

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

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

25–27 апреля 2012 г.

Казань

В четырех томах

*Под общей редакцией
кандидата технических наук
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 3

Казань 2012

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
М34

Рецензенты:

зам. директора КФТИ Казанского НЦ РАН по научной работе,
доктор физико-математических наук, профессор *В.Ф. Тарасов*;
доктор физико-математических наук, профессор Казанского
государственного энергетического университета
А.В. Голенищев-Кутузов

М34 **Материалы докладов VII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения»** / Под общ. ред. канд. техн. наук Э.Ю. Абдуллазянова. В 4 т.; Т. 3. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2012. – 243 с.

ISBN 978-5-89873-361-2

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 физ.-мат. наук, проф. А.В. ГОЛЕНИЩЕВ-КУТУЗОВ (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; д-р полит. наук, проф. Н.М. МУХАРЯМОВ; канд. техн. наук, проф. С.Р. СИДОРЕНКО; канд. техн. наук, доц. Е.Е. КОСТЫЛЕВА

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

ISBN 978-5-89873-361-2

© Казанский государственный
энергетический ун-т, 2012

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ»

СЕКЦИЯ 1. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 621.316.925

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, СЕЛЕКТИВНОСТИ И БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110-220 кВ

И.Ю. ИВАНОВ, филиал ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань

В настоящее время для реализации быстродействующей защиты линий электропередачи (ЛЭП) 110-220 кВ с абсолютной селективностью всё чаще находит применение дифференциальная защита линии (ДЗЛ) [1].

Современные устройства ДЗЛ имеют ряд преимуществ по сравнению с другими устройствами защит ЛЭП с абсолютной селективностью – дифференциально-фазной защитой и направленной защитой с высокочастотной блокировкой:

1) пофазное сравнение токов в ДЗЛ позволяет выполнить естественный и надёжный выбор повреждённых фаз.

2) ДЗЛ может применяться в сетях со слабым источником питания, а также для защиты тупиковых ЛЭП 110-220 кВ.

3) ДЗЛ может применяться для защиты кабельных и кабельно-воздушных ЛЭП 110-220 кВ.

Однако, наряду с очевидными преимуществами, ДЗЛ имеет определённые недостатки, присущие всем дифференциальным защитам:

1) заниженная чувствительность защиты при коротком замыкании (КЗ) через большое переходное сопротивление;

2) возможность неселективного срабатывания ДЗЛ при КЗ вне зоны действия, сопровождающимся насыщением электромагнитного трансформатора тока (ТТ) на одном из концов ЛЭП.

Для того чтобы обеспечить селективность действия ДЗЛ в режиме насыщения ТТ, современные производители микропроцессорных устройств РЗА предлагают следующее [2]:

1) применение повышенных коэффициентов торможения или различных видов торможения;

2) увеличение выдержки времени ДЗЛ.

Однако при использовании данных мер теряются чувствительность и быстродействие данной защиты.

Таким образом, основная трудность в решении проблемы повышения технического совершенства устройств ДЗЛ заключается в противоречивости требований, предъявляемым к этим защитам. В настоящее время эти противоречия обусловлены недостаточным уровнем отстроенности от внешних КЗ в переходных процессах. Зачастую их отстроенность достигается за счёт уменьшения быстродействия и чувствительности.

Для устранения рассмотренных недостатков в данной работе в алгоритме функционирования ДЗЛ предлагается использовать вспомогательные признаки переходных процессов, свойственные режимам внутреннего или внешнего КЗ.

Это позволяет повысить селективность работы ДЗЛ во время насыщения ТТ, так как традиционные признаки КЗ (дифференциальный, тормозной токи) недостаточно устойчивы именно в переходном режиме КЗ.

Кроме того, в работе предлагается более совершенный подход обработки сигналов, учитывающий особенности работы ТТ и защищаемой ЛЭП. Благодаря этому исключается зависимость чувствительности и быстродействия ДЗЛ от уровня отстроенности при внешних КЗ.

Литература

1. Циглер Г. Цифровая дифференциальная защита. Принципы и область применения. М., Знак. 2008. – 273 с.

2. Рекомендации по выбору уставок продольной дифференциальной защиты линии электропередачи типа ШЭ2607 091- 93. 2008. НПП «ЭКРА». – 16 с.

УДК 621.316.925

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАБОТУ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

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

Во многих случаях замыкания фаз между собой или на землю происходит через переходное сопротивление $R_{п}$, которое при междуфазном КЗ вызывается электрической дугой. При КЗ на землю кроме электрической дуги существенное значение может иметь сопротивление, обусловленное проводимостью земли, и сопротивление элементов, через которые произошло замыкание на землю.

В общем случае двухстороннего питания амплитуда и фаза токов на входах дистанционной защиты (ДЗ) и протекающих через R_{Π} не равны, то есть коэффициент токораспределения $k_p \neq 1$. В зависимости от значения результаты измерения Z_{AB} различны и в общем случае могут располагаться в разных квадрантах плоскости Z . Таким образом, вектор входного сопротивления может располагаться вне характеристики срабатывания защиты, что приведет к отказу действия защиты или её неправильной работе при КЗ на защищаемом участке и неселективной работе ДЗ совместно с недостаточной чувствительностью защиты к КЗ.

Существующие методы контроля R_{Π} , заключающиеся в использовании многоугольных характеристик срабатывания и учёте активной составляющей переходного сопротивления при расчете уставок, требуют совершенствования и рассмотрения ряда конкретных случаев (учёт реактивной составляющей переходного сопротивления, избирательное действие первой ступени защиты при КЗ за спиной и разных углах между системами, вопросы дальнего резервирования и селективности защиты при близких симметричных КЗ сопровождающихся снижением напряжения на выводе ТН ниже порога измерения).

В работе предусмотрено моделирование участка энергетической системы в программе Matlab Simulink для мониторинга работы дистанционной защиты при различных видах КЗ (междуфазные, однофазные), режимах работы (нагрузочный, аварийный, послеаварийный), топологии сети (линии с односторонним и двухсторонним питанием, наличием ответвлений) и совершенствование методов учета Z_{Π} для различных ступеней защиты.

УДК 621.316.1

АНАЛИЗ РАБОТЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ С ЗАВИСИМОЙ ВРЕМЯТОКОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ СРАБАТЫВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Р.Г. ИСАКОВ, КНИТУ им. А.Н. Туполева, г. Казань

Науч. рук. к.т.н., проф. В.Г. ГАРКЕ

Токовые защиты являются наиболее простыми и надежными защитами и поэтому широко применяются для защиты объектов электроснабжения. Токовые защиты могут быть двух видов: максимальная токовая защита (МТЗ) и токовая отсечка.

Данные защиты имеют следующие недостатки:

- МТЗ – большие выдержки времени срабатывания (несколько секунд);
- Токовая отсечка – невозможность обеспечить защиту всего объекта (в худшем случае защищается 20 % объекта).

Данные недостатки можно значительно уменьшить, используя двухступенчатую токовую защиту, где:

I степень – токовая отсечка без выдержки времени;

II степень – токовая защита, времятоковая характеристика которой имеет вид, в частном случае, монотонно растущей кривой, или серии кривых.

Первая степень защиты представляет собою традиционную токовую отсечку без выдержки времени. Все преимущества и недостатки токовой отсечки остаются прежними.

Вторая степень защиты выполняется с зависимой времятоковой характеристикой срабатывания, где время срабатывания защиты имеет линейную зависимость от места короткого замыкания (сопротивления короткого замыкания).

Предлагаемая зависимая времятоковая характеристика МТЗ зависит от тока КЗ и имеет вполне определенное время срабатывания в начале и конце защищаемого и резервируемого объекта.

Применение такой токовой защиты даёт несколько преимуществ:

1. Последовательно установленные комплекты согласуются с меньшим накоплением выдержек времени.

2. Максимальное время срабатывания защиты своего объекта равно Δt , а последующего объекта равно $2ч4\Delta t$.

3. Данная двухступенчатая защита обеспечивает, как ближнее резервирование (первая часть характеристики МТЗ), так и дальнее резервирование (вторая часть характеристики МТЗ).

УДК 621.311

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКЕ ДЛЯ ВЛ 330-750кВ

Р.В. РАЗУМОВ, ООО НПП ЭКРА, г. Чебоксары

А.А. ПЕТРОВ, ООО НПП ЭКРА, г. Чебоксары

В.А. НАУМОВ, канд. техн. наук, ООО НПП ЭКРА, г. Чебоксары

Системообразующие связи напряжением 330–750кВ характеризуются первичными схемами с двумя выключателями на ВЛ, а также наличием (либо отсутствием) шунтирующих реакторов. В зависимости от того являются реакторы линейным или шинным применяются различные схемы

подключения к устройствам противоаварийного управления. Исходя из этих критериев при типизации шкафов ПА имеются два решения:

1) ШЭЭ223-0301 – шкаф линейной ПА с линейным шунтирующим реактором либо без него с функциями основного и резервного АЛАР, АОПН, УРОВ АОПН, АРПМ и АРПТ, АУЛР (рис.1.1, рис.1.2). Исполнение ШЭЭ223-0302 с фиксацией команд с параллельной ВЛ.

2) ШЭЭ223-0401 – шкаф линейной ПА с шинными шунтирующими реакторами с функциями основного и резервного АЛАР, АОПН, УРОВ АОПН, АРПМ и АРПТ, АУШР (рис.2). Исполнение ШЭЭ223-0402 с фиксацией команд с параллельной ВЛ.

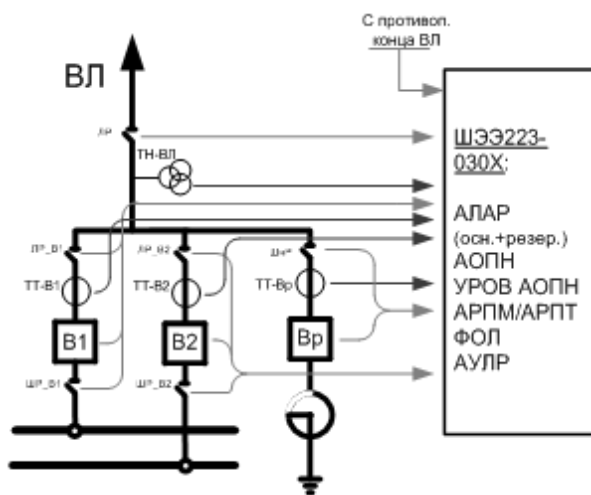


Рис. 1.1 – Структурная схема подключения ШЭЭ223-0301 с линейным шунтирующим реактором

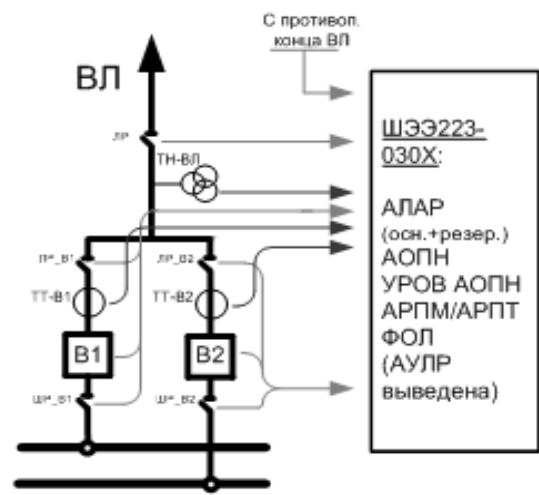


Рис. 1.2 – Структурная схема подключения ШЭЭ223-0301 для линии без реакторов

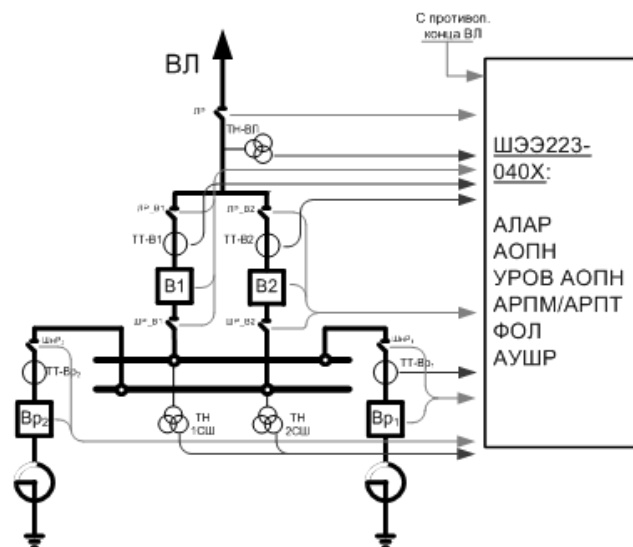


Рис. 2 - Структурная схема подключения ШЭЭ223-0401 с шинными шунтирующим реактором

Подобные решения являются типизированными и могут быть применены для решения вопросов противоаварийного управления ВЛ 330-750кВ. В качестве примера применения можно привести реконструкцию устройств ПА для четырех ВЛ 500кВ на Красноярской ГЭС (рис.3).



Рис. 3 – Красноярская ГЭС

УДК 621.311

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

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

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.

Примером не эффективной работы ПА может служить авария на подстанции Киндери, произошедшая 07.07.2011, в результате чего вследствие действия автоматики разгрузки были отключены потребители Казанского энергорайона. Этот случай продемонстрировал актуальность данной проблемы.

Для определения уставок срабатывания ПА автотрансформатора разработана модель развития процессов происходящих при систематических и аварийных перегрузках автотрансформатора для различных температурных режимов.

В работе затронута проблема внедрения микропроцессорной аппаратуры ПА, которая могла бы повысить глубину тестирования и диагностики неисправности, широко отображать текущие процессы.

