеем:

- снижение годового расхода топлива в среднем на 40–50 %;
- снижение затрат на обслуживание примерно в 2,5–3 раза;
- снижение затрат на электрическую энергию в 3 раза.

УДК 681.5

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ИНТЕРФЕЙСА

КОПЫЛОВ А.М., ДОЛОМАНЮК Л.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ВАГАПОВ Г.В.

Актуальность использования интегрированных систем управления освещением определяется повышением энергоэффективности осветительных установок и улучшением эксплуатационных характеристик производственных зданий. Исследования аналоговых систем управления освещением показали, что подобные системы нецелесообразно использовать для проектирования сложных осветительных сетей. По сравнению с аналоговыми методами управления, передовые цифровые технологии управления освещением имеют целый ряд преимуществ: дают большую экономию и обладают дополнительными возможностями.

Одной из основных целей данной работы является разработка модели управления освещением с использованием цифрового интерфейса передачи данных, применение которой приведет к сокращению потребления электрической энергии, что в конечном итоге способствует повышению КПД осветительных установок.

До недавнего времени все системы управления освещением имели аналоговый интерфейс передачи данных, основанный на регулировании управляющего напряжения по протоколу 0–10 В. Устройство сложных систем управления было построено по классической схеме автоматизации. Основой аналоговой системы является, как правило, контроллер, к которому с одной стороны подключены различные датчики, а с другой исполнительные механизмы.

Введение в эксплуатацию и настройка аналоговых систем управления освещением нецелесообразна, если система состоит из большого количества элементов. Поэтому при проектировании сложных осветительных сетей используется, как правило, цифровой интерфейс передачи данных DALI (Digitally Addressable Lighting Interface) – цифровой адресуемый интерфейс освещения. Управление освещением по протоколу DALI осуществляется с помощью шины передачи данных, к которой при помощи системы адресации подключаются элементы осветительных установок. Цифровой интерфейс отличается простотой и универсальностью при его использовании, что положительно сказывается на надежности и энергоэффективности осветительных сетей.

В результате проведенного анализа интерфейсов передачи данных, нами была сформирована модель системы управления освещением по цифровому протоколу.

УДК 621.472

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ КАЗАНЬ»

КОРНИЛОВ М.Б., КГЭУ, г. Казань

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

Объектом исследования являются альтернативные источники электроснабжения (ветрогенераторы (ВГ) и солнечные элементы (СЭ)) в системах электроснабжения объектов ООО «Газпром Трансгаз Казань».

Целью работы является: определение путем технико-экономического сравнения вариантов альтернативных источников электроснабжения, целесообразности применения энергосберегающих технологий на крупных узлах редуцирования и использования альтернативных источников

электроснабжения (ВГ и СЭ) для обеспечения электроэнергией и теплом объектов ООО «Газпром Трансгаз Казань».

В процессе работы выполнен поиск и анализ информации по существующим источникам и схемам электроснабжения рассматриваемых объектов ООО «ГТК»; анализ ветрового режима в регионах РТ; собраны сведения о существующих возобновляемых источниках электроснабжения, производимых в Российской Федерации и за рубежом, и осуществлен их отбор в соответствии с требованиями по электроснабжению объектов.

Областью применения результатов разработки является технико-экономическое сравнение и оценка перспективы использования источников электроснабжения (ВГ и СЭ) в системах электроснабжения ООО «Газпром Трансгаз Казань».

УДК 621.311

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ГОСТИНИЧНОМ КОМПЛЕКСЕ «СУЛЕЙМАН»

ЛАПТЕВ И.К., КГЭУ, г. Казань

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

Рациональное использование и экономия энергии – это один из главных факторов экономического роста и социального развития, что позволяет, не изменяя уровень энергообеспечения национального хозяйства, использовать высвобождающиеся ресурсы на другие цели – рост доходов населения, увеличение производства товаров и услуг и т. п.

Использование энергосберегающих технологий полностью обосновано не только с точки зрения непосредственного сохранения потребления энергетических ресурсов, но и в экономическом плане (значительное сохранение накладных расходов), и в экологическом (меньше утечек и вредных выбросов).

Целью работы является разработка энергоэффективных мероприятий для гостиничного комплекса «Сулейман». В соответствии с проблемой, объектом и целью исследования поставлены следующие задачи:

- определение возможной экономии затрат энергоресурсов;
- оценка эффективности использования зданием топливно-энергетических ресурсов;
- определение потенциала сбережения энергии, экономическое обоснование организационно-технических мероприятий;

– разработка организационно-технических мероприятий, направленных на снижение энергетических затрат.

На первом этапе выполнения работы произведён расчёт фактической освещённости комплекса, вследствие которого было установлено, что в помещениях уровень освещённости не соответствует принятым нормам. Рекомендуется заменить лампы накаливания, установленные в гостиничном комплексе, на энергосберегающие с более высоким световым потоком.

В коридорах здания рекомендуется замена светильников с лампами накаливания на люминесцентные с установкой энергосберегающего блока «Эконом», что обеспечит достаточный световой поток и снизит энергопотребление на 40 %.

УДК 621.315.1

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

НИЗАМЕЕВ А.А., КГЭУ, г. Казань

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

Актуальной проблемой современной энергетики является обеспечение энергосбережения и снижение экономических затрат при передаче электрической энергии на большие расстояния. На практике для передачи электрической энергии на большие расстояния, как правило, используют трехфазные системы, для реализации которых требуется применение не менее 3 проводов. Трехфазным системам присущи следующие недостатки:

– большие потери электрической энергии в проводах, так называемые джоулевые потери;

– необходимость использования промежуточных трансформаторных подстанций, компенсирующие потери энергии в проводах;

– возникновение аварий вследствие короткого замыкания проводов, в том числе из-за опасных погодных явлений (сильный ветер, наледь на проводах и др.);

– большой расход цветных металлов;

– большие экономические затраты на прокладку трехфазных электрических сетей (несколько миллионов рублей на 1 км).

Отмеченные выше недостатки могут быть устранены за счет применения резонансной однопроводной системы передачи электрической энергии, основанной на идеях Н.Теслы, доработанной с учетом современного развития науки и техники. В настоящее время технологии резонансной однопроводной системы передачи электрической энергии не имеют такого же широкого применения, как трехфазные системы, но они интенсивно развиваются.

Технология резонансной однопроводной передачи электрической энергии основана на использовании двух резонансных контуров с частотой 0,5–50 кГц и однопроводной линии между контурами с напряжением линии 1–100 кВ при работе в режиме резонанса напряжений.

Провод линии является направляющим каналом, вдоль которого движется электромагнитная энергия. Энергия электромагнитного поля распределена вокруг проводника линии.

Как показывают имеющиеся в литературе расчеты и эксперименты, при таком способе передачи электрической энергии потери в проводах практически отсутствуют (в сотни раз меньше, чем при традиционном способе передачи электрической энергии) и данная технология безопасна для окружающей природной среды и человека.