УДК 621.316.761.2

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ, ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА

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

Современные электроэнергетические системы, имеющие в своем составе линии электропередачи сверхвысокого напряжения 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:

недостаточная пропускная способность линий электропередачи; недостаточный объем устройств регулирования напряжения и реактивной мощности, как следствие этого, повышение до опасных значений уровней напряжения в сетях в периоды сезонного и суточного снижения нагрузки.

Для решения этой проблемы предлагается использовать управляемый шунтирующий реактор (УШР) - 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 определения оптимальных режимов работы УШР и вариантов управления реактивной мощностью в работе предполагается использование объектно-ориентированных программ моделирования типа «MatCAD» и «Matlab», а также смоделировать линию электропередачи с подключенным к ней реактором используя метод пошаговой отладки в среде программирования «Lab VIEW».

УДК 621.311

КОНТРОЛЬ ТОКА ВВОДОВ ПРИ БЛОКИРОВКЕ АЧР

Ю. В. ВАСИЛЬЕВА, ООО НПП «ЭКРА», ЧГУ, г. Чебоксары

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

Р.В. РАЗУМОВ, ООО НПП «ЭКРА»

Частота является одним из важнейших показателей качества электрической энергии, от которого зависит надежность работы всей энергосистемы. При опасном снижении частоты возможным способом ее восстановления в сети является отключение части наименее ответственных потребителей, осуществляемое АЧР. Действие устройств АЧР должно сочетаться с другими видами автоматики. Так, например, для того, чтобы действие АЧР было эффективным, нагрузка потребителей, отключенных при аварийном снижении частоты, не должна подхватываться устройствами АПВ и АВР.

При неустойчивом коротком замыкании (КЗ) на линии срабатывает релейная защита и электроснабжение узла прекращается. Далее линия вновь включается от АПВ, но к этому времени часть потребителей может оказаться уже отключенной устройствами АЧР, и поэтому АПВ может быть

неэффективным. При отделении узла нагрузки от системы, напряжение затухает в соответствии с динамическими свойствами нагрузки, в то же время частота поддерживаемого напряжения быстро уменьшается после отключения. При этом создаются условия для неправильной работы АЧР.

Для защиты от нежелательного отключения фидеров при потере питания на подстанции с мощной двигательной нагрузкой необходимо применять различные способы блокировок АЧР.

Значения скоростей снижения частоты (ССЧ) существенно отличаются друг от друга в случаях общесистемного снижения частоты, вызванного отключением крупного генерирующего источника, и в режимах потери питания и выбега синхронных двигателей на отдельной подстанции или в небольшом районе.

ССЧ на подстанции, питающей синхронные двигатели, при ее отделении от энергосистемы определяется главным образом инерционными постоянными самих двигателей, степенью их загрузки и соотношением суммарных мощностей синхронных двигателей и безынерционной нагрузки отделившейся подстанции.

При малых значениях скоростей понижения частоты целесообразно применять блокировку действия устройства АЧР по направлению тока, реализованную, к примеру, в микропроцессорных терминалах ООО НПП «ЭКРА» типа ЭКРА 221 0201.

Для реализации данной блокировки необходимо осуществлять контроль направления тока вводов (рисунок 1). Так как направление тока определяет направление активной мощности, возможна установка на каждый ввод токового направленного органа, который при направлении мощности от шин в систему блокирует работу АЧР.

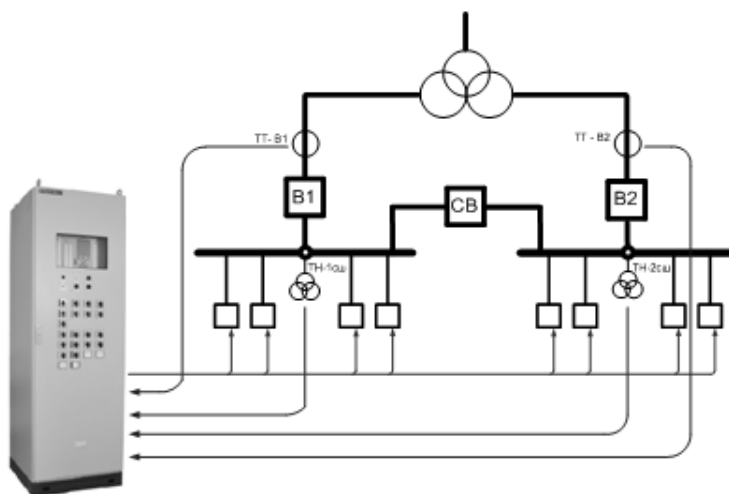


Рис.1. Условная схема подключения цепей шкафа к двум секциям с контролем тока вводов

Итак, контроль тока вводов необходим при блокировке АЧР для определения направления протекания мощности. Предлагается выполнять устройства АЧР по комбинированному принципу, так как выполнение комбинаций срабатывания ступеней АЧР с блокировкой по току позволяет использовать более эффективные алгоритмы разгрузки, тем самым предотвращая неселективные нежелательные срабатывания ступеней разгрузки АЧР.

УДК 621.316.925

ФАЗОПОВОРОТНЫЕ УСТРОЙСТВА И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ

И.М. АХМЕТОВ, ОАО «ЭНИН», г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, с.н.с. В.Ф. ЛАЧУГИН

Вопросы практической реализации управляемых линий переменного тока в последние 15 лет находят все большее распространение во всём мире. Одним из устройств позволяющих регулировать перетоки мощности являются фазоповоротные устройства (ФПУ).

Функционально, ФПУ можно разделить на два типа.

ФПУ первого типа состоят из соединённых между собой автотрансформатор (АТ) и вольтодобавочный трансформатор (ВДТ). Управление таким ФПУ и регулировка угла фазового сдвига осуществляется за счёт управления АТ. Такой тип ФПУ наиболее прост. По существу его релейная защита состоит из защиты отдельно АТ и отдельно ВДТ. Такие ФПУ нашли свое применение, например, в Казахстане и Хорватии.

ФПУ второго типа несколько сложнее. Оно состоит из серийного трансформатора, вторичной обмоткой включающегося в рассечку ЛЭП, шунтового трансформатора, первичной обмоткой соединенного с той же ЛЭП (напрямую или к среднему выводу вторичной обмотки серийного трансформатора) и коммутационного устройства, осуществляющего, по существу, изменение индуктивности вторичной обмотки шунтового трансформатора, которая подключается к первичной обмотке серийного трансформатора. Такие устройства нашли своё применение, например, в США и странах Европы. В данный момент ведутся работы по созданию ФПУ в России.

Релейная защита такого устройства должна использовать следующие виды защит:

- дифференциальная защита серийного трансформатора ФПУ от повреждений его обмоток и выводов;
- газовая защита серийного трансформатора ФПУ от внутренних повреждений и от понижения уровня масла;
- максимальная токовая защита серийного трансформатора ФПУ;
- токовая защита от перегрузки серийного трансформатора;
- дифференциальная защита шунтового трансформатора ФПУ от повреждений его обмоток и выводов;
- газовая защита шунтового трансформатора ФПУ от внутренних повреждений и от понижения уровня масла;
- максимальная токовая защита шунтового трансформатора ФПУ;
- дистанционная защита ФПУ от междуфазных КЗ, реализующая резервирование основных защит серийного и шунтового трансформаторов;
- токовая защита от перегрузки шунтового трансформатора.

УДК 621.316.925

ЦИФРОВАЯ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ

А.Г. ШЛЁНСКИЙ, ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары
Науч. рук. канд. техн. наук В.А. НАУМОВ

Чрезмерное повышение температуры электрической машины, вызванное перегрузкой, может вызвать снижение электрической и механической прочности изоляции и, следовательно, снижение срока службы или выход из строя. Для защиты электрических машин от перегрева НПП «ЭКРА» разработало цифровую тепловую защиту на основе тепловой модели (ЗТМ). Принцип действия ЗТМ основан на определении теплового состояния защищаемого объекта с помощью тепловой модели. Тепловая модель оценивает температуру электрической машины косвенно по току статора и температуре окружающей среды. Достоинством такой защиты является повышенная точность, достигаемая благодаря учету температуры окружающей среды, предыдущего теплового состояния, нагрева токами обратной последовательности, а также благодаря отслеживанию изменения теплового состояния в темпе процессов нагрева и охлаждения. В ходе разработки исследованы различные типы тепловых моделей, определены основные принципы построения ЗТМ, разработана методика расчета уставок, проведено имитационное моделирование работы защиты. Защита

реализована в микропроцессорных терминалах защиты и автоматики производства ООО НПП «Экра».

УДК 621.316.925

СИНГУЛЯРНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Ю.В. РОМАНОВ, Л.И. ГИНДИН, ЧГУ им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Ю.Я. ЛЯМЕЦ

Задача обработки и фильтрации цифровых осциллограмм занимает важное место при определении режима работы электроэнергетических систем. Обращает на себя внимание относительно новый метод обработки осциллограмм, называемый сингулярным спектральным анализом. Примечательно, что он полностью свободен от модели сигнала. Это означает, что параметры разложения определяются не в модельном, заранее заданном, а в формируемом непосредственно самим сигналом базисе ортогональных функций – так называемых собственных векторов траекторной матрицы сигнала. Пусть имеется последовательность из n отсчетов сигнала $x(k)$. Составим матрицу \mathbf{X} по следующей форме:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x(0) & x(1) & \dots & x(l) \\ x(1) & x(2) & \dots & x(l+1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x(n-l+1) & x(n-l+2) & \dots & x(n) \end{pmatrix}$$

где l – выбранное число.

Полученная траекторная матрица исходного сигнала $x(k)$ с помощью сингулярного разложения представляется в виде последовательности матриц. Последние по ряду признаков объединяются в группы для суммирования. В результате получается набор матриц, каждая из которых при дальнейшем усреднении по побочным диагоналям восстанавливается в соответствующий набор отсчетов, представляющий собой аддитивный компонент исходного сигнала $x(k)$. Такой подход позволяет в значительной степени очистить электроэнергетические сигналы от шумовых составляющих.

Если рассмотреть изменение во времени собственных чисел матриц, составленных по сигналам одной структуры при наблюдении каждого из них подвижным окном с фиксированной шириной и неизменным параметром l ,

то окажется, что эти закономерности носят одинаковый характер. Данный эффект может служить мощным критерием при проведении структурного анализа сигнала, например, на наличие затухающих экспонент, появляющихся в качестве апериодических составляющих при коротком замыкании или других переходных режимах системы.

УДК 621.396.94

СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

И.И. НАСЫРОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Система беспроводной оптической связи основана на передаче сигнала в оптическом диапазоне волн 240-290 нм. Этот диапазон примечателен отсутствием в нем света на поверхности Земли даже в ясный, солнечный день. Благодаря этому возможно избежать наложения помех от других источников света.

До настоящего времени в качестве оптического сигнала использовался видимый свет или свет в инфракрасном диапазоне, испускаемый лазерами. Но при использовании вышеперечисленных методов имелся ряд проблем: волоконно-оптические линии связи для передачи видимого света подвержены механическому воздействию, а угол распространения луча лазера недостаточно широк, что ограничивает возможность его использования на движущихся объектах. В качестве движущегося объекта имеется ввиду провод, на который будет подвешена система передачи и который имеет свойство колебаться из-за воздействия ветра. Применяемый для описываемой системы ультрафиолетовый светодиод имеет угол излучения, близкий к 180 градусам, благодаря чему передатчик и приемник не обязательно располагать на одной линии в зоне прямой видимости.

Внедрение системы способно сократить затраты на установку трансформаторов тока и напряжение, а также увеличить надежность и повысить безопасность на энергетических объектах.

Данная система, кроме электроэнергетики, может найти применение в промышленном производстве для связи оборудования, находящегося в одном помещении, например, для передачи сигналов управления роботизированным установкам конвейерной ленты, в больницах, где недопустимо использование систем с высоким электромагнитным излучением.

УДК 621.314.4

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

И.А. ИСАЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

Цифровая подстанция (ЦПС) – это подстанция с высоким уровнем автоматизации управления, в которой практически все процессы информационного обмена между элементами ПС, обмена с внешними системами, а также управление работой ПС осуществляются в цифровом виде на основе протоколов МЭК 61850. IEC (МЭК) 61850 – это международный стандарт для связи на базе шин Ethernet с устройствами релейной защиты и автоматики на подстанции. Он позволяет интегрировать в одну систему все функции релейной защиты, управления, измерения и мониторинга, а также предоставляет средства для реализации функции блокировки и телеотключения.

Структура ЦПС делится на три уровня:

- Полевой уровень (протокол SV);
- Уровень присоединения (протокол GOOSE);
- Станционный уровень (протокол MMS).

Для создания цифровой подстанции в качестве объекта была выбрана действующая ПС «Портовая» 110/6 кВ.

Начальный этап проектирования ПС такой же, как и у традиционной подстанции. Выбрана компоновка ПС, схема распределительных устройств, определен состав защит (РЗА) и т.п. Конфигурирование по МЭК 61850 – это заключительный этап, на котором организовывалась коммуникация между устройствами ПС. Для этого использован программный комплекс (пк) Atlan – специализированный ПК для инжиниринга систем в соответствии с требованиями стандарта МЭК 61850.

На начальном этапе выбора состава РЗА решен вопрос о целесообразности использования протоколов GOOSE и SV. В связи с отсутствием оптических измерительных преобразователей тока и напряжения были установлены внешние устройства сопряжения с поддержкой протокола SV (то есть фактически аналогово-цифровые преобразователи с цифровым выходом по протоколу МЭК 61850-9-2, которые подключаются к цепям переменного тока и напряжения).

УДК 621.311.04

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПОДСТАНЦИИ БЕЗ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА

А.А. БАЖЕНОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Необходимость совершенствования систем управления энергообъектами сегодня не вызывает сомнений. Техническая отсталость старой автоматики сказывается буквально на всем- низкая надежность и функционирования объекта, сложности обслуживания оборудования и содержания большого количества обслуживающего персонала, что несомненно вызывает большие затраты на содержание всего энергообъекта. Основная задача – реализация всех намеченных планов по модернизации и строительству новых энергообъектов при сохранении высоких требования к надежности, эффективности, живучести и качеству вторичных систем с учетом того, что финансовые возможности на сегодняшний день диктуют более жесткие условия по осуществлению этих планов.

Создание автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) подстанции предусматривает поэтапную модернизацию объекта. Поэтапная модернизация заключается в том, что на каждом этапе обеспечивается созданием небольшой, частной, но полностью автономно работающей системы.

В работе будут представлены особенности подстанции без обслуживающего персонала: требования к релейной защите, автоматике, оперативному питанию и охране объекта, а также обзор существующего уровня развития техники.

УДК 621.311.04

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЦЕПЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В.П. ЛАГОЙКИН, КГЭУ, г. Казань

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

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 621.314

ДИАГНОСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Р.А. МИХАЙЛОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. Д.Ф. ГУБАЕВ

В настоящее время актуальным остается вопрос повреждаемости современных измерительных трансформаторов напряжения (ТН). Измерительные ТН повреждаются в результате резонансных и феррорезонансных явлений, нарушения изоляции и сопровождается не редко разрушением оборудования: взрывом, выбросом масла, пожаром, разлетом осколков фарфора по территории ОРУ (ЗРУ). Это представляет большую опасность для обслуживающего персонала и рядом стоящего оборудования.

Информационный поиск показал, что в настоящее время отсутствуют технические средства мониторинга и сигнализации технического состояния ТН. В подтверждении указанного можно привести пример аварии на ПС «Ленинская» в августе 2010г. с повреждением ТН типа НАМИ-110 кВ, и полным разрушением ЗРУ110 кВ с огромными материальными убытками для энергоснабжающей организации.

Цель исследования – разработать способы мониторинга, диагностики и сигнализации технического состояния ТН 110-220 кВ.

Предлагается:

1. Осуществить контроль изменения коэффициента трансформации ТН при витковых замыканиях в обмотках ВН-НН путем измерения напряжения нулевой последовательности на разомкнутом треугольнике вторичной обмотки ТН с выдачей сигнала на диспетчерский щит.

2. Осуществить контроль диэлектрических характеристик трансформаторного масла в ТН (температура, давление, удельное сопротивление) посредством установки на оборудовании специального датчика с выдачей сигнала на диспетчерский щит.

3. Осуществить контроль напряжения во вторичных обмотках ТН с использованием интеллектуального активно-реактивного счётчика электроэнергии типа «Меркурий» с выдачей сигнала на диспетчерский щит.

УДК 621.311

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОДСТАНЦИИ 110/10 кВ

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

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, что дает нам повысить безопасности эксплуатации и бесперебойному электроснабжению энергообъектов.

УДК 121.315.1

ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДЫ И ЗАПАЗДЫВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ ЗОНДИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 110 кВ

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

Своевременное определение методом локационного зондирования неоднородностей в линиях электропередачи (ЛЭП), таких как короткое замыкание, обрывы и гололедные образования на проводах позволяет повысить отказоустойчивость системы.

В течение последних двух лет ведется мониторинг воздушных линий 110 кВ. Аппаратура мониторинга подключается к каналу высокочастотной (ВЧ) связи. Показателем состояния ЛЭП является импульс, отраженный от ее неоднородностей. Сравнение рефлектограмм проводится по двум критериям: изменение амплитуды импульсного сигнала и появление задержки.

Массив накопленных измерений на контролируемых линиях позволяет определить возможные вариации амплитуды и запаздывания отраженного сигнала во времени. Так в течение дня происходят периодические изменения контролируемых параметров. Данные изменения контролируемых параметров находятся во взаимосвязи с внешними условиями (рис.1).

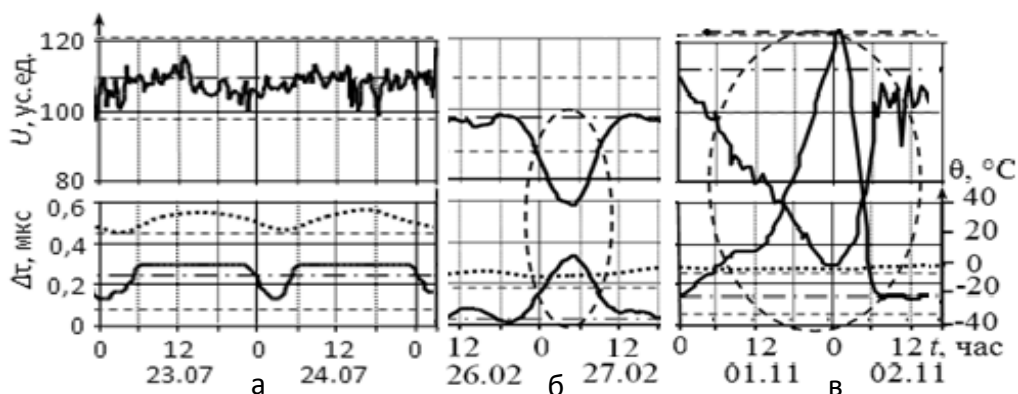


Рис. 1. Влияние погодных условий на амплитуду U импульса и его дополнительного запаздывания Δt : а – суточный разброс температур, б – снег, в – туман и дождь

По данным полученным в ходе эксплуатации системы мониторинга была экспериментально получена зависимость амплитуды и запаздывания импульсов локационного зондирования от внешних условий. Так, увеличение температуры или выпадение осадков приводит к дополнительному затуханию и запаздыванию. Одновременная работа системы мониторинга с другими ВЧ устройствами приводит только к дополнительному затуханию сигнала.

УДК 621.372.21

РАСЧЕТ ЗАТУХАНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ТРАКТЕ

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

Контроль состояния линии при локационном зондировании осуществляется через измерения амплитуды сигнала проходящего через него. Аппаратура системы мониторинга подключается к существующему каналу ВЧ (высокочастотной) связи, который организуется с помощью ВЧ кабеля, фильтра присоединения, высокочастотного заградителя и ВЛ (воздушная

линия). При появлении гололеда на проводах линии амплитуда сигнала, проходящего по линии, уменьшается. Текущее значение амплитуды сигнала сравнивается с амплитудой сигнала при отсутствии гололедных отложений. Эталонная величина может быть определена расчетным путем с учетом затухания сигнала в элементах ВЧ тракта ВЛ, каковыми являются провода линии, фильтр присоединения, ВЧ заградитель и ВЧ кабель.

Для этой была: разработана программа расчета затухания сигнала в ВЧ тракте ВЛ. Разработка программы проводилась в среде Delphi 7. Расчеты проводились по методике Ю.П. Шкарина.

В раскрывающихся списках выбираются параметры расчета: марка провода, применяющегося на линии, номинальное напряжение, тип ВЧ заградителя, тип фильтра присоединения. Затем задается диапазон частот, в пределах которого рассчитывается затухание ВЧ сигнала. Также указывается длина линии и длина ВЧ кабеля. После нажатия на кнопку «Расчет» в окне программы появляется график зависимости затухания сигнала от частоты и таблица с расчетными значениями затухания. В программе предусмотрена возможность сохранения содержания таблицы в формате «.CSV», графика в формате «.bmp»; печати графика на принтере, копирования в буфер обмена для дальнейшей вставки в другое приложение, увеличения области графика для более точного определения величины затухания.

Данная программа рассчитывает затухание для моночастоты и будет применяться при расчете эталонного значения амплитуды сигнала распространяющегося по линии, с которым будут сравниваться текущие значения амплитуды сигналов ВЧ канала.

СЕКЦИЯ 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

УДК 621.332

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Н.Н. АБДРАХМАНОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. **В.Е. РАССАДИНА**

Целью работы является изучение проблем, связанных с эксплуатацией контактной сети.

Актуальностью работы является выявление проблем, влекущих за собой износ контактной сети и контактной части токоприемника и определение способов их предотвращения.

При движении подвижного состава в результате инерции движущихся масс и сил трения в сопряжениях токоприемников при прохождении мест подвеса контактного провода скольжение нарушается, и каретка токоприемника отрывается от контактного провода. Контактная вставка каретки токоприемника отрывается от провода, при этом возникает электрическая дуга, приводящая к пережогу контактного провода. Токоприемник снова касается провода, что сопровождается значительным ударом по нему в этой точке. Как в первом, так и во втором случае механическая прочность контактного провода постепенно снижается — это может привести к его разрушению и, как следствие, к обрыву, а, следовательно, и к перебою в энергоснабжении целого участка контактной сети.

Токоъем значительно улучшается, если контактный провод обладает некоторой свободой перемещения относительно токоприемника, т.е. изменяет свое пространственное положение в зависимости от величины воздействия токоприемника на контактный провод.

Таким образом, выполненная подвеска носит название эластичной. Эластичная подвеска обеспечивает лучшее качество токоъема, снижает износ, уменьшает вероятность пережога и обрыва контактного провода в точках подвеса. Улучшение качества токоъема достигается путем создания более благоприятных условий движения каретки токоприемника по контактным проводам.

УДК 621.315.1

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЯ В КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

И.З. ГАТИЯТОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.И. ФЕДОТОВ;
канд. техн. наук, проф. Ю.А. РЫЛОВ

В современных условиях активного развития, повышения интенсивности движения, увеличения грузооборота и массы поездов

возникает необходимость усиления системы электроснабжения и участков, электрифицированных на переменном токе 25 кВ.

Основными показателями работоспособности системы тягового электроснабжения являются нагрузочная способность контактной сети и оборудования тяговых подстанций, надежность обеспечения заданного уровня напряжения (максимального, минимального и среднего) на токоприемниках электровазов.

Уровень напряжения в тяговой сети регламентирован требованиями стандартов и Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (Утверждены Приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. № 286, Приложение №4).

При номинальном напряжении обеспечиваются оптимальные электромеханические, электротяговые и другие характеристики электроподвижного состава и может быть обеспечена бесперебойность и безопасность движения поездов.

При длительном понижении уровня напряжения в сети скорость движения поезда уменьшается, а время движения по перегону увеличивается, что приводит к нарушениям графика движения поездов.

Для поддержания напряжения в тяговой сети на необходимом уровне при значительных тяговых нагрузках возникает необходимость повышения напряжения в фазах тяговой подстанции до необходимого уровня напряжения и его регулирование.

УДК 629.43

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МОТОР-ВАГОННОГО СОСТАВА ЭД 9М С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

И.Р. ЗАГИДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Е.Л. СТЕПАНОВ

Одной из важнейших задач железнодорожного транспорта на современном этапе является повышение надежности работы тягового подвижного состава, снижение трудоемкости ремонта и как результат этого – снижение эксплуатационных расходов. Основным методом повышения надёжности подвижного состава является система планово-предупредительного ремонта и обслуживания (ППР).

Анализ показывает, что около 25 % времени ТО затрачивается на локализацию дефектной области (выявление неисправности узла или агрегата), около 40 % - на поиск дефекта внутри этой области и только 35 % - на восстановление (ремонт) отказавшего элемента. Поэтому разработка совершенных методов и средств контроля технического состояния деталей узлов и агрегатов локомотивов является актуальной.

Существующая система планово-предупредительного ремонта и обслуживания подвижного состава в ее нынешнем виде не отвечает требованиям сегодняшнего дня. Опыт показывает, что переход на новую систему ремонта по состоянию возможен только с одновременным внедрением современных диагностических комплексов. Например, диагностический комплекс «Вектор 2000» позволяет производить диагностику колесно-моторного блока подвижного состава без разборки, что дает большой экономический эффект.

УДК 621.311

ЗАЩИТА ТЯГОВОЙ СЕТИ ОТ МАЛЫХ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Ф.Р. ЗАЙНУЛЛОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Целью работы является нахождение способов защиты тяговой сети от малых токов короткого замыкания.

Надежность и бесперебойность функционирования системы электроснабжения обеспечивается при проектировании, обоснованном выбором схем электроснабжения с учетом реализаций оптимальных защитных мер при различных режимах, одним из которых является короткое замыкание (к.з.) в тяговой сети. Короткое замыкание всех видов создает опасность.

Защита тяговой сети от токов короткого замыкания (т.к.з.) осуществляется в основном быстродействующими линейными выключателями (ЛВ), к числу которых относят выключатели максимального тока с общим временем отключения не более 0,1 с. Но существуют так называемые малые токи к.з., когда $I_{КЗ(м)} \leq 1,5I_{ЛМ}$. При малых т.к.з. необходимы специальные защиты, дополняющие защиту по максимальному току.

Одними из решений при защите тяговой сети от малых т.к.з. можно отнести схемы каскадных защит - с постом секционирования, с короткозамыкателями и телеблокировкой.

Также возможны и другие решения, так в целях повышения чувствительности защиты к т.к.з. быстродействующие выключатели можно оборудовать индуктивными шунтами. Другим вариантом является импульсная защита с использованием импульсных трансформаторов, устанавливаемых в линию. Хорошие результаты показывают тепловые защиты (моделирующие и с тепловыми датчиками) и потенциальные защиты с применением, например, реле напряжения.

В целом, проблема защиты тяговой сети от малых т.к.з. не имеет однозначного и полного решения, поэтому необходимы дальнейшие комплексные исследования по данному вопросу.