УДК 621.315.1

ОПОРА ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПОВЫШЕННОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

САБИРЗЯНОВ А.Н., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

Проблема повышения несущей способности существующих линий электропередачи относится к числу важных задач электроэнергетики.

В настоящее время наиболее распространенными способами повышения несущей способности традиционных воздушных линий электропередачи являются увеличение сечения и стенки опоры.

Рассмотрим некоторые конструкции металлических опор. Известна длинномерная несущая строительная конструкция типа стойки опоры ЛЭП, включающая тонкие криволинейные листы, составляющие сечение равностороннего треугольника, при этом края каждого из листов выполнены с закруглениями, расходящимися от вершин треугольника в противоположные стороны, и связаны между собой при помощи

дополнительных криволинейных листов с образованием равносторонних треугольников (изобретение № 483504). Однако выполнение одинакового сечения по всей длине приводит к увеличению металлоемкости конструкции в целом.

Для упрощения конструкции, повышения несущей способности и снижения трудоемкости изготовления нами предлагается следующий конструктивный вариант опоры. Тело опоры должно быть выполнено из гладкой цилиндрической трубы с расположенной внутри ее скрученной пластины, ввернутой с усилием во внутреннюю ее полость и жестко связанной по концам с трубой. Внутренняя полость опоры снабжена консистентной консервирующей смазкой и по концам труба с одной стороны наглухо закрыта жестко соединенным с ней фланцем для соединения опоры с основанием, а с другой стороны – заглушкой.

Такое исполнение опоры повысит её несущую способность, значительно упростит техобслуживание, а также увеличит срок ее службы.

УДК 621.31

КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЯХ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОЙ НАГРУЗКЕ НА ФАЗАХ

САЛЯХОВ Р.Р., КГЭУ г. Казань

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

Все потребители электрической энергии, режимы работы в которых обусловлены возникновением электрических полей, а именно асинхронные двигатели, осветительные лампы, сварочные аппараты, насосы, компрессоры, станки, являются источниками реактивной составляющей полной мощности сети. Реактивная составляющая характеризуется индуктивной природой, свойственной подавляющему большинству потребителей. Следовательно, возникает необходимость компенсации реактивной мощности с целью уменьшения $\cos\varphi$ и снижения себестоимости продукции.

Компенсация реактивной мощности осуществляется в настоящее время с помощью емкостных компенсирующих устройств, емкость которых в большинстве случаев является постоянной величиной, когда характер нагрузки изменяется.

Компенсация реактивной мощности актуальна в нынешнее время, так как качество электрической энергии должно быть на высоком уровне

для стабильной работы приемников. Подтверждение этому – новый стандарт ГОСТ Р 54149-2010 по качеству электрической энергии, который войдет в действие с 01.01.2013.

УДК 621.313

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ

ХАСАНОВ И.В., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. МАРКИН О.Ю.

С каждым годом наблюдается увеличение потребления электроэнергии и ее стоимости. Поэтому актуальной является задача разработки новых генерирующих устройств на базе пьезоэлектрических элементов, позволяющих получать дополнительную энергию при механическом воздействии.

Для создания перспективных конструкций пьезогенераторов необходимо провести классификацию и выполнить анализ их эффективности. Приведем классификацию существующих пьезоэлектрических генераторов:

– устройство, преобразующее энергию внешнего переменного магнитного (электромагнитного) поля в электрическую энергию, в установках длительного пользования;

– высоковольтный источник напряжения, устанавливается в систему двигателя внутреннего сгорания;

– маломощный источник постоянного тока, работающий во время сжатия пьезокерамических материалов, может быть использован в любой области техники;

– преобразователь механической энергии двигателей и устройств, работающих от различных источников энергии, в электрическую;

– сильноточный импульсный элемент, использующийся в качестве исполнительного механизма в системах однократного действия.

Использование различных конструкций пьезоэлектрических генераторов, приведенных в классификации, позволяет генерировать электроэнергию и использовать ее для нужд потребителей.

УДК 621.316

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ

ЯРУЛЛИН Р.Ф., КГЭУ, г. Казань

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

Сегодня развитие технологий сделало возможным эффективное внедрение систем автоматизированного управления производственными процессами. Комплексная автоматизация производства влечет за собой значительное повышение эффективности управления. Это достигается внедрением высокотехнологичных систем управления на предприятии, начиная с автоматизации управления отдельными процессами, вплоть до создания систем комплексной автоматизации.

Промышленная автоматизация – это комплекс средств, применение которых позволяет контролировать производственный процесс. На современных предприятиях автоматизация производства осуществляется с целью сокращения численности персонала, который занят обслуживанием производственного оборудования, повысить надежность оборудования, улучшить условия труда и сделать производство более безопасным. Благодаря комплексной автоматизации производственных процессов производительность повышается за счет того, что получение и использование данных в целях управления и контроля осуществляется автоматически. Таким образом, автоматизация технологических процессов позволяет добиться существенного увеличения выпуска продукции, снизить ее себестоимость и при этом добиться повышения качества.

Установка IT-систем управления оборудованием, таких как «TAC Vista» компании «Schneider Electric», позволяет управлять контролем доступа, охранной сигнализацией и другими функциями. Построенная на открытом протоколе LonWorks (LonWorks – сетевая платформа для достижения производительности, гибкости, соответствия инсталляционным и эксплуатационным потребностям в задачах активного мониторинга и управления), является одной из самых масштабируемых и дружелюбных IT-систем в отрасли. За счет установки такой системы сокращается численность персонала, существенно сокращается число ошибок в работе, увеличивается эффективность работы, за счет этого происходит экономия электроэнергии.

УДК 621.311

ОЦЕНКА ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ

МИРОНОВА И.С., ГАЗИЗОВ Д.З., МАКСЮТОВ Р.Р., (ф) УГНТУ,
г. Салават

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

Количество аварий на промышленных предприятиях ежегодно растет, только за последние 30 лет число аварий увеличилось в 2,5 раза, при этом количество жертв увеличилось в 6 раз, а экономический ущерб возрос в 11 раз. По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору основную опасность для промышленных предприятий представляют пожары – 58,5 %, загазованность – 17,9 % и взрывы – 15,1 %. Доля ущерба от пожаров по электротехническим причинам выросла с 21,8 % в 2004 г. до 31,5 % в 2006 г., за 2007 г. составила 25 %; за 2008 г. – порядка 33,3 %; за 2009 г. – 21,7 %; за 2010 г. – 23,8 %; а за 2011 г. – около 22,1 %. Анализ, проведенный Ростехнадзором, показывает, что аварии обусловлены нарушением регламентов и инструкций по проведению ремонтных работ, а также морально и физически устаревшим оборудованием. Задача обеспечения экологической и промышленной безопасности в условиях продолжающегося физического и морального износа оборудования на предприятиях нефтегазовой отрасли РФ обуславливает повышение роли методов и средств диагностики. Результаты исследований и моделирования накопления поврежденности в элементах электродвигателей, выполненных на кафедре ЭАПП филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате, позволили выявить наличие закономерностей, связывающих параметры генерируемых двигателем электропривода гармонических составляющих токов и напряжений и технического состояния. Установлена также корреляция между параметрами генерируемых высших гармонических составляющих токов и напряжений, изменением частотных характеристик и техническим состоянием трансформаторов и кабельных линий. Для диагностики электрооборудования по значениям параметров генерируемых гармонических составляющих токов и напряжений разработано программное обеспечение «Оценка

технического состояния электрооборудования на основе интегральных параметров» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012615158, авторы: Баширов М.Г., Миронова И.С., Юмагузин У.Ф., Акчулпанов В.Г.).