УДК 621-313

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОННОГО ПРИВОДА В АВТОМОБИЛЯХ С ГИБРИДНЫМ СИЛОВЫМ АГРЕГАТОМ

Л.Р. МИНГАЛЕЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

Одной из перспективных концепций гибридного автомобиля является концепция, основанная на принципе параллельного гибридного привода. Электродвигатель-генератор (он представляет собой синхронный двигатель трехфазного тока) и двигатель внутреннего сгорания через общую трансмиссию приводят автомобиль в движение. Оба двигателя располагаются на одной оси. Благодаря этому концепция гибридного привода обходится значительно меньшим количеством гибридных компонентов, чем отдельная или последовательная системы гибридного силового агрегата.

Возможность применения электродвигателя-генератора в качестве тягового электродвигателя, генератора и стартера позволила отказаться от использования стартера и генератора. Движение на электрической тяге с помощью электродвигателя-генератора привело к необходимости оснащения электрическим приводом компонентов, которые у обычного автомобиля приводятся от двигателя внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель-генератор отделены друг от друга однодисковым сухим сцеплением с гидравлическим приводом.

Режимами автомобиля с гибридным приводом, и таким образом приведением сцепления в действие, управляет система гибридного привода. Водитель не будет оказывать прямого влияния на работу однодискового сухого сцепления. Оно управляется электрическим приводом сцепления.

Ключевым элементом гибридного привода является электродвигатель-генератор. В системе гибридного привода он берет на себя выполнение трёх важнейших задач:

1. стартер для двигателя внутреннего сгорания;
2. генератор для зарядки высоковольтной батареи;
3. тяговый электродвигатель для движения автомобиля.

Энергосбережение и экологическое улучшение параметров от применения данных инноваций в новой концепции гибридного привода позволит обеспечить потребительские свойства гибридного автомобиля на новом качественном уровне.

УДК 621.311:621.316

ВНЕДРЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ТРОЛЛЕЙБУСА

Э.А. МУДАРИСОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. ст. преп. В.Е. РАССАДИНА

Популярность полимерных изоляторов обусловлена возможностью с большой вероятностью прогнозировать механические и диэлектрические свойства на стадии синтеза синтетических материалов, а также способностью полимерных изоляторов сохранять приобретенный комплекс эксплуатационных характеристик в течение длительного времени даже при экстремальных условиях эксплуатации.

Старение электротехнического стекловолокна вследствие воздействия динамических нагрузок, неравномерного электромагнитного поля и электрической дуги, вероятность получения керамических изоляторов с внутрискруктурными дефектами, снижающими механические и диэлектрические свойства продукции, в свое время обусловило более широкое использование изоляторов из закаленного или отожженного диэлектрического стекла. Однако проблемы с усталостным снижением прочности при выщелачивании и электролизе стекла, повышением электропроводности поверхностного слоя увлажненного или загрязненного стеклянного изолятора поставили задачу разработчикам

искать синтетический материал, не имеющий недостатков изоляторов из стекловолокна.

Опорные изоляторы на основе полимерных композиционных материалов являются альтернативой традиционно сложившимся конструкциям пряжечных из стекловолокна опорно-стрержневых фарфоровых изоляторов.

Эти изоляторы обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными изоляторами из стекловолокна, а именно - существенно меньшим весом (сокращаются затраты на их транспортировку, погрузку, разгрузку, складирование, монтаж), меньшей загрязняемостью и, соответственно, более высокими разрядными характеристиками, повышенной стойкостью к разрушениям, вибрациям, механическим повреждениям и к актам вандализма.

Среднегодовой уровень отказов полимерных изоляторов в нормальном эксплуатационном режиме составляет не более $5 \cdot 10^{-5}$, срок службы более 25 лет.

УДК 629.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Г.Р. МУХАМЕДЖАНОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Эффективное использование энергоресурсов и, в первую очередь, электрической энергии является одним из приоритетных направлений развития современной мировой экономики.

Для повышения энергоэффективности электроподвижного состава необходима модернизация электропривода за счет использования энергосберегающих двигателей и автономных накопителей энергии.

У энергосберегающих двигателей меньшие суммарные потери мощности, поэтому с каждым оборотом энергосберегающие двигатели экономят электрическую энергию и, следовательно, расходы на эксплуатацию.

Концепция энергосберегающих электроприводов обеспечивает снижение электропотребления, повышение КПД электродвигателя и уменьшение потерь электрической энергии в электроприводе и электропитающей сети.

Энергосберегающие двигатели обладают особенно высоким коэффициентом полезного действия. Высокий КПД достигается благодаря следующим усовершенствованиям:

- более качественная сталь;
- больше активного материала (железо, медь и алюминий);
- улучшенная система охлаждения и подшипниковые узлы.

Эти меры позволяют снизить потери и повысить КПД двигателя. Потери двигателя могут быть снижены до 42% в зависимости от мощности. Таким образом, применение энергосберегающих двигателей позволяет увеличить КПД электропривода в целом и уменьшить потребление электроэнергии, необходимое на движение электроподвижного состава.

УДК 629.431

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В СИЛОВОМ ПРИВОДЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГЭТ

И.М. НАМАТОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Целью работы является совершенствование и улучшение системы управления асинхронным двигателем в силовом приводе подвижного состава ГЭТ.

Актуальностью темы является анализ способов управления асинхронного электропривода и реализация системы управления в современном тяговом электроприводе.

Для достижения этой цели в работе решаются следующие задачи:

- совершенствование математической модели электромеханических процессов в динамических режимах работы АД;
- научное обоснование новых методов и разработка технических средств управления АД с использованием электромагнитных процессов;
- проведение экспериментальных исследований для проверки адекватности результатов, полученных на математических моделях;
- экономическая оценка эффективности предложенных решений по улучшению эксплуатационных свойств и характеристик ГЭТ с асинхронными двигателями.

В работе использованы аналитические и экспериментальные методы исследования. Аналитический метод исследования базировался в основном

на классической теории электрических машин и электропривода. Проверка адекватности полученных теоретических результатов осуществлялась экспериментальными методами с применением современных средств измерительной техники и разработанной системы управления АД.

Повышенный интерес к асинхронным двигателям в последние 30 лет вызван требованиями рынка, который определяет главные цели и задачи в развитии современного промышленного производства и электрического транспорта. Основными из них являются: повышение качества и надежности, снижение себестоимости и материалоемкости, а также энергопотребления и трудоемкости. Решение этих и других задач особенно важно при проектировании и изготовлении тяговых электрических машин для подвижного состава ГЭТ.

УДК 629.3

ИНЕРЦИОННЫЕ НАКОПИТЕЛИ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

А.А. ПОТЕХИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Е.Л. СТЕПАНОВ

Затраты на электроэнергию, потребляемую на тягу поездов, составляют около 21 % от производимой электроэнергии в РФ. Одним из путей их снижения является накопление рекуперированной электроэнергии с помощью инерционного аккумулятора, с последующей отдачей её в обратном направлении в сеть.

На линии метрополитена наибольшая нагрузка бывает в течение 8 ч в утреннее и вечернее время, средняя в течение 12 ч дня, в оставшиеся 4 ч на линии перерыв в движении поездов.

В момент трогания поезд типа 81-553.3/554.3/555.3 потребляет ток около 4500 А. При среднем токе продолжительного режима 625 А и напряжении 750 В общее потребление энергии за год (8760 ч) составляет 4 ГВт·ч.

В традиционных системах тягового электроснабжения в зависимости от параметров профиля пути, графика движения, типа и парка подвижного состава дополнительно может накапливаться и снова использоваться от 4 до 15 % энергии, затрачиваемой на тягу. Таким образом, промежуточное накопление энергии позволяет экономить от 150 до 600 МВт·ч в год.

Инерционный накопитель должен быть способным отдавать энергию в любой момент времени, его минимальная энергоемкость должна быть не ниже 4 кВт·ч, а максимальная - около 10 кВт·ч. При этом максимальная

мощность приблизительно равна 0,6 МВт. Теоретически на перегоне одновременно может происходить торможение или разгон до четырёх поездов, поэтому мощность накопителя следует увеличить до 1 МВт.

Инерционные аккумуляторы энергии в наибольшей степени отвечают требованиям, предъявляемым к накопителям системы тягового электроснабжения метрополитена и позволяют оптимизировать систему тягового электроснабжения постоянного тока без переоборудования ее устройств.

УДК 621.315.1

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА В РОССИИ

И.Р. СУЛЕЙМАНОВ, И.З. ГАТИЯТОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. Ю.А. РЫЛОВ

Транспорт, наряду с другими инфраструктурными отраслями, обеспечивает базовые условия жизнедеятельности общества, являясь важным инструментом достижения социальных, экономических, внешнеполитических целей. Транспорт не только отрасль, перемещающая грузы и людей, а, в первую очередь, межотраслевая система, преобразующая условия жизнедеятельности и хозяйствования.

Исторически развитие транспорта во многом предопределило экономическое и пространственное развитие России, способствовало укреплению её целостности и международного влияния. Создание российского флота и морских портов, трассы Северного морского пути, строительство Транссибирской, Байкало-Амурской железнодорожных магистралей, системы водных путей европейской части России, создание развитой национальной сети воздушных сообщений были значимыми вехами не только для транспорта, но и для всей страны.

Наряду с преимуществом, которое обеспечивает обществу развитая транспортная сеть, её прогресс так же сопровождается негативными последствиями – отрицательным воздействием транспорта на окружающую среду. Автомобильный парк, является практически основным источником загрязнения окружающей среды, а также – одним из источников, создающим высокий уровень шума и вибрации. Экологический ущерб от эксплуатации автотранспортных средств обусловлен токсичными выбросами. Ежегодно автотранспортными средствами выбрасывается

в атмосферу более 12 миллионов тонн различных загрязняющих веществ: окиси углерода, окислов азота и серы, углеводородов, сажи и других.

Устойчивое развитие транспорта является гарантией единства экономического пространства, свободного перемещения товаров и услуг, конкуренции и свободы экономической деятельности, обеспечения целостности России и её национальной безопасности, улучшения условий и уровня жизни населения.

УДК 629.431

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Ч.В. ТХАЧ, КГЭУ, г. Казань

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

Целью работы является математическое моделирование и совершенствование алгоритма тепловой защиты асинхронного электродвигателя (АЭД) с короткозамкнутым ротором на основе определения активного сопротивления ротора АЭД.

Актуальностью этой работы является разработка новых алгоритмов устройств тепловой защиты АЭД с короткозамкнутым ротором, ориентированных на применение в микропроцессорных системах.

Для достижения этой цели в работе решаются следующие задачи:

- анализ алгоритма микропроцессорной тепловой защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором;
- моделирование тепловой защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в программе Matlab.

В работе проведен анализ алгоритма микропроцессорной тепловой защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Предложен усовершенствованный алгоритм тепловой защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, основанный на косвенном расчёте температуры нагрева ротора. Вычисление температуры нагрева производится в темпе реального времени путём расчёта активного сопротивления ротора и его сравнения с известным значением в холодном состоянии на основе измерения величин фазных токов и напряжений, скольжения и температуры нагрева обмотки статора. Указанный алгоритм реализован в виде математической модели

для ПЭВМ, состоящей из АЭД с КЗР и рассмотренной защиты. Исследована работа алгоритма в различных режимах для разных типов АЭД с различным проявлением явления эффекта вытеснения тока в роторе. Сравнительный анализ данных, полученных с использованием экспериментальной установки и с помощью математической модели, подтверждают целесообразность разработанного алгоритма тепловой защиты АЭД с короткозамкнутым ротором, находящийся в эксплуатации.

УДК 62-83

ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИЛОВЫМИ ПРИВОДАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

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

Современный транспортный комплекс России нуждается в современных регулируемых электроприводах переменного тока с векторным управлением, которые устанавливаются на электроподвижной состав, и это положение усугубляется дефицитом электроприводов отечественного производства.

Целью работы является разработка методов идентификации, анализа, синтеза и проектирования объектно-ориентированных бесконтактных электроприводов на основе векторного управления для электроподвижного состава, обеспечивающих их реализацию минимальными средствами.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- предложены принципы принятия решений на этапах проектирования, изготовления и внедрения на основе обобщенных технико-экономических критериев;
- выполнен анализ энергетического баланса в системах преобразователь-двигатель и предложены методы расчета силовых цепей преобразователя;
- выполнены исследования характеристик электроприводов с синхронными и асинхронными электроприводами;
- исследованы переходные процессы в асинхронных электроприводах;
- выполнены исследования электромагнитных процессов в вентильных преобразователях частоты.

Практическая значимость результатов данного исследования заключается в разработке (с учетом реальной производственной базы), изготовлении и организации производства полупроводниковых

преобразователей частоты и частотно-регулируемых электроприводов с векторным управлением для отечественного электроподвижного состава.

УДК 543.423

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КЛАССА ЧИСТОТЫ МАСЛА

О.А. ФИЛИНА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Ю.А. ЯРОСЛАВЦЕВ

Промышленная гидравлика требует регулярного технического обслуживания по системе планово-предупредительных ремонтов, которое выполняется только при остановке системы. Анализатор чистоты жидкости позволяет контролировать состояние работающей системы, и ремонт гидравлики может выполняться по необходимости, а не по регламенту. Ремонт гидравлики, осуществляемый по этому принципу, имеет множество преимуществ, поскольку позволяет выявить повреждение на раннем этапе и не допустить поломки, что могло бы случиться в периоде между плановыми ремонтами. Таким образом, гидравлика на предприятии прослужит намного дольше и принесет больший экономический эффект.

Одним из методов решения этой задачи является использование информации, которую несут продукты износа и механические примеси в смазочном масле, по которым можно определить одну из важных характеристик долговечности - износостойкость пар трения.

Преодоление сил трения в узлах машин и механизмов поглощает 30-40 % всей вырабатываемой в мире энергии, а потери средств в промышленности развитых стран вследствие трения и сопутствующего ему износа достигают 4-5 % национального дохода.

Примеры применения:

- контроль работающих гидравлических систем с давлением до 420 бар;
- диагностика неисправных или остановленных гидравлических систем без давления;
- лабораторные или полевые анализы отобранных проб;
- анализы смазочных масел;
- анализ тенденции загрязнения;
- контроль эффективности систем очистки;
- аттестация фильтров.

УДК 621.315.1

СПЕЦИФИКА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПО ДЛИННЫМ ЛИНИЯМ

Р.Д. ХАМИДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. Ю.А. РЫЛОВ

Зависимость режимов передачи энергии от параметров нагрузки и от параметров самой линии, в том числе неоднородность длинных линий является усложняющим фактором при передаче электрической энергии по длинным линиям.

Переходные процессы в таких цепях имеют характер блуждающих волн, распространяющихся по цепи в различных направлениях. Эти волны могут претерпевать многократные отражения от стыков различных линий, от узловых точек включения нагрузки и т.д. В результате наложения этих волн, процессы в цепи могут привести к возникновению сверхтоков и перенапряжений, опасные для оборудования.

Самым значимым влияющим параметром на режим передачи мощности по длинным линиям является ее длина, а в зависимости от волновой длины линии и значений ее погонных параметров в данной линейной цепи могут проявляться нелинейные эффекты, как по длине линии, так и на ее входе. Анализ таких линий следует проводить по единообразным формулам в той же последовательности, какая имеет место в реальности.

Наличие реактивных элементов в нагрузочном сопротивлении приводит к резкому изменению входного сопротивления цепи, и как следствие все величины, характеризующие процесс передачи мощности переменным током, испытывают колебания на десятки процентов. Для полуволновой линии передаваемая мощность и КПД являются максимальными, когда нагрузка на ее приемном конце чисто активная.

Разработка условной схемы длинной линии с указанием особых точек подключения нагрузок, компенсирующих устройств, трансформаторов и условий, обеспечивающих передачу наибольшей мощности нагрузки, позволит снизить потери на линии, причем такие режимы возможны как в линиях, относительно коротких, так и в линиях, сравнимых с длиной волны.

УДК 621.315.1

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

А.А. ХАМИТОВ, И.З. ГАТИЯТОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. Ю.А. РЫЛОВ

Система стандартизации качества электроэнергии в энергосистемах общего назначения непосредственно не касается электрических сетей специального назначения, к которым относятся контактные тяговые сети, и носит в этом случае рекомендательный характер (ГОСТ 13109-97).

Под качеством электроэнергии принято понимать совокупность таких характеристик, при которых приемники электроэнергии способны выполнять заложенные в них функции. Характерной особенностью промышленного и транспортного развития является использование мощных диодных и тиристорных электроприводов, оказывающих отрицательное влияние на качество электроэнергии питающих сетей. В то же время нормальная работа, например, силового и вспомогательного электрооборудования электроподвижного состава (ЭПС) переменного тока существенно зависит от качества электроэнергии питающей системы.

Устанавливают следующие показатели качества электрической энергии на ЭПС и устройствах тягового электроснабжения (далее ПКЭ), а также параметры системы электрической тяги, характеризующие ЭМС ЭПС с системой тягового электроснабжения:

- действующее значение напряжения на токоприемнике ЭПС;
- амплитудное значение напряжения на токоприемнике ЭПС;
- коэффициент импульсного провала напряжения на токоприемнике ЭПС;
- модуль входного сопротивления системы тягового электроснабжения относительно токоприемника ЭПС для n -ой гармоники;
- коэффициент подключения тиристорного ЭПС к системе тягового электроснабжения;
- коэффициент искажения синусоидальности напряжения на токоприемнике ЭПС;
- коэффициент гармонической составляющей тока ЭПС;
- приведенный коэффициент искажения синусоидальности тока ЭПС.

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

УДК 541.136

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА

С.А. АРТЕМЬЕВ, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.А. ПУЦЫЛОВ

Сегодня литиевые первичные источники тока, с одной стороны, сочетают в себе недостижимые для других химических источников тока энергетические параметры, с другой - высокую стоимость и пожаровзрывоопасность. Последнее ограничивает их широкомасштабное распространение узким кругом специфических потребителей, таких как медицина, военная и космическая техника.

Проблема безопасности литиевых элементов это, прежде всего проблема нестабильности литиевого электрода в существующих растворах электролитов. В свою очередь, высокая стоимость источников тока с литиевым анодом определяется как значительной стоимостью материалов, так и сложностью изготовления композиционного положительного электрода.

Одним из наиболее проработанных и дешевых веществ для первичных источников тока сегодня является диоксид марганца. В литиевых системах он зарекомендовал себя как материал с приемлемыми энергетическими параметрами. В настоящей работе предложено повысить безопасность и энергетические параметры, при фактическом снижении себестоимости элементов системы литий-диоксид марганца, посредством вытеснения из их состава жидкого электролита и внедрения в структуру полимерного электролита и некоторой доли наноструктурированного фторированного материала. В качестве электролита использовали сополимер полисульфона, фторированным нанокомпонентом служил отход фуллеренового производства – фуллереновая сажа подвергнутая операции фторирования.

Высокая технологичность производства катодов на основе полимерного электролита, а также низкая стоимость и инертность последнего позволили понизить себестоимость элементов до 50 % при значительном повышении сохраняемости и безопасности. Кроме того, показана эффективность допирования структуры диоксид – марганцевого катода фторированной фуллереновой сажой. Введение недорогого наноматериала несколько удорожает элементы литий – диоксид марганца,

но позволяет довести их энергетические параметры до ранее недостижимых для данной системы величин.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых ученых (МК-5209.2011.8).

УДК 539.21;534.22

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОПЕРЕЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И АНГАРМОНИЗМ МЕЖАТОМНЫХ КОЛЕБАНИЙ В КРИСТАЛЛАХ ОКСИДА МАГНИЯ

Т.А. БЕЛЬКОВА, Е.П. ТЕСЛЕВА, ЮТИ ТПУ, г. Юрга
Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. В.Н. БЕЛОМЕСТНЫХ

Оксид магния MgO активно используется в качестве конструкционного материала в строительной, химической, резинотехнической, шинной, электротехнической, металлургической и др. отраслях промышленности, а также как модельный объект для проверки новых теорий и как рабочее вещество для калибровки в экспериментах при высоких давлении и температуре. В настоящее время определены основные свойства моно- и поликристаллов оксида магния при изменении внешних условий в широком диапазоне температур и давлений.

Настоящая работа посвящена исследованию анизотропии коэффициента Пуассона и параметра Грюнайзена в MgO, также влиянию температуры и давления на указанные параметры. Постоянные жесткости c_{11} , c_{12} , c_{44} и плотность кубических кристаллов MgO использовались нами для расчета постоянных податливости s_{11} , s_{12} , s_{44} , коэффициентов Пуассона $\sigma_{\langle hkl \rangle}$ в разных кристаллографических направлениях, скоростей звука и ориентационных составляющих параметра Грюнайзена. Кроме этого, был определен коэффициент Пуассона поликристалла MgO. Так, например, на рис. 1, приведены барические зависимости коэффициентов Пуассона в интервале от 0 до 60 ГПа.

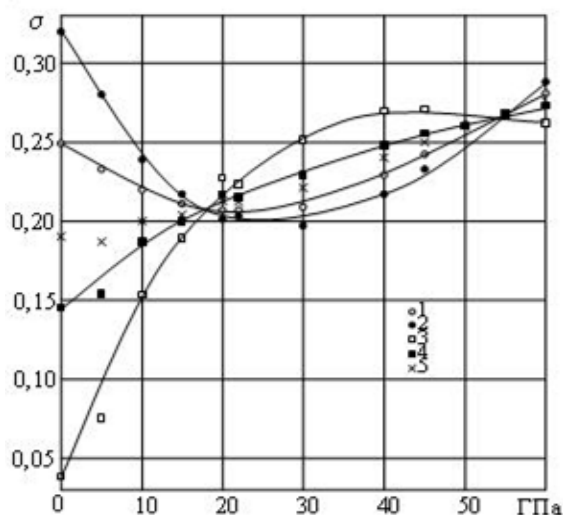


Рис. 1. Барическая зависимость коэффициентов Пуассона MgO
1, 2, 3, 4 – монокристалл (1 – $\langle 100 \rangle$,
2 – $\langle 110, 001 \rangle$, 3 – $\langle 110, 1\bar{1}0 \rangle$,
4 – $\langle 111 \rangle$), 5 – поликристалл

Установлены линейные изменения коэффициентов Пуассона и параметров Грюнайзена с температурой и нерегулярные под давлением. Обнаружено, что в направлении $\langle 110, 1\bar{1}0 \rangle$ оксид магния представляет собой неаксиально-ауксетичную систему при $T > 300$ К. При давлениях 17, 50 и 55 ГПа (комнатная температура) кристалл MgO упруго изотропен.

УДК 621.311

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ГИБКОСТИ ЦЕПИ ПОЛИМЕРОВ

А.Е. БУНТИН, П.Б. ШИБАЕВ, КГЭУ, г. Казань
 Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. О.С. СИРОТКИН

Как известно, гибкость цепи является ключевым параметром, который во многом обуславливает свойства полимеров, и характеризует способность молекул к внутреннему вращению вокруг σ -связей под определенным углом. Однако на сегодняшний день отсутствуют количественные подходы позволяющие оценивать степень внутреннего вращения. В качестве основы для решения данной задачи, возможно, использование теоретической концепции единой модели химической связи О.С. Сироткина, где химическая связь количественно выражается через степени ковалентности – C_K , металличности – C_M и ионности – C_I . На основе данной модели и традиционных представлений о механизме гибкости цепей полимеров можно предположить, что степень внутреннего вращения увеличивается и соответственно гибкость цепей возрастает за счет большей локализации валентных электронов (степень обобществления электронов уменьшается – СОЭ) и, как следствие, возможность более широкого изменения длин и углов связей между атомными остовами в макромолекуле. А при менее локализованной σ -связи (C_M возрастает) внутреннее вращение должно затрудняться. Исходя из этих представлений с учетом доказанной ранее вторичности ван-дер-ваальсового и межмолекулярного взаимодействия от нековалентных компонент химической связи (C_M, C_I) можно предложить выражение для оценки степени внутреннего вращения ($\sigma_{ХСВ}$):

$$\sigma_{ХСВ} = (C_K \cdot L_{св}) - \sum(C_M + C_I)\sigma_{ХСВ} = (C_K \cdot L_{св}) - \sum(C_M + C_I), \%$$

Применение данного выражения отражено в последовательности уменьшения степени внутреннего вращения химических связей: Se-O (88,8), S-O (86,8), C-O (76,5), C-C (73,7), Te-O (66,9), P-O (56,9), As-O, Sb-O, Ge-O, Sn-O, Si-O (36,5), S=O, B-O (30), Al-O, C=O, P=O. Так связь C-C обладает максимальной $C_K = 68.35\%$ (при СОЭ $\approx 50\%$) и,

следовательно, направленностью по сравнению с другими элементами. Это в сочетании с несколько меньшей длиной связи C-C (1.54\AA) по сравнению с длиной связей других цепообразующих элементов (типа Si-Si = 2.32\AA , As-As = 2.42\AA , S-S = 2.1\AA) вследствие большей их C_M – обеспечивает большую легкость внутренних вращений вокруг σ -связи между ядрами углерода и соответственно значительную гибкость цепей карбоцепных макромолекул.

УДК 675.92.035.3:678.046.54

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРТОНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПЛАЗМООБРАБОТКИ

Э.И. ВАРГАНОВА, КНИТУ, г. Казань

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

канд. техн. наук, доц. Л.Р. ДЖАНБЕКОВА;

учит. школы №34, Г.Д. МАСЛОВА

Технические фильтры согласно ГОСТ 6722-75 должны обладать необходимыми прочностными характеристиками в сочетании с повышенными впитывающими свойствами. Не смотря на данные требования фильтры не всегда удовлетворяют спросу потребителей, поскольку характеризуются не высокой степенью фильтрации, малой износостойкостью, невысоким ресурсом эксплуатации. Чтобы получить показатели, соответствующие требованиям потребителей, необходима их модификация.

В работе представлены исследования по улучшению прочностных характеристик фильтров за счет их модификации высокочастотной плазмой пониженного давления.

Проведенные ранее исследования по влиянию плазменной модификации на изменение прочностных характеристик картона показали, что при обработке в аргоне предел прочности увеличился на 15%. В настоящих исследованиях рассматривалась возможность изменения этих же показателей при использовании в качестве плазмообразующего газа азота, при следующих параметрах обработки: давлении $P=26,6$ Па, расходе плазмообразующего газа азота $G=0.01-0.04$ г/с, значении тока на аноде $I_a=0,2-0,7$ А, напряжении на аноде $U_a=1-1,5$ кВ, и времени обработки $t=1-25$ мин.

Контрольные образцы выдерживают максимальную нагрузку: марка картона С_{цм} – $m=23,855$ кг, марка картона С – $m=28,125$ кг. По сравнению с результатами обработок в плазмообразующем газе аргоне прочность

на разрыв увеличивается на 15 % для картона марки С, и на 10 % для картона марки Сцм. После обработок в плазмообразующем газе азоте прочность на разрыв увеличивается на 17,47 % для картона марки С, и на 11,2 % для картона марки Сцм. Как следует из представленных данных, использование плазмообразующего газа азота позволяет существенно увеличить прочностные характеристики картонных фильтров. Однако, для определения степени химического воздействия азота необходимы более подробные исследования.