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

МИРОНОВА И.С., ЯСЬКО Н.Р., УСТИМОВ А.Е., (ф) УГНТУ, г. Салават
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. БАШИРОВ М.Г.

По данным МЧС России, около 20 % пожаров в стране происходят по электротехническим причинам, включая возникшие при перерывах электроснабжения и аварийных ситуациях на промышленных предприятиях. Анализ статистических данных ВНИИПО показывает, что 50 возгораний на предприятиях нефтегазовой отрасли происходит из-за неисправностей электрооборудования и перерывов электроснабжения.

В настоящее время известно, что дефекты и ненормальные режимы работы двигателей электропривода машинных агрегатов начинают развиваться задолго до возникновения аварийных ситуаций и практически сразу начинают влиять на форму кривых токов и напряжений. Результаты экспериментальных исследований, выполненных на кафедре ЭАП филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате, позволили выявить наличие закономерностей, связывающих параметры генерируемых двигателем электропривода гармонических составляющих токов и напряжений и технического состояния электрооборудования (рис. 1). Предложено в качестве интегрального параметра, отражающего техническое состояние электрооборудования, использовать значения параметров 3, 5, 7 и 9 высших гармонических составляющих токов KI_n и напряжений KU_n .

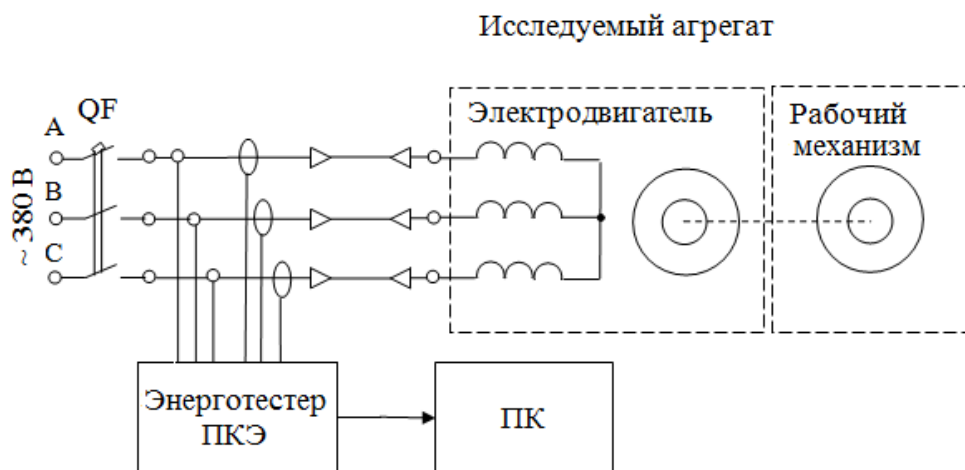


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

СЕКЦИЯ 9. ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

УДК 621.311

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТУПЕНЕЙ ТУРБИНЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ПАКЕТЕ ANSYS

КРЕМЛЕВ А.С., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Принципиально новым подходом при проектировании новых турбин является проектирование на основе численного моделирования. В настоящее время довольно широкое применение на отечественных и зарубежных турбостроительных заводах нашел пакет для инженерных расчетов Ansys. Применение инженерных пакетов позволяет еще на стадии проектирования выявить особенности течения в проточной части турбомшины, провести оптимизацию проточной части, импортировать результаты аэродинамического расчета в другие пакеты Ansys (например, Ansys/Multiphysics для оценки прочностных характеристик).

Задача данной работы – получить опыт в аэродинамическом проектировании ступеней паровых и газовых турбин в расчетном пакете Ansys с последующей интеграцией в учебный процесс и возможности продолжить работу в рамках научно-исследовательских изысканий.

Для проектирования в Ansys была выбрана промежуточная ступень мощной паровой турбины. На предварительном этапе было сделано профилирование лопатки по высоте по основным трем законам, применяемым в практике турбостроения: постоянства угла выхода, циркуляции и удельного расхода, - также были оценены хорды профилей в контрольных сечениях.

Задача по моделированию течения решалась путем создание геометрии сопловой и рабочей решеток в Blade Modeler, генерации расчетной сетки CFX-Mesh, расчета течения Ansys CFX и поспроцессорной обработки результатов в CFD-Post.

В материалах доклада представлены ключевые этапы и результаты создания сопловой и рабочей решеток турбомшины при твердотельном проектировании и аэродинамического расчета ступени турбины.

УДК 621.43

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛОВ СИСТЕМЫ ВПУСКА ДВС И ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ

КОЗИН А.М., САЗОНОВ А.В., ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. РУСАКОВ М.М.

При разработке и усовершенствовании впускных систем двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и при разработке газодинамических клапанов для пульсирующих двигателей встает вопрос о выборе формы и размеров впускных каналов, имеющих максимальную или минимальную пропускную способность в одну или обе стороны течения воздуха или газов.

На малых частотах вращения коленчатого вала поршневого двигателя из-за малой скорости свежего заряда происходит обратный выброс заряда из цилиндра во впускной канал. Это приводит к снижению наполнения цилиндров и крутящего момента двигателя. Масса заряда в цилиндре двигателя определяется массой поступившего заряда и массой обратного выброса заряда из цилиндра.

Для уменьшения обратного выброса из цилиндра ДВС и для пульсирующих двигателей предлагается систему впуска двигателя снабдить газодинамическим клапаном, имеющим максимальную пропускную способность в одном направлении и минимальную пропускную способность в обратном направлении.

В литературе есть данные по коэффициентам сопротивления течения газов по каналам различного профиля, но нет достаточных данных применительно к двигателям. Все параметры потока и канала, недостающие зависимости можно получить экспериментально или рассчитать с помощью современных программных комплексов, учитывающих все необходимые исходные данные.

Различные коэффициенты сопротивления имеют диффузоры круглого сечения с различными углами раствора. Так, при малых углах раствора диффузора потери потока небольшие и увеличиваются с повышением угла раствора диффузора. При этом наибольшие потери имеет диффузор с углом раствора приблизительно 60° .

В результате проведенных экспериментальных исследований на вакуумной установке было установлено, что на пропускную способность каналов в разных направлениях влияют не только форма и размеры канала, но и режим течения. Пропускная способность в разных направлениях течения имеет наибольшую разницу лишь в определенном диапазоне перепадов давления. Это необходимо учитывать при разработке газодинамических клапанов в пульсирующих двигателях, а также для предотвращения обратных течений на впуске поршневого ДВС при низких частотах вращения.

УДК 621.311

О НЕОБХОДИМОСТИ КРИТИЧЕСКОГО ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УПЛОТНЕНИЙ В ПОСЛЕДНЕЙ СТУПЕНИ СТАЦИОНАРНЫХ ГТУ

КОРОВИН М.Ю., ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ЯБЛОКОВ Л.Д.;

ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

В турбостроении для снижения потерь в ступени от периферийных протечек применяют систему уплотнений зазора между рабочими лопатками и статором. Целесообразность их использования в промежуточных ступенях паровых и газовых турбинах неоспорима.

Отсутствие данных уплотнений на последних необандаженных (по условиям прочности) рабочих решетках паровых турбин ведет к периферийным протечкам, имеющим скорость в 1,5–2,5 раза больше

скорости звука, что негативно сказывается на течение в последующем выхлопном отсеке.

В газовых же турбинах температуры рабочего тела, покидающего последнюю ступень, значительно (в 20–30 раз) выше, температуры пара за паровой турбиной и, следовательно, скорость звука оказывается существенно выше. Следовательно, струя, выходящая из периферийного зазора рабочих лопаток последней ступени, не может достигать звуковых скоростей. Соответственно, безразмерные скорости за последней ступенью газовой турбины (включая и скорость в радиальном зазоре) не превышают обычно 40÷60 % от скорости звука ($M_z = 0,4\div 0,6$).

Применительно к последующему широкоугольному кольцевому диффузору с прямолинейными образующими, которые наиболее часто используются в системе отвода газа от последней ступени газовой турбины, благодаря эффекту Коандэ, подобная неравномерность потока ведет к росту диффузорного эффекта, тем самым автоматически к росту используемого теплового перепада всей турбины.

Так, для современных мощных газовых турбин снижение давления за последней ступенью с $p_2 = 1,05$ бар до $p_2 = 0,92\div 0,94$ бар приведет к увеличению мощности турбины на 4÷6 %.

Таким образом, представленные результаты исследований, полученные как экспериментальным, так и расчетным путем, показывают целесообразность проектирования последних ступеней паровых и газовых турбин совместно с их выхлопными патрубками.

УДК 543.423

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕРАБОТОК МАСЛА ДЛЯ ПОВТОРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ВИДЕ ТОПЛИВА

ФИЛИНА О.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ГОРТЫШЕВ Ю.Ф.

Использование нефти в качестве сырья для производства не только топлив, но и других химических продуктов приобретает все большее значение, во-первых, вследствие сокращения сырьевых ресурсов и, во-вторых, в результате роста значения природного газа. Эта ситуация повышает интерес к утилизации отработанных нефтяных масел в качестве низкокачественного котельно-печного топлива. При сжигании отработанных масел или их смесей со свежими возникают, однако,

проблемы охраны окружающей среды. Эти проблемы преодолимы, но стоимость их решения снижает значимость топлив из отработанных масел в сравнении со свежими продуктами.

Таким образом, можно заключить, что физические методы, используемые для предварительной очистки отработанных масел, непригодны для целей получения экологобезопасных топлив, особенно в отношении последующего выброса твердых частиц, галогенов и металлов типа свинца и меди (присутствие твердых частиц в маслах есть следствие износа смазываемого оборудования). Использование более эффективных методов для удаления этих потенциальных загрязнителей окружающей среды имеет следствием и более высокую стоимость подготовки масел, делая такие продукты неконкурентоспособными по сравнению со свежими. Однако проблема утилизации отработанных масел должна решаться, и их использование в качестве источника энергии весьма привлекательно при соблюдении природоохранных законодательств. Необходимо только иметь в виду, что использование такого топлива для отапливания жилых помещений нежелательно; для промышленных целей (например, сжигания в цементных печах) возможно смешение с другими видами топлив. Известны промышленные процессы получения из отработанных масел высококачественных топлив. Нами разрабатывается технология производства котельных топлив, которая заключается в отгоне воды и легких топливных фракций в простых отпарных колоннах. Конечный продукт при невысокой зольности представляет собой высококачественное топливо.

УДК 621.311

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШИРОКОУГОЛЬНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ДИФФУЗОРОВ В ВЫХЛОПНЫХ ПАТРУБКАХ ПАРОВЫХ И ГАЗОВЫХ ТУРБИН

ТРУХИН О.А., ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. ст. преп. ГРИГОРЬЕВ Е.Ю.

Энергия потока, покидающего последние ступени турбин, для мощных энергетических установок достигает очень больших величин. Так, например, для ГТУ фирмы Mitschubisi мощностью $N_9 = 334$ МВт энергия

потока за последней ступенью турбины составляет 17 МВт при скорости газа $c_T = 230$ м/с.

Для паровой турбины К-800-240 ЛМЗ указанная энергия составляет около 28 МВт. Если в выхлопных патрубках в результате изэнтропийного торможения потока снизить его скорость в два раза, то энергия рабочих тел в приведенных примерах в выходном сечении патрубка может быть снижена в 4 раза и составит в первом случае 4,2 МВт, а во втором – 7 МВт и, соответственно, мощность ГТУ возрастет на 13 МВт, а мощность паровой турбины увеличится на 21 МВт.

Приведенные оценки свидетельствуют об исключительно высоких экономических перспективах использования в выхлопных патрубках турбин различного рода диффузорных систем, способных при минимальных потерях энергии преобразовывать кинетическую энергию потока в потенциальную.

Традиционно в практике турбостроения используют диффузорные каналы с умеренными углами $7^\circ \div 10^\circ$, при довольно скромных показателях аэродинамического совершенства, что сдерживает возможности по совершенствованию выхлопных отсеков.

Кардинально изменить сложившуюся ситуацию возможно, перейдя на использование широкоугольных диффузоров (до 15°), однако при течении в данных каналах резко возрастает вероятность отрыва потока с одновременным ухудшением аэродинамических и вибрационных характеристик этих каналов.

Использование известных методов стабилизации потока в отрывных диффузорах, полученных в лабораторных условиях, очень сложно реализовать на практике и по этой причине они практически не применяются.

Данная работа нацелена на поиск простых и эффективных методов геометрического воздействия на течение рабочей среды в широкоугольных диффузорах с последующим их применением в выхлопных патрубках паровых и газовых турбин, а также в стопорных и регулирующих клапанах паровых турбин.

УДК 621.477

ВЛИЯНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГТУ

ЛОТФУЛЛИН Д.Д., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ОСИПОВ Б.М.;
канд. техн. наук, проф. ТИТОВ А.В.

Использование в энергетике парогазовой и газотурбинной техники и технологий является актуальной задачей. Актуальность вызвана многими причинами. Острейшая необходимость обновления морально и материально устаревшей техники, требование снижения материальных затрат на переоснащение, а также необходимость повышения экономичности внедряемой техники приводят к выбору из альтернативных способов преобразования энергий газотурбинного цикла.

Проблеме рационального использования энергии уделяется внимание на государственном уровне. Правительством России утвержден проект энергетической стратегии до 2030 г. В 2009 г. принят федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности».