УДК 621.762

ИЗМЕНЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ

С.В. ВЕСЕЛУХИНА, СГТУ, г. Саратов

Науч. рук. канд. физ.-мат. наук, доц. И.П. МЕЛЬНИКОВА;

д-р техн. наук, проф. А.В. ЛЯСНИКОВА

Пористые материалы и покрытия широко применяются во всех областях науки и техники, в том числе в электронике, машиностроении и медицине. Среди них используются структуры, в которых превышен перколяционный предел, за которым не связанные между собой поры и каналы начинают образовывать сквозные проходы для пропускания текучей среды или прорастания другой твердой фазы, например, кости в имплантатах. Особую ценность приобретают материалы со сквозными каналами правильной геометрической формы и одинаковыми размерами.

Согласно формуле Козени размер пор в пористых композициях связан с размером частиц, из которых сформированы каркасы. В России для изготовления эмиттеров металлопористых катодов используется вольфрамовый порошок. Для получения необходимой пористой структуры биоактивного покрытия на титане, используемого в имплантологии, в настоящее время используют порошок из кальцийфосфатной керамики - гидроксиапатит (ГА).

Известно, что равномерность и прочность пористых материалов, можно повысить применяя порошки, максимально приближенные к монодисперсному состоянию. Поэтому в данном случае целесообразно использовать для повышения качества порошков по гранулометрическому составу известный способ, который заключается в термомеханической

обработке (ТМО) с применением длительного отжига, в процессе которого происходит иммобилизация мелких частиц к крупным и друг к другу, и последующего легкого размола для устранения грубых конгломератов. При этом средний размер частиц увеличивается, а размер крупных частиц не изменяется.

Сравнение процессов влияния температуры отжига ТМО в интервале 1650-1750 °С на размер частиц порошка вольфрама с характером изменения шероховатости покрытия из частиц гидроксиапатита, отожженных в процессе ТМО при 800 и 1000°С показало, что они отличается друг от друга. Процесс иммобилизации частиц гидроксиапатита при 800 °С замедлен, а затем с повышением температуры отжига вплоть до 1000 °С активизируется. Вольфрамовые частицы максимально укрупняются уже при температуре отжига ТМО 1650 °С, а при более высоких температурах этот процесс замедляется. Установлено, что процесс иммобилизации происходит наиболее активно на частицах в кристаллическом состоянии, нежели на частицах в аморфном состоянии. Поэтому процесс иммобилизации ультрамелких частиц гидроксиапатита и оксида алюминия на макрогранулах гидроксиапатита целесообразно выполнять при температуре 850-900 °С, так как при температуре отжига ТМО 800 °С порошок еще достаточно аморфен, а при температуре 1000 °С, несмотря на то, что степень кристалличности его сильно повышается, в структуре покрытия появляется трикальцийфосфат.

УДК 621.793.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ АКТИВАЦИИ НАПЫЛЯЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

И.П. ГРИШИНА, О.А. ДУДАРЕВА, Н.В. ПРОТАСОВА, СГТУ, г. Саратов
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.В. ЛЯСНИКОВА

Одним из наиболее эффективных способов повышения качества плазмонапыленных покрытий, широко используемых в машиностроении, приборостроении и медицинской технике, является специальная подготовка поверхности перед напылением.

Наиболее распространенным способом подготовки поверхности под напыление является воздушно-абразивная обработка, приводящая

к очистке поверхности, нарушению (высвобождению) межатомных связей, возрастанию контактной температуры на выступах под напыляемыми частицами. Получившаяся шероховатая поверхность имеет значительно большую истинную площадь, чем геометрическая, что облегчает механическое сцепление частиц с подложкой. При воздушно-абразивной обработке поверхности изделий, особенно из вязких материалов, возможно ее загрязнение внедрившимися частицами абразива. В связи с этими недостатками, а также с деформацией ажурных, тонких деталей воздушно-абразивную обработку иногда заменяют химическим травлением, которое также создает хорошо развитую шероховатую поверхность, однако требует тщательного подбора травящих составов для каждого материала и очищения детали после травления. Достаточно широко применяется ионное травление подложки, а также обработка плазмой тлеющего разряда, которая может осуществляться в том же технологическом объеме, в котором затем осуществляется напыление.

Каждый из вышеперечисленных методов подготовки поверхности имеет свои недостатки, поэтому нами предложена и обоснована новая методология гарантированного обеспечения оптимального сочетания физико-химических, механических и эксплуатационных свойств плазмонанпыленных покрытий, которая заключается в модифицировании поверхности основы в результате комплексной механической и физико-химической обработки потоком абразива и химическим травлением в ультразвуковом поле. Особенностью предлагаемого процесса подготовки поверхности перед напылением является использование ультразвуковой воздушно-абразивной обработки на режимах, исключающих размерную эрозию (избыточное давление 0,65 МПа, амплитуда УЗ 8-10 мкм, время обработки 30-40 с), введение дополнительной операции УЗ химического травления этой поверхности с целью получения равномерного рельефа при увеличенной шероховатости в растворе 2М HNO₃ + 1М HF в течение 5 минут с интенсивностью УЗ 9,6 Вт/см². Дополнительно при напылении подложке сообщаются ультразвуковые колебания малой амплитуды (5-6 мкм), способствующие более полному (до 90 %) заполнению лунок микрорельефа и увеличение вследствие этого адгезии. Применение данной технологии позволяет получать высококачественные адгезионнопрочные покрытия на изделиях машино- и приборостроения, а также медицинской техники.

УДК 541.136

СИНТЕЗ СМЕШАННЫХ МЕТАЛЛ-ФОСФАТОВ

А.А.КУЗНЕЦОВ, А.В. ТЕРЕШИНА, НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. С.Е. СМИРНОВ

В настоящее время увеличился спрос на пленочные литиевые аккумуляторы, что связано как с тенденцией миниатюризации электронных плат, так и с возросшими требованиями со стороны потребителей энергии. Разработка пленочных аккумуляторов значительно расширяет возможности современных миниатюрных устройств, таких как смарт-карты, имплантируемые медицинские приборы, микроэлектромеханические системы, блоки памяти, различные сенсоры, преобразователи и т. п. Сфера применения таких устройств очень велика, что может вызвать существенное увеличение масштабов производства таких аккумуляторов.

В качестве материала катода в промышленно-выпускаемых литиевых аккумуляторах используют литированные оксиды кобальта, никеля и марганца, имеющие такие недостатки, как токсичность и высокая стоимость; кроме того, электроды с такими материалами работают при высоких положительных потенциалах, что является одним из факторов снижения безопасности аккумулятора. В связи с этим возрос интерес к более низковольтным, но обладающим большой удельной емкостью катодным материалам - литий-металл фосфатам со структурой оливина: фосфат железа, фосфат титана, фосфат марганца, двойные фосфаты марганца-железа

Для получения железо-фосфата использовали аммоний дигидрофосфат $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и наноразмерные образцы оксида железа $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Для получения титан-фосфата использовали наноразмерные образцы со структурой анатаза – TiO_2 и $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Далее проводили смешение фосфатов железа и титана в различных пропорциях, а затем к полученному продукту добавлялся 20 % LiOH и осуществляли механоактивацию смеси в процессе пластического деформирования на аппаратуре высокого давления типа наковален Бриджмена. Отжиг проводили при 600 и 700 °С в течение 5 часов.

Анализ полученных экспериментальных результатов показывает, что в результате термообработки всех выбранных прекурсоров образуются смешанные литий-металл фосфаты. Наблюдается набор следующих фаз: LiFePO_4 , FeHP_2O_7 , $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$, $\text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3$, $\text{LiFe}(\text{P}_2\text{O}_7)$. При этом можно выделить следующие закономерности процессов формирования

наноструктур: соотношение фосфатов металлов должно быть 50 : 50 и температура термообработки 600 ° С .В этом случае образуется смешанный литированный фосфат $\text{LiFePO}_4 + \text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ с преобладанием первого.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки.

УДК 621.90.02.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УПРАВЛЯЕМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Н.Б. МУСАТАЕВА, А. МАКАНКЫЗЫ, КарГТУ, г. Караганда
Науч. рук. д-р экон. наук, проф. М.Р. СИХИМБАЕВ;
д-р техн. наук, проф. К.Т. ШЕРОВ

Предлагаемый методический подход к проектированию управляемой технологической оснастки (УТО) для расширения технологических возможностей метода обработки отверстий растачиванием заключается в исследовании точностных характеристик, преимущественно неравномерности припуска, на переходах обработки, предшествующих растачиванию. Для проектирования УТО необходимо знать предельные величины упругих отжатий инструмента, управление которыми осуществляется. Система автоматического управления, работающая по принципу стабилизации, предназначена для компенсации упругих смещений управляемого элемента технологической системы (в данном случае - резца), обусловленных колебаниями сил резания и неравномерной жесткостью технологической системы в различных направлениях.

При проектировании технологической оснастки необходимо обеспечить следующие технологические требования:

1. Обеспечить высокую точность измерений упругих отжатий формообразующей вершины резца в пределах 0-40 мкм при условии линейности характеристики датчика. Для этой цели, как показали выполненные исследования, целесообразно применение емкостных датчиков перемещений, имеющих высокую чувствительность, малые габариты и высокий уровень выходного сигнала.

2. Выбрать исполнительный механизм, позволяющий производить управление отжатиями пропорционально уровню сигнала датчика с точностью отработки управляющего воздействия до 1 мкм. Целесообразно применение в качестве исполнительного механизма отработки управляющего воздействия - пьезоэлектрический электромеханический

преобразователь перемещений, имеющих диапазон управляющих перемещений 0-40 мкм при напряжении питания 300 В (собственная частота колебаний $f = 10\text{кГц}$, развиваемое усилие 12000 Н при длине двигателя 215 мм и диаметре 20 мм).

3. При разработке конструкции устройства для управления упругими отжатиями инструмента необходимо учитывать метод обработки и тип металлорежущего станка. Следует убедиться в отсутствии механического резонанса устройства в рабочем диапазоне частот. При проектировании устройства необходимо обеспечить не менее, чем пяти-семикратное превышение частоты собственных колебаний устройства над частотами возмущающих воздействий.

УДК 621.90.02.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАТКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УПРУГИМИ ОТЖАТИЯМИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Н.Б. МУСАТАЕВА, А. МАКАНКЫЗЫ, КарГТУ, г. Караганда

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. К.Т. ШЕРОВ;

д-р экон. наук, проф. М.Р. СИХИМБАЕВ

Технологическая оснастка предназначена для растачивания отверстий на металлообрабатывающих станках различных групп. Назначение применяемой оснастки является повышение технологических возможностей оборудования по обеспечению точности обработки в сравнении с точностью, регламентированной стандартами для данного вида оборудования. Применение оснастки позволяет управлять точностью формы и расположением поверхностей деталей, то есть тем параметром, для управления которым у серийно изготавливаемых станков ограничено геометрической и кинематической точностью, заложенной при сборке станка. Необходимо отметить, что даже при очень высокой геометрической точности современного оборудования для достижения высокой точности формы растачиваемых отверстий требуется высокая точность предварительно обработанных отверстий. Это условие является следствием наличия в технологической системе звена с малой жесткостью - резца. За счет существенного снижения отклонения от круглости, а также уменьшения отклонения расположения можно расширить область применения растачивания на все случаи, когда по эксплуатационному назначению этот метод обработки выбран как окончательный. Применение

технологической оснастки также оправдано как снижение трудоемкости обработки, поскольку уменьшение коэффициента уточнения позволяет, при прочих равных условиях, уменьшить количество рабочих ходов или снизить требования к точности предварительной обработки и, за счет этого, совместить несколько переходов в один. Повышение эффективности использования оборудования обусловлено, в частности, возможностью расширения номенклатуры инструментов в магазине станка для их оперативного применения. Для практического применения предлагаемой технологической оснастки для управления упругими отжатыми инструмента, ее конструкция должно позволять установку его в инструментальном магазине станка или в револьверную головку при помощи манипулятора. При установке технологической револьверную головку станка должно осуществляться его автоматическое подключение к электронной части технологической оснастки через штекера, установленные на неподвижной части устройства. Конструкция устройства должна исключать попадание смазывающе-охлаждающей жидкости и стружки на внутренние элементы конструкции.

УДК 600.699.62

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Е.Л. НИКИФОРОВА, ИФТПС им. В.П. Ларионова СО РАН, г. Якутск
Науч. рук. канд. геолого-минералогических наук, доц. С.С. ЗАХАРОВА

Дизельные топлива (ДТ), в силу особенностей рабочего процесса на дизельных двигателях, на 25...30 % экономичнее бензинов, что и предопределило их широкое применение на практике.

Для стабильной и надежной работы двигателей внутреннего сгорания при низких температурах окружающей среды, актуальным является постановка работ по разработке технологии получения низкотемпературных дизельных топлив, применяемых в условиях Крайнего Севера.

Важными низкотемпературными характеристиками ДТ являются: *температура помутнения, температура начала кристаллизации, температура застывания, предельная температура фильтруемости.*

К настоящему времени низкотемпературное ДТ получают тремя способами: 1. **Добавлением легких фракций** в ДТ. Этот способ

не является рациональным, так как снижается выработка топлива и уменьшается температура вспышки. 2. **Добавлением депрессорных присадок.** Эти присадки способны снизить температуру застывания, но не температуру помутнения. Снижение температуры при помощи присадок весьма проблематично, так как: а) эффективность присадок зависит от состава и качества улучшаемых топлив. б) мощности отечественной промышленности не в состоянии обеспечить объемы производства присадок. в) Существует технологические трудности при использовании присадок. 3. Температуру застывания, помутнения и фильтруемости снижают **изменяя углеводородный состав** ДТ. Особенно эффективным способом понижения низкотемпературных свойств дизельных топлив является депарафинизация.

Из выше сказанного, видно, что несмотря на широкий выбор и разнообразие методов по улучшению низкотемпературных свойств дизельных топлив, данная проблема остается не решенной не только в России но и за рубежом. Проблема создания низкотемпературного дизельного топлива требует всесторонних и дальнейших исследований.