Наряду со способами повышения экономичности ГТУ, за счёт совершенствования их конструкции и повышения параметров рабочей среды (повышение начальной температуры газа, степени повышения давления в компрессоре и др.), перспективным направлением является повышение точности термодинамических расчётов введением математической модели расчёта термодинамических параметров рабочего тела с учётом термической диссоциации и рекомбинации в гомогенной смеси продуктов сгорания углеводородного топлива.

Математическая модель базового варианта схемы была создана с помощью программного комплекса ГРЭТ (Газодинамические Расчеты Энергетических Турбомашин). С использованием этого программного комплекса было проведено численное исследование при изменяющейся концентрации газообразного топлива разных месторождений и внешней температуре от 0 °С до +50 °С. В процессе расчетов было выявлено, что при таких внешних условиях эффективный КПД установки снижается, что приводит к увеличению удельного расхода топлива. Повышение экономичности в этом случае можно решить путем рационального смешивания газообразного топлива. Используя программный комплекс ГРЭТ, можно подобрать такую смесь, при конкретной температуре и составе газа, при которой получается максимальный эффективный КПД.

УДК 621.438

РЕАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПГУ

КУТЛУБАЕВ И.Т., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. ШИГАПОВ А.Б.

Аналитические выражения для расчета показателей экономичности ПГУ получены при весьма грубых упрощающих предположениях, таких как: равенство термодинамических свойств рабочего тела компрессора и газовой турбины (теплоемкости C , работоспособности R , показателя изэнтропических процессов сжатия и расширения k), равенство расходов компрессора и газовой турбины $G_B = G_T$ и др. Разумеется, эти допущения неадекватно отражают рабочие процессы в ГТУ. Используя методологический подход, предложенный научным руководителем, – введением коэффициентов теплоемкости $k_{ср}$, коэффициента массового расхода k_g , коэффициента гидродинамических потерь k_{σ} , коэффициента реальных процессов сжатия k_{π} , коэффициентов температур k_T и других, получены аналитические формулы для КПД парогазового блока, которые учитывают реальность протекающих процессов.

Однако анализ по полученным формулам представляет также определенные трудности. Ввиду множества коэффициентов и термодинамических величин, входящих в выражения этих коэффициентов, анализ влияния факторов становится затруднительным – единственно возможным способом анализа остается численный эксперимент. Задача анализа может быть выполнена только численными методами – моделированием факторов на КПД ПГУ $\eta_{ПГУ}$. К счастью, появление быстродействующих персональных компьютеров способствует нашим задачам численного моделирования. Для численного анализа была разработана программа расчета реальных показателей ПГУ при широкой вариации параметров процессов, входящих в выражения для коэффициентов в разумных пределах. В данной работе был проведен анализ термодинамических свойств продуктов сгорания, образующихся в процессах горения топливовоздушной смеси в камере сгорания ГТУ. Программа составлена на алгоритмическом языке FORTRAN версии Visual Fortran 6.6.0.

Получен обширный материал, который представить в одном докладе не представляется возможным. Некоторые результаты представлены в докладе в виде обобщенных графиков.

УДК 621.438

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТУРБИНЫ К-200-130 И ЕЁ ТЕПЛОЙ СХЕМЫ НА БАЗЕ ПГУ

СИЗОВ Р.Р., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ТИТОВ А.В.

Энергетике принадлежит ведущая роль в развитии всех отраслей промышленности страны. На современном этапе эта роль существенно возрастает, а производство и потребление электрической энергии постоянно увеличиваются.

Газотурбинные и парогазовые установки играют все возрастающую роль в структуре мировых энергетических мощностей вследствие их высокого КПД, хорошей маневренности и умеренной удельной стоимости при выполнении характерных для стационарной энергетики требований по надежности, готовности и ремонтпригодности и незначительном воздействии на окружающую среду. Успешное решение задачи возможно при проведении ряда эксплуатационных мероприятий по улучшению ресурсных характеристик высокотемпературных элементов турбины К-200-130 усовершенствованием тепловой схемы, удалением поврежденного металла, изменением конструкции в объемах расширенного капитального ремонта оборудования и т.д.

Перевооружение и рациональное развитие теплоэнергетики связано со значительным старением оборудования и выходом его из строя, различной плотностью размещения источников сырья и энергии, установленных мощностей, производительных сил, суточной и сезонной нагрузки силовых установок и необходимостью использования маневренных типов ГТУ и ПГУ. При модернизации тепловой схемы турбины К-200-130 реализуются современные конструкторские и технологические решения, освоенные в производстве, эффективность которых подтверждена опытом эксплуатации турбин на электростанциях.

УДК 621.438

ДИНАМИКА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАЛА С ЭКСЦЕНТРИЧНО НАСАЖЕННЫМ ТУРБИНЫМ ДИСКОМ

ФАЙЗУЛЛИН Р.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. ХАКИМУЛЛИНА Л.Ш.

Расчет критических угловых скоростей вращения ротативных машин и динамических реакций опор при изгибных колебаниях вала, которые могут возникнуть от случайных воздействий, имеет практическое приложение в технике.

В данной работе исследуется движение вертикального упругого вала с эксцентрично насаженным диском, имеющего изгиб в месте крепления диска к валу. Исследуются также возникающие при этом динамические реакции опор.

Для решения поставленной задачи составлена система уравнений, включающая дифференциальные уравнения плоского движения диска (считается, что диск движется в горизонтальной плоскости) и уравнения, определяющие реакции опор.

Проведено численное решение дифференциальных уравнений плоского движения диска и сравнительный анализ результатов с аналитическим решением приближенных дифференциальных уравнений движения диска без учета моментов сил инерции диска при его моделировании точечной массой. Определены условия, при которых главный момент сил инерции может действовать как изгибающий и как восстанавливающий.

Рассматривается также задача динамики вала, вращающегося под действием заданного момента пары сил с учетом сил сопротивления. Получено аналитическое решение задачи в первом приближении. С помощью математической модели изучалось явление «самоцентрирования» вала и влияние сил сопротивления на величины критической угловой скорости и динамических реакций опор. Построены графики сравнения результатов расчетов величин динамических реакций опор при различных значениях вращающего момента.

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИКОВОГО ФОРСИРОВАНИЯ КОНВЕРТИРУЕМЫХ ГТУ ПУТЕМ ПОДВОДА В ПРОТОЧНУЮ ЧАСТЬ ВОДЫ И ПАРА

ШИШИН А.А., КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. ТИТОВ А.В.

Одним из перспективных вариантов технического перевооружения теплоэнергетики является внедрение газотурбинных установок (ГТУ) на базе конверсионных газотурбинных двигателей.

Конверсионные ГТД и ГТУ на их основе отличаются полной заводской готовностью, высокой маневренностью, готовностью к пуску и степенью автоматизации, что позволяет применять их как в базовом режиме, так и в целях резервирования, пиковом и полупиковом режимах, в связи с чем актуальны вопросы повышения их мощности и эффективности.

Одним из способов форсирования ГТД и ГТУ является впрыск воды и подвод пара в проточную часть.

Впрыск воды на входе в компрессор обеспечивает понижение температуры засасываемого воздуха, тем самым уменьшая работу компрессора на сжатие, и позволяет повысить мощность газовой турбины.

Использование водяного пара в качестве охлаждающего агента высокотемпературных элементов проточной части ГТУ (вместо обычно применяемого воздуха), позволяет увеличить эффективность охлаждения и избежать больших затрат мощности на сжатие охлаждающего воздуха, а также увеличить мощность установки вследствие увеличения массового расхода рабочего тела, вводимый в камеру сгорания пар также является средством подавления оксидов азота. Предварительное смешение топлива с паром «улучшает» соотношение объемных расходов газообразного топлива и окислителя, облегчает организацию перемешивания компонентов, что ведет к снижению выбросов NO_x.

Создание ГТУ с вводом воды или пара в тракт позволяет достичь достаточно высоких КПД и значений удельной работы, что в свою очередь благоприятно скажется на снижении удельных капитальных затрат.

Проведены расчетные исследования впрыска воды и подвода пара в проточную часть конверсионного ГТД со свободной силовой турбиной на базе математической модели ГТУ, составленной с учетом всех характеристик узлов, с помощью программного комплекса АС ГРЭТ (Автоматизированная система газодинамического расчета энергетических турбомашин).

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Фахразиев И.З. Современные способы производства электроэнергии на тепловых электростанциях	3
Крупнов Д.Б., Сафин Р.Р. Проблемы параллельной работы объектов малой генерации с энергосистемой	4
Беляев Е.В. Источники искажения качества электроэнергии	5
Абанина Е.И. Использование разрешающего и блокирующего реле направления мощности в шкафах защиты линий ИЦ «Бреслер»	6
Здоренко С.Б. Разработка типового проекта реконструкции подстанции 220 кВ на основе цифровых технологий	7
Чугунова М.С. Использование дополнительных ступеней ДЗ и ТНЗНП в шкафах защиты линий ООО НПП «Экра»	8
Миналиев А.В. Защита от ОЗЗ в сетях с компенсированной нейтралью	9
Миналиев И.В. Nortroll – индикаторы неисправностей для распределительных сетей среднего напряжения	10
Петров Д.С. Защита от однофазных замыканий на землю с резистивным заземлением нейтрали сети	11
Сагиров Л.Р. Разработка пускового органа для защиты от однофазного замыкания на землю	12
Селиванов Р.С. Методы измерения характеристик частичных разрядов в высоковольтных вводах силового трансформатора на основе синхронных многоканальных измерений	12
Столярова Я.С., Щербаков А.Д. Нагрузочная способность силового трансформатора	13
Радионов А.С. Противоаварийная автоматика энергосистем с температурной коррекцией	14
Оконников И.Н. Разработка способа диагностики воздушных линий электропередачи напряжением 110-220 кВ	15
Яруллин М.Р., Касимов В.А. Исследование высокочастотных трактов линий электропередачи перед установкой системы раннего обнаружения гололеда	16

Касимов В.А., Яруллин М.Р. Определение параметров локационных сигналов при наличии гололедных отложений на проводах линий электропередачи	18
Исаев И.А. Цифровая подстанция	19
Шитов Р.В., Исаев И.А. Перспективы развития интеллектуальных сетей: цифровая подстанция	20
Ахмадиев И.Р. Противоаварийная автоматика разгрузки автотрансформатора на подстанции 500/220/110/10	21
Денисенко С.А. Искажение работы дистанционной защиты	22
Сагитов А.А. Реконструкция системы оперативного постоянного тока подстанции 110/10 кВ	23
Лагойкин В.П. Повышение надежности цепей оперативного питания постоянного тока	24
Баженов А.А. Автоматизированная система управления технологическим процессом на подстанции	25
Кропин А.В. Управление потоками реактивной мощности, применение управляемого шунтирующего реактора	26

СЕКЦИЯ 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Галяув И.Р., Тюменева О.И. Технические требования к подвижному составу	27
Давлетшин А.А. Влияние электрической прочности изоляторов на надежность контактной сети	28
Зинина Е.В., Чекаева М.А. Исследование специфики пригородного движения	29
Рамазанов Р.Р., Самигуллин Р.Р. Повышение эффективности тормозных средств грузовых поездов	30
Хаертдинова А.Р., Матвеев А.С. Применение системы автоматического управления и контроля при техническом обслуживании	31
Казакова Р.В. Перспективные схемы силового электрического привода для городского нерельсового транспорта	32
Файзрахманова Э.З. Математическое моделирование преобразователя частоты с цифровой системой управления	33
Мухамеджанова Г.Р. Разработка троллейбуса с достаточным автономным ходом	34

Хуснутдинов А.Н. Влияние повышения температурных показателей на работу генераторов тепловозов	35
Савельев А.А., Киселев А.А. Модернизация системы электроснабжения переменного тока	36
Савельев А.А. Электрический износ в системе контактный провод – токоприемник	37
Чильдинов П.А. Магнитоэлектрический двигатель с кольцевой обмоткой для электротранспорта	38
Рамазанов Р.Р., Мухамутьянов М.Р. Повышение эффективности тормозных средств грузовых поездов	39
Асадуллин М.Д. Современные методы диагностики электрических цепей автомобильной техники	40

СЕКЦИЯ 3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ХИМИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, НАНОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аминов Б.А. Перспективы применения биметалльных гексацианоферратов	41
Бунтин А.Е. Особенности структуры и свойств неорганических веществ со связями элемент-углерод и элемент-кислород	42
Гариханова Д.Д., Давлетгареева Г.Р. Перспективные технологии получения материалов из наномодифицированных порошков	43
Емельянов Р.Н. Электрическая дуга и её применение	44
Иовлева Е.Л. Определение основных физико-химических свойств товарного дизельного топлива марки А-0,2 в Республике Саха (Якутия)	45
Лунегова П.А., Мокейкин В.А. Создание композиционных материалов на основе вторичного полиэтилена с микросферами	46
Павлов Д.Ю., Трубачева А.М. О возможности оценки влияния химической природы неорганических веществ на их энергетические характеристики	47
Shibaev P.B. On chemical basis for nanoparticles' unique properties illustrated with a number of organic low-molecular liquids and polymers	48
Ганин П.В., Сираев Л.И. Свойства полупроводников на основе оксидов свинца и висмута	49

Шайхутдинов А.А. Анализ физико-химических свойств оксидных катализаторов окисления аммиака	50
Гуняков В.Р. Улучшение параметров деталей с отверстием модифицированием поверхностного слоя	50