УДК 621.311

ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, СПЕЦИФИКА ИХ СВОЙСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ

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

Проанализировано влияние химической природы (степеней ковалентности (C_K), металличности (C_M) и ионности ($C_{И}$)), включая стехиометрию некоторых гомоядерных и гетероядерных (оксидных) неорганических веществ на их физико-химические свойства (температуру плавления ($T_{пл}$) и электропроводящие свойства), с последующей оценкой специфики их практического использования для оптимизации технологий производства катализаторов, электретов и металлов.

Показаны области существования диэлектриков, проводников и полупроводников для гомо-, и гетеросоединений со связями элемент – кислород в Периодической системе.

Проанализировано влияние типа химической связи гомоядерных материалов и их характеристических гетероядерных производных (оксидов, гидроксидов и кислот), на специфику их окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств. Показано, что восстановительные свойства гомоядерных соединений определяются преобладанием S_M , окислительные – S_K химической связи, а при переходе от сильноосновных оксидов к сильнокислотным падает роль S_M и S_I связи.

В результате установлены возможность оценки влияния природы оксида (на примере оксида алюминия) на специфику его кислотно-основного катализа, а также влияние химической связи на специфику технологии получения металлов (электролиз, углеродное и водородное восстановление).

Полученные обобщения впервые позволили системно обосновать практические рекомендации по применению неорганических оксидных веществ (в качестве проводников, полупроводников, диэлектриков катализаторов, электретов и т.д.) исходя из специфики их химической природы с последующей оптимизацией их дальнейшей переработки в металлы, стекло и керамику, кислоты и основания, удобрения и т.д.

УДК 620.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОГО КОМПАКТИРОВАНИЯ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА С ДОБАВЛЕНИЕМ НАНОПОРОШКА МОНОКАРБИДА ВОЛЬФРАМА

М.С. СЕДОВ, НГТУ, г. Нижний Новгород
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Г.Н. ГАВРИЛОВ;
канд. техн. наук, доц. Е.Е. РУСИН

В настоящее время разработка технологий и исследование процесса импульсного прессования крупнокристаллических порошков и нанопорошков, с целью изготовления высококачественных изделий различного назначения, является весьма актуальной задачей.

Цель работы заключалась в получении компактов методом импульсного прессования при температурах 20 °С, 100 °С, 200 °С и 300 °С, в исследовании их структуры и свойств.

Исследуемыми материалами являлись порошок восстановленного железа (средний размер частиц 2-8 мкм) с добавлением нанопорошка

карбида вольфрама (средний размер частиц 25-30 нм). Массовая доля монокарбида вольфрама составляла 5 % от общей массы порошковой смеси.

Для импульсного прессования исследуемых порошков был использован модифицированный метод Кольского.

Максимальная плотность достигала 95 % для компакта порошка железа с добавлением карбида вольфрама при предварительном нагреве до температуры 300 °С.

Проведенные исследования показали, что при одинаковых условиях нагружения увеличение температуры прессования приводит к росту плотности компактов. Было установлено, что микротвердость на поверхности компактов возрастает с ростом температуры предварительного нагрева порошка. Также микротвердость в центре компакта выше, чем на краю. Это связано с неоднородностью распределения напряжений при прессовании. Это в свою очередь зависит от условий нагружения (длительности импульса и амплитуды давления), температуры нагрева, соосности стержней и ударника.

Полученные компакты обладают достаточно однородной мелкозернистой структурой. Частицы порошка сильно деформированы после компактирования. Это привело к их разогреву, пластическому течению и объединению, вследствие трения частиц между собой.

УДК 519.713

ИМИТАЦИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ МАСС-СЕПАРАТОРА

О.А. ДУДАРЕВА, О.А. МАРКЕЛОВА, СГТУ, г. Саратов

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. С.В.БОБЫРЕВ;

д-р техн. наук, проф. А.В. ЛЯСНИКОВА

Для наглядного представления особенностей работы масс-сепаратора создана имитационная компьютерная модель, действие которой основано на математическом описании взаимодействия заряженной частицы с магнитным полем, в котором она движется.

Модель реализована по имитационной методике, которая позволяет организовать взаимодействие нескольких разнородных процессов в рамках одной модели. В качестве инструментального средства выбрана система MATLAB, которая содержит простой, но мощный язык программирования, подсистему 2-х и 3-хмерной компьютерной графики, статистическую

подсистему, позволяющую генерировать и анализировать случайные величины.

Компьютерная программа реализована в виде пяти программных модулей: **venedik01main.m** – главная программа, содержащая вызовы функций через интерактивное меню, реализованное в форме экранных движков; **venedik01ekran.m** – функция формирования главного экрана модели, на котором находятся экранные движки меню, и отображается движение иона; **venedik01otrisov.m** – функция визуализации текущего состояния моделируемой системы; **venedik01anim.m** – функция анимации движения иона в поле от момента испускания до момента попадания в плоскость диафрагмы; **venedik01imitat.m** – имитационная часть модели, которая генерирует параметры, определяющие режим работы масс-сепаратора, распределённые заданным образом.

Процесс моделирования производится следующим образом: запускается программный модуль **venedik01main.m**, после чего на экране появляется изображение зоны движения иона и меню задания параметров режимов моделирования: индикатор напряжённости поля, диафрагма и зона гистограммы. При помощи экранных движков устанавливаются значения параметров, определяющих режим работы масс-сепаратора: параметры магнитного поля (напряжённость); параметры излучения единичного иона (масса иона, начальная энергия, угол излучения); параметры диафрагмы (положение центра диафрагмы, ширина окна диафрагмы); параметры нормально распределённого пучка ионов (математическое ожидание начальной энергии; среднеквадратичное отклонение начальной энергии).

Функция анимации запускается путём нажатия на экранную кнопку «Анимация». В процессе анимации единичный ион совершает движение от точки излучения до плоскости диафрагмы

Функция имитации осуществляется после нажатия на экранную кнопку «Имитация». В процессе имитации генерируется заданное количество полётов ионов, по результатам которых строится гистограмма распределения попадания ионов в область диафрагмы.

При необходимости программа может быть легко модифицирована, например, заменён вид распределения пучка ионов.

УДК 620.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ ЖЕЛЕЗА С НАНОПОРОШКОМ ВОЛЬФРАМА

А.В. ТЕРЕНТЬЕВ, НГТУ, г. Нижний Новгород
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Г.Н. ГАВРИЛОВ;
Консультант канд. техн. наук, доц. Е.Е. РУСИН

Цель работы заключалась в получении компактов, спекании их, последующей лазерной обработке и исследовании структуры и механических свойств.

Исследуемыми материалами являлись порошок восстановленного железа и порошок восстановленного железа с добавлением нанопорошка вольфрама.

В ходе экспериментов по компактированию регистрировались кинематические параметры нагружения. Измерялась микротвердость полученных компактов. Исследование структур компактов проводилось на сканирующем электронном микроскопе TESCAN. Для лазерной обработки применялся импульсный твердотельный YAG:Nd³⁺ лазер. Результаты экспериментов подвергались статистической обработке.

В результате проведенных исследований было установлено, что микротвердость поверхности компактов повышается от края к центру вдоль диаметра. Это объясняется условиями эксперимента: соосностью нагружающего, опорного стержней и ударника, длительностью и амплитудой импульса воздействия, температурой эксперимента. Также в процессе компактирования в результате предварительного нагрева происходит увеличение плотности и уменьшение пористости, что является причиной увеличения микротвердости.

В результате лазерной обработки микротвердость поверхности компактов повышается, но лазерное воздействие распространяется только на тонкий поверхностный слой материала, вследствие того, что структура компакта имеет остаточную пористость и низкую теплопроводность по сравнению с исходным материалом (железом).

Исследование микроструктур компактов показало, что частицы порошка сильно деформированы после компактирования в результате высокого давления в импульсе сжатия, а их объединение (консолидация)

определяется сильным разогревом боковых поверхностей частиц порошка до температур близких к температурам плавления данного материала.

УДК 544.431.8

ОСЦИЛЛЯЦИИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

И.В. ТОРОПОВ, М.Р. ЗАГРИЕВ, Д.Ю. ИВАНОВ,
А.О. ЯМЩИКОВ, КузГТУ, г. Кемерово
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л. Л. ПРИЛЕПСКАЯ;
канд. техн. наук, доц. Е.Ю. СТАРИКОВА

При выполнении лабораторных работ по «Химии материалов» перед студентами была поставлена задача изучения процесса пассивации металлов для защиты их от коррозии. С этой целью мы осуществляли их оксидирование в среде кислот – сильных окислителей, в частности азотной кислоты. Однако неожиданно для нас на поверхности некоторых образцов, опущенных в жидкую фазу, стали происходить вспышки, или осцилляции. Обычно световые колебания продолжались в течение нескольких минут и заканчивались интенсивным выделением бурого диоксида азота без образования на поверхности металла защитной оксидной пленки. Изучение этого процесса было необходимым с целью выбора оптимальных условий пассивации металлов. Но с другой стороны, это необычное явление, когда происходили колебательные гетерогенные процессы на границе «металл-электролит» с выделением тепловой и световой энергии, вызвало у нас большой интерес. Известно, что аналоги колебательной реакции Белоусова – Жаботинского достаточно распространены в химии, биохимии, биологии и даже космофизических процессах. Поэтому данные явления являются объектами исследований в различных областях естественных наук. Мы зафиксировали эти наблюдения с помощью видеокамеры и решили продолжить исследования.

Для объяснения данного явления нами проводилось изучение химического состава металлических образцов и растворов после опыта. Качественный анализ растворов азотной кислоты после реакции показал наличие ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} . Световые осцилляции, являющиеся результатом колебательных процессов пассивации – депассивации металлов, наблюдались для низкоуглеродистых железосодержащих сплавов, характеризующихся низкой твердостью и менее прочными химическими связями в кристаллической структуре образцов. Как правило,

они содержали примеси цинка и марганца. На следующем этапе была поставлена задача изучения влияния анодных покрытий на ход колебательных реакций, чтобы проверить причину их возникновения за счет образования гальванических и микрогальванических пар в присутствии других металлов.

УДК 54-386

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ-ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.В. ЧЕРКАСОВА, И.П. ГОРЮНОВА, Д.Н. ПРОДАН,

КузГТУ, г. Кемерово

Науч. рук. д-р хим. наук, проф. Т.Г. ЧЕРКАСОВА

Биметаллические комплексы являются перспективными прекурсорами для получения новых полифункциональных материалов, а также молекулярных и ионных предшественников. Из возможных превращений координационных соединений, инициируемых физическими факторами, наибольшее значение приобрел термолиз. Термическое разложение двойных комплексных солей (ДКС), состоящих из комплексного катиона и комплексного аниона с разными центральными атомами, позволяет получать смеси оксидов металлов, равномерно распределённых на наноуровне, причём процесс протекает при относительно невысоких температурах с получением частиц с высокой реакционной способностью. Образование композитов является результатом многоступенчатого процесса деструкции лигандов. В этом плане интерес представляют ДКС с инертными термодинамически и кинетически устойчивыми анионами, что позволяет осуществить прямой синтез ДКС на их основе. Получены комплексы с гекса(изотиоцианато)хромат(III)- и тетра(изотиоцианато)диамминхромат(III)-анионами, катионы которых представляют собой комплексы металлов III группы с нейтральными азот- и серусодержащими органическими молекулами. ДКС представляют собой устойчивые при хранении на воздухе негигроскопические бледно-сиреневые мелкокристаллические порошки.

Термолиз ДКС металлов III группы с изотиоцианатохроматными(III) анионами на воздухе изучен на дериватографе Q-1500Д в условиях неизотермического нагрева с эталоном $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ при скорости нагрева

5 град/мин в интервале температур 20-1000°C. Термическое исследование соединений в инертной атмосфере гелия при нагревании со скоростью 5 град/мин проведен на синхронном термоанализаторе NETZSCH STA 409 PG/PC LUXXR. ИК-спектры продуктов термолиза сняты на инфракрасном Фурье-спектрометре FTIR «Tensor27» фирмы Bruker в матрицах KBr в интервале частот 4000-400 см⁻¹. Рентгенофазовый анализ выполнен на дифрактометре ДРОН-3М на CuK α - излучении.

Гекса(изотиоцианато)хромат(III) калия термически устойчивее соли Рейнке. Он начинает разлагаться при температурах выше 150 °С, в то время как соль Рейнке подвергается термолизу уже при 70-80 °С. Такие же закономерности наблюдаются при сравнении процессов терморазложения соединений.

УДК 661.566.097

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА

А.А. ШАЙХУТДИНОВ, КГЭУ, г. Казань

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

В технологическом процессе производства азотной кислоты применяется двухступенчатая система окисления аммиака. В качестве катализатора на первой ступени применяется платина, на второй ступени оксидные катализаторы сотовой структуры. Применение двухступенчатой системы позволяет уменьшить массу платиноидных сеток на 25 %, сократить безвозвратные потери платиноидов на 15 -25 %, увеличить время работы платиноидных сеток, обеспечить равномерное распределение газового потока в реакторе, предотвратить попадание аммиака в нитрозный газ.

Ранее были сделаны попытки установить корреляцию между физико-химическими свойствами оксидов и их каталитической активностью. При этом были проанализированы следующие свойства оксидов: магнитный момент иона, число d-электронов, радиус иона, ширина запрещенной зоны, тип проводимости, работа выхода электрона, энергия связи катализатор-кислород, удельное электрическое сопротивление. Однако установить однозначную связь указанных параметров катализаторов с их каталитической активностью не удалось.