СЕКЦИЯ 4. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Аркеева А.Р. Усовершенствование технологии водоподготовки на водоканале путем внедрения флотатора	52
Бухонов В.О., Васильев В.А. Система мониторинга физических загрязнений урбанизированных территорий	53
Дунаева К.И. Механический метод очистки сточных вод от взвешенных веществ, сравнительный анализ оборудования	54
Заретдинова Л.М. Усовершенствование системы хранения отходов	55
Камалиева А.Ф. Использование отходов переработки алюминиевых сплавов в производстве	56
Кривоножкин А.В. Обезвоживание шламовых вод гальванического производства	57
Курмашева Э.И. Экономическая оценка рентабельности завода по переработке ТБО методом термоудара в городе Бугульма	58
Кутырёв П.В., Сёмушкин А.А. Утилизация сбросных газов нефтеперерабатывающих производств с использованием газотурбинной установки	59
Лукьянова К.С., Фазлиахметова М.Ф. Оценка потенциала нетрадиционных возобновляемых источников энергии для г. Орска	60
Мингазов Р.И. Анализ характеристик отходов производства и потребления на полигоне твердых бытовых отходов г. Бугульма	61
Минеева И.И. Исследование биотоплива, в качестве нетрадиционного источника энергии, как необходимость успешного будущего российской энергетики	62
Мифтахова Л.Х. Математическое моделирование процесса получения биодизельного топлива методом трансэтерификации жирных кислот в среде сверхкритических спиртов	63
Осташенков А.П. Повышение эффективности энергоснабжения потребителей агропромышленного комплекса	64

Рахматуллин Р.Р. Ветроэлектроустановка	65
Семенова Ж.В. Использование демеркуризованного стеклобоя	66
Терещенко Ю.П. Использование новых видов смазочно- охлаждающих жидкостей с улучшенными экологическими характеристиками	67
Турецких С.О. Обоснование использования транспортных наклонных судоподъемников на гидроузлах	68
Ушаков А.Г., Брюханова Е.С. Состояние и использование нетрадиционных источников энергии в Кемеровской области	69
Хайбуллина А.А. Совершенствование системы очистки сточных вод от фосфатов	70
Хайруллина Г.Н. Использование мембранных фильтров на стадии водоподготовки на предприятиях теплоэнергетики	71
Хайруллина Г.Ш. Совершенствование системы очистки сточных вод маслодельно-молочного комбината	72
Хамидуллин Р.Х. Переработка полимерных отходов	73
Хусаенов И.А. Внедрение на промышленном предприятии альтернативных источников энергии	74
Чикинова Л.Г. Повышение безопасности процесса очистки сточных вод	75
Шайхулисламова Г.Г. Модернизация системы очистки сточных вод на ТЭЦ	76
Шамсутдинов А.А. Перспективные направления использования резиновой крошки	77
Шигапова Ф.А. Синтетическое топливо	78
Ягафарова Э.А. Защита от производственной пыли на предприятиях шинной промышленности	79
Хакимова Л.И. Совершенствование системы снижения загрязняющих веществ на предприятиях общественного питания	80
Загидуллин Г.Г., Ахметгареев Ф.М. Использование ветронасоса в водоснабжении водополивочных организаций	81

СЕКЦИЯ 5. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

Ананьев А.С. Исследование адаптивного электропривода с двухфазным асинхронным микродвигателем	82
---	----

Афлятунов И.Ф. Анализ пусковых характеристик асинхронного двигателя при пуске с помощью конденсаторного пуско-компенсирующего устройства	83
Батыршин Р.Р. Система точного позиционирования с использованием контроллера фирмы Toshiba	84
Бисвас К. Определение экономически целесообразной доли автоматизации технологического процесса в производстве	85
Вагурова Ю.А. Преимущества и недостатки возбуждающих устройств синхронных двигателей, работающих в нефтехимических производствах	86
Вазюков Д.Е. Исследование структур электроприводов в системах вентиляции и кондиционирования	87
Валиахметов Р.Р. Математическая модель электропривода дутьевого вентилятора с векторным управлением	88
Галиева А.Р., Малёв Н.А. Сигнальная адаптация в контуре автоматического управления беспилотным летательным аппаратом	89
Гильманов Л.Д. Измерение механического момента на валу электрической машины	90
Гумеров Р.З. Прецизионная система стабилизации угловой скорости синхронного микродвигателя с импульсным датчиком частоты вращения	90
Зиатдинов А.М. Разработка математической модели электропривода дожимной насосной станции	91
Иванов А.С. Управление током широтно-импульсным преобразователем	92
Идиятуллин Т.Р. Arduino uno как контроллер для электровелосипеда	93
Камалов Л.И. Пьезоэлектрический микропривод для позиционирования головок жесткого диска	94
Карачев В.Д. Улучшение виброшумовых характеристик синхронного электропривода	95
Магсумов Д.Д. Программное управление режимами работы шагового двигателя	96
Малацион А.С. Кольцевой датчик для цементометрии скважин	97
Маргацкая Е.А. Электропривод клапана выдоха аппарата искусственной вентиляции легких	98
Масиаб А.Г.Н. Использование теплоты фазового перехода в $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ для производства электроэнергии	99

Маямсина Д.Г., Малёв Н.А. Анализ влияния параметров на динамические свойства следящего электропривода	100
Миннахметов А.М. Бестрансформаторные преобразователи частоты с регулируемой частотой и их электромагнитная совместимость	101
Миннахметов А.М. Интеллектуальный электропривод для регулирования запорной арматуры	102
Мухаметшин Ш.Р. Система управления шаговым электроприводом на базе аппаратуры фирмы Toshiba и программы МАСНЗ	103
Носиков Р.С., Махмутова Л.Р. Создание лабораторного стенда частотно-регулируемого электропривода фирмы АВВ и разработка методики проведения исследования электропривода	104
Пономаренко А.В. Моделирование процесса работы вентильного реактивного двигателя в сети переменного тока	105
Рыжова В.В. Автоматизированное управление процессом компаундирования бензинов	106
Сергеев А.А. Приемное устройство виброакустического цементометра	107
Сокол Л.Р. Применение контроллеров-ПЛК фирмы Mitsubishi Electric	108
Туманова Д.А. Многоэлементные электроемкостные преобразователи для диагностики многофазных потоков	109
Хафизов Г.Т. Стабилизация скорости вращения коллекторного двигателя переменного тока в условиях девиации напряжения сети электропитания	110
Хисамутдинов Р.Р. Умный дом. Системы информационного обмена	111
Чан К.Х. Управление асинхронным электроприводом с помощью персонального компьютера	112
Шигапов А.А. Использование широтно-импульсной модуляции в структуре прямого управления моментом асинхронного двигателя с применением искусственных нейронных сетей	113
Цветкова О.В. Автоматизация бассейна и объединение подсистем в единую систему контроля водоподготовки	114
Никушкин Д.Ю. Технические характеристики шаговых двигателей современных электроприводов	115

Сираев М.Ф. Влияние частотных преобразователей на электрическую сеть	116
Михайлов А.М. Исследование области применения шаговых двигателей в электроприводах промышленных предприятий	117
Аипов Р.Р. Влияние показателей электроэнергии на работу шаговых двигателей (ШД)	118