В настоящей работе проанализирована связь каталитической активности некоторых металлов, а также оксидов металлов и неметаллов с величиной магнитной восприимчивости, магнитного момента, типом и параметром кристаллической решетки.

Установлено, что наибольшую каталитическую активность имеют вещества, имеющие при температуре реакции окисления аммиака парамагнитную структуру.

УДК 666.97

ПЕНОЦЕМЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ДОБАВКОЙ ЛК

Е.А. ЯКОВЛЕВА, БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород
Науч. рук. канд. техн. наук, ст. преп. Т.В. АНИКАНОВА

Пенобетон относится к числу прогрессивных и перспективных строительных материалов, которые все более широко применяются в жилищном и гражданском строительстве Российской Федерации.

Ускорение процессов схватывания и структурообразования пеноцементных систем позволяет снизить материалоемкость, трудоемкость и стоимость строительства. Для снижения расхода пенообразователя и повышения устойчивости пены на анионных пенообразователях целесообразно использовать малоалюминатные цементы, что обуславливает длительные сроки схватывания цементной суспензии.

Предложенная добавка сокращает время начала и конца схватывания. В зависимости от дозировки добавки время начала схватывания можно сократить до 10 минут, а конца – до 30 минут. Это позволяет ускорить обрабатываемость форм и увеличить производительность технологических линий по производству изделий из пенобетона. Достоинством этой добавки является не только то, что она ускоряет сроки схватывания, но и снижение усадочных деформаций с 4,1 мм/м (без добавок) до 2,1 мм/м (0,075 % ЛК).

Из приведенных данных следует вывод, что эта добавка представляет практический интерес при производстве пенобетонных изделий.

УДК 621.38

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДИЭЛЕКТРИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ

А.В. БОРОДУЛИН, БОУ СПО ВО «Череповецкий лесомеханический
техникум им. В.П. Чкалова», г. Череповец, Вологодская область
Науч. рук. Н.М. ДИЛИГЕНСКАЯ

Поляризация диэлектриков - это смещение электрических зарядов в диэлектрике под действием приложенного электрического поля, которое может осуществляться благодаря сдвигу ионов относительно друг друга, деформации электронных оболочек отдельных атомов, молекул, ионов либо ориентации электрических диполей, существовавших в диэлектрике и в отсутствие электрического поля. У поверхности диэлектрика, в которую входят линии напряженности внешнего поля, возникают отрицательные заряды концов молекул диполей, а у противоположной поверхности возникают положительные заряды. Исследования показали, что данный эффект можно реализовать путем внесения диэлектрика в пространство между обкладками воздушного конденсатора. В результате взаимодействия поля конденсатора с диэлектриком, диэлектрик поляризуется. Большой интерес, в качестве надежных диэлектриков, на сегодня представляют сегнетоэлектрики, которые являются особой разновидностью пироэлектриков

Актуальность работы заключается в том, что автором определены направления усовершенствования электротехнических конструкций и разработаны рекомендации, которые необходимо учитывать в промышленной практике. Явление поляризации диэлектриков предпочтительно контролировать в конденсаторах, в радиочастотных кабелях, электрических линиях задержки. Кроме того, диэлектрическая проницаемость различных веществ существенно влияет на поляризацию диэлектриков. Рекомендовано учитывать, что поляризация, даже в отсутствие электрического поля, может наблюдаться и в некоторых веществах типа смол и стёкол, называемых электретами. Поляризованные при высоких температурах, а затем охлаждённые, электреты сохраняют достаточно долгое время поляризацию без поля. В работе было учтено, что поляризация диэлектриков, в отсутствие электрического поля, до сих пор рассматривались в диэлектриках, в которых поляризация возникала под действием внешнего электрического поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимова Т.И. Курс физики.- М.: Высшая школа, 1990.
2. Савельев И.В. Курс общей физики.- М.: Наука, 1978.- Т.2.
3. Койков С.Н. Физика диэлектриков. Издательство Ленинградского университета, 1974 г.,-165 с.
4. Воробьев В.А., Ерохин Г.С. и др. Физика твердых диэлектриков. Область сверхсильных электрических полей, Физика № 8, 2000 г.
5. Воробьев. Диэлектрические свойства электроизоляционных материалов. Издательство Томского университета, 1984 г.,-125 с.
6. Губин А.Н. Физика диэлектриков. - М.ВШ, 1971 г., -268 с.
7. Сканави Г.И.. Физика диэлектриков (область слабых полей). - М.,Л.,1949 г., 489 с.

УДК 621.31

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО
СТЕКЛА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО
В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ НА ТЕРРИТОРИИ
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Л.В. ЛЁЗИНА, БОУ СПО ВО «Череповецкий лесомеханический техникум
им. В.П. Чкалова», г.Череповец, Вологодская область
Науч. рук. Н.М. ДИЛИГЕНСКАЯ

Современные стеклянные высоковольтные изоляторы, применяемые на воздушных линиях электропередач и в аппаратах открытых распределительных устройств, без значительной потери своих эксплуатационных свойств и без заметного старения могут выдерживать, как факторы окружающей среды характерные для Вологодской области, так и внутренние нагрузки, что важно учитывать при различных режимах работы областных предприятий энергоснабжения. Цель работы заключалась в определении перспективности применения электротехнических стекол в качестве диэлектрических материалов, для рационального применения их в электрическом оборудовании на промышленных предприятиях Вологодской области. Ранее такие исследования не проводились. Кроме того, наши исследования подтверждают, что закаленные изоляторы из обычного щелочного стекла, хотя и уступают по некоторым свойствам таким же изоляторам из малощелочного стекла, могут продолжать эффективно использоваться

в качестве подвесных изоляторов на территории Вологодской области. В нашей стране подвесные закаленные стеклянные высоковольтные изоляторы ПС-4-5 установлены на линиях электропередачи напряжением 31,110 и 220 кВ. Именно такие изоляторы активно применяются на территории области. В работе проведена социальная оценка исследования.

Исследованиями подтверждено, что электротехническое стекло в качестве материала для изоляторов имеет некоторые преимущества перед фарфором. В частности у него более стабильная сырьевая база, проще технология, допускающая большую автоматизацию, возможность визуального контроля неисправных изоляторов. Дело в том, что при пробое изолятора в гирлянде, его диэлектрическая «юбка» разрушается и падает на землю в случае выполнения юбки из стекла, тогда как при пробое фарфорового изолятора юбка остается целой. Поэтому, неисправные стеклянные изоляторы видны невооруженным глазом, тогда как диагностика вышедших из строя фарфоровых изоляторов возможна только с помощью специальных приборов, например приборов ночного видения «Филин».

В результате теоретического исследования по теме были разработаны рекомендации, которые носят практический характер.

УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПАУНДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

Ю.А.ОНИСОВ, БОУ СПО ВО «Череповецкий лесомеханический
техникум им. В.П. Чкалова», г. Череповец, Вологодская область
Науч. рук. Н.М. ДИЛИГЕНСКАЯ

На современном этапе развития общества научно-технический прогресс связан, прежде всего, с разработкой и использованием новых, более совершенных материалов, применяемых в изоляции электрооборудования. Особенно это справедливо для области электротехники. Надежность, верхний и нижний пределы допустимых при эксплуатации температур, стойкость к внешним факторам. В последнее время на практике стали применяться компаунды порошкообразные для нанесения изоляционного слоя в электрооборудовании методом вихревого напыления. Некоторыми компаундами являются одновременно и пропиточные и заливочные. В таких компаундах при их использовании могут протекать химические реакции.

Наибольшее распространение получают в настоящее время синтетические компаунды. Они могут быть изготовлены на основе различных материалов, но наибольшее значение имеют эпоксидные. Широко применяются также кремнийорганические, полиэфирные и некоторые другие компаунды, но из-за высокой стоимости их применение ограничено. Компаунды широко применяются на производстве, которое занимается обслуживанием и установкой электротехнического оборудования.

Исследуя технические характеристики компаунда было выяснено, что недостатками этого диэлектрического материала являются: старение, усадка, высыхание и потеря свойств компаунда. Исследования подтверждают, что, несмотря на некоторые недостатки, компаунды является одним из самых универсальных и надёжных изоляционных материалов. Кроме того, представлены доказательства, что на данный момент компаунды превосходят по своим диэлектрическим характеристикам подавляющее большинство искусственных материалов, применяемых в электротехнической области.

Говоря о социальной оценке исследования диэлектрических свойств компаундов в изоляции электрооборудования, можно обратить внимание на то, что специалистами была проведена оценка потребления электроизоляционных материалов на Российском рынке. Объем потребления в Российской Федерации электроизоляционных компаундов на 2011 год можно оценить на уровне 4500 тыс. тонн, или 9.3 млн. евро в год.

УДК 621.38

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ ЭФФЕКТОВ НА СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. СОКОЛОВА, БОУ СПО ВО «Череповецкий лесомеханический
техникум им. В.П. Чкалова», г. Череповец, Вологодская область
Науч. рук. Ю.В. ДИЛИГЕНСКАЯ

Цель работы заключалась в теоретическом исследовании гальваномагнитном эффекте, как методе определения характеристик материала и явлений, возникающих в полупроводниках при эксплуатации автоматизированного электрооборудования. Было рассмотрено, что в полупроводниковых материалах гальваномагнитные явления проходят значительно сложнее, чем в металлах, т.к. полупроводники содержат два

типа носителей зарядов или больше, например тяжёлые и лёгкие дырки и электроны. Время их свободного пробега существенно зависят от энергии, а эффективные массы анизотропны. Магнитное поле отклоняет электроны и дырки в одну сторону так, как дрейфуют они в противоположные стороны. Изучение гальваномагнитных эффектов в полупроводнике даёт обширную информацию о концентрациях носителей, о структуре энергетических зон полупроводника и характере процессов рассеяния.

Актуальность работы заключается в том, проведенные исследования подтверждают эффективность применения полупроводниковых изделий с гальваномагнитным явлением.

При работе над темой было определено значение гальваномагнитных эффектов в полупроводниках для практического использования и сделан вывод, что гальваномагнитные эффекты в полупроводниках применяют не только как метод исследования свойств материала, позволяющий определить тип носителей заряда (электронный или дырочный) в металле или полупроводнике, эти явления имеют практическое применение для построения датчиков. В отличие от трансформатора тока, такой датчик измеряет переменный и постоянный ток. Применяется он и в магниточувствительных бесконтактных выключателях.

В работе проведена социальная оценка исследования.

УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СВОЙСТВ ГАЗООБРАЗНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ДУГОГАШЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

А.А. ТРЯНИЧЕВА, БОУ СПО ВО «Череповецкий лесомеханический
техникум им. В.П. Чкалова», г. Череповец, Вологодская область
Науч. рук. Н.М. ДИЛИГЕНСКАЯ

При работе над темой была определена роль тепловых свойств газов, создающих эффект дугогашения в электрооборудовании. Актуальность работы заключается в том, что при исследовании учтено, что на практике приходится встречаться главным образом с неоднородными электрическими полями. Такие неоднородные поля наблюдаются между соседними проводами высокого напряжения, а также между проводом и заземленной мачтой - на линиях электропередачи и в других случаях, что характерно для всей системы энергоснабжения на территории Вологодской

области. Результаты теоретического исследования дают возможность предусмотреть варианты более рационального использования газов в различных видах электрооборудования, в том числе и на предприятиях Вологодской области. Преимуществом газов перед остальными видами диэлектрических материалов являются высокое удельное сопротивление, малый тангенс угла диэлектрических потерь, малая (близкая к единице) диэлектрическая проницаемость. А наиболее важным свойством газов является их способность восстанавливать электрическую прочность после разряда, что значительно влияет на общий процесс дугогашения в электрооборудовании. Важно отметить, что на надежность газообразных диэлектриков, применяемых для дугогашения в электрическом оборудовании влияет химическая инертность газов, а при ионизации, эти газы не должны образовывать особо активных веществ, способных разрушать твердые материалы или вызывать коррозию. Недостатками оборудования с дугогасительными камерами являются: сравнительно небольшие номинальные токи и токи отключения; возможность коммутационных перенапряжений при отключении малых индуктивных токов; небольшой ресурс дугогасительного устройства по отключению токов короткого замыкания, что требует контроля в процессе эксплуатации. В работе выполнена социальная оценка исследования.

СЕКЦИЯ 4. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

УДК 629.424

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

Р.А. ШАЯКБЕРОВ, В.С. КОНТАНИСТОВ, Ф.Н. МИФТАХОВ,
КГЭУ, г. Казань

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

Ритмичная и устойчивая работа железнодорожного транспорта во многом обусловлена надежностью тягового подвижного состава (ТПС).

В настоящее время в связи с ростом скоростей, увеличением весовых норм поездов и повышением требований к безопасности движения значительно возросло значение эксплуатационной надежности

локомотивов. Надежность локомотивов в эксплуатации обеспечивается в основном своевременным и качественным техническим обслуживанием и ремонтом, что во многом зависит от уровня технологической готовности локомотиворемонтного производства.

Анализ основных показателей технического состояния локомотивного парка сети магистральных железных дорог показывает, что общее число неисправных локомотивов сохраняется на уровне 10 – 12 %. Высокими остаются показатели простоев на всех видах ремонта, количество отказов и случаев непланового ремонта локомотивов. Наиболее часто выходят из строя электрическая аппаратура – 44 – 55,0 %; тяговые электродвигатели (ТЭД) – 13 – 17 %; вспомогательные электрические машины – 3,5 – 5,3 % от общего числа отказов. Неисправности коллекторно-щеточного узла (КЩУ) составляют 10 – 15 % от общего количества отказов ТЭД электровозов. Основными причинами такого положения являются неудовлетворительное качество текущего ремонта и технического обслуживания, недостаточный уровень механизации трудоемких производственных процессов ремонта.

Таким образом, одной