СЕКЦИЯ 6. ТЕПЛОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Хафизов А.Д. Эффективность работы топки котла ТГМ-84Б при сжигании газа и мазута	119
Фадькин А.А. Двухступенчатое сжигание в модернизированных конструкциях газомазутных горелок	120
Кузин В.А. Применение ANSYS FLUENT 12.0 для моделирования процесса плазменного напыления	120
Исаев А.А. Насадка с геликоидом для тепломассообменных аппаратов	122
Евлоев Г.Д. Радиационный теплообмен в высокотемпературных продуктах сгорания с учетом острой селекции	123
Ефремов Д.А. Радиационный теплообмен в высокотемпературных средах с учетом неравновесности и острой селекции спектров излучения	124

СЕКЦИЯ 7. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

Гордеева М.Э. Особенности температурного режима мезотрофных озер умеренной зоны	125
Хамитова М.Ф. Особенности гидробиоциноза на участке Куйбышевского водохранилища в районе сброса сточных вод МЦБК	126
Удачина М.А. Исследование жизненного цикла <i>Artemia Salina L.</i> в условиях лаборатории	127
Галимова Р.Ш. Оценка качества воды озера Средний Кабан санитарно-бактериологическим методом	128
Гречухина Л.Г. Добавки к кормам из амаранта для выращивания рыбы	129

Царева А.А. Ихтиофауна болгарского участка Куйбышевского водохранилища	130
Ганеев А.Г. Установки для очистки воды морских рифовых аквариумов	131
Гарипова И.Н. Биотестирование как метод оценки качества воды водоема городского типа	132
Анашкин Н.А. Экологическая оценка состояния донных отложений и прибрежных почв водосброса филиала ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1	133
Ахметзянов Д.Р. Суммарное содержание антиоксидантов как показатель адаптационных возможностей водных и прибрежных растений	134

СЕКЦИЯ 8. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Егоров М.С. Перспективность развития Smart Grid в области энергосбережения	136
Казанов М.С. Развитие и совершенствование электрохозяйства предприятия путем внедрения дополнительных источников питания	137
Логинова С.В. Перспективы использования накопителей энергии для выравнивания графиков электрических нагрузок	138
Муравьев С.Б. Анализ применения электрохимических накопителей энергии для использования на промышленных предприятиях с целью выравнивания графика нагрузки	139
Вавилов В.Е., Зюков М.М., Дуракова В.С. К вопросу применения гибридных магнитных подшипников	140
Минигулова Э.Р. Оценка и анализ негативных факторов, влияющих на рабочий ресурс дымовой трубы электростанции	141
Чиканова М.М. Расчет и анализ экономической эффективности использования теплоутилизаторов контактного типа	142
Юлаев М.С., Зайнутдинов Р.Р., Бойков В.А. Преимущества и недостатки энергосберегающих асинхронных двигателей	143
Акимов А.Г. Исследование перенапряжений в сети генераторного напряжения Жигулевской ГЭС и разработка мероприятий по их ограничению	144
Балабанчик С.В., Вагайский П.В. Системы автоматического управления уличным освещением	144

Вагайский П.В., Балабанчик С.В. Двухуровневая модель релейной защиты электроэнергетических систем	145
Чаплина Т.А. Компьютерное моделирование и анализ системных аварий в Тольяттинском энергоузле	146
Челякова Н.В. Применение устройства непрерывного контроля и защиты высоковольтных вводов под рабочим напряжением типа НКВВ силовых трансформаторов	147
Гольшев В.А., Исмаев М.А. Проектирование энергоэффективной индукционной системы для закалки зубцов крупногабаритных зубчатых колес	148
Егеазарян А.С. Оптимизация процесса индукционного нагрева	149
Пыхтеев В.В. Надежность и энергоэффективность транспорта нефти	150
Праслова Е.А. Исследование проблемы энергоэффективности производства, имеющего нелинейные нагрузки	151
Шна Ф.Ф. Определение концентрации ионов в растворе	152
Давлетов Д.Р. Исследование высоковольтного электрического разряда в жидкости	153
Мухаммадиева Л.Р. Анализ возможностей внедрения частотно-регулируемого асинхронного электропривода в сферу производства силикатных строительных материалов	154
Насыбуллин А.А. Снижение потерь в трансформаторах путем увеличения их загрузки	155
Хайрутдинова Р.Н. Анализ эффективности автоматического регулирования температуры в электрических печах	156
Юсупова Д.И. Анализ эффективности преобразователей солнечного излучения	157
Грузков Д.Н. Этапы диагностирования состояния линий электропередач с помощью беспилотного летательного аппарата	158
Игнатьев А.Г. Перспективы использования децентрализованного теплоснабжения	159
Копылов А.М., Долманюк Л.В. Формирование модели управления освещением с использованием цифрового интерфейса	160
Корнилов М.Б. Технико-экономическое сравнение применения альтернативных источников электроснабжения для потребителей «Газпром Трансгаз Казань»	161
Лаптев И.К. Снижение потребления энергоресурсов в гостиничном комплексе «Сулейман»	162

Низамеев А.А. Перспективы применения однопроводных систем передачи электрической энергии	163
Сабирзянов А.Н. Опора воздушной линии электропередачи с повышенной несущей способностью	164
Саляхов Р.Р. Компенсации реактивной мощности в трехфазных цепях при неравномерной нагрузке на фазах	165
Хасанов И.В. Классификация пьезоэлектрических генераторов	166
Яруллин Р.Ф. Автоматизированное управление электрооборудованием	167
Миронова И.С., Газизов Д.З., Максютлов Р.Р. Оценка энергобезопасности и эффективности электроустановок с использованием интегральных критериев	168
Миронова И.С., Ясько Н.Р., Устимов А.Е. Разработка интегральных критериев оценки технического состояния электрооборудования промышленных предприятий	169

СЕКЦИЯ 9. ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

Кремлев А.С. Аэродинамический расчет ступеней турбины в инженерном пакете Ansys	170
Козин А.М., Сазонов А.В. Пропускная способность каналов системы впуска ДВС и газодинамических клапанов	171
Коровин М.Ю. О необходимости критического переосмысления применения периферийных уплотнений в последней ступени стационарных ГТУ	172
Филина О.А. Применение переработок масла для повторного применения в виде топлива	173
Трухин О.А. Экспериментальное исследование возможности использования широкоугольных кольцевых диффузоров в выхлопных патрубках паровых и газовых турбин	174
Лотфуллин Д.Д. Влияние газообразных топлив на характеристики ГТУ	176
Кутлубаев И.Т. Реальные процессы в ПГУ	177
Сизов Р.Р. Модернизация турбины К-200-130 и ее тепловой схемы на базе ПГУ	178

Файзуллин Р.А. Динамика вертикального вала с эксцентрично насаженным турбинным диском	179
Шишин А.А. Исследование пикового форсирования конвертируемых ГТУ путем подвода в проточную часть воды и пара	180

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

27–29 марта 2013 г.

Казань

В четырех томах

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

Том 3

Корректор *Н.А. Артамонова*
Компьютерная верстка *Н.А. Артамонова*
Дизайн обложки *Ю.Ф. Мухаметшина*

Подписано в печать 06.03.13.

Формат 60×84/16. Бумага «Business». Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 11,28. Уч.-изд. л. 12,52. Тираж 500 экз. Заказ № .

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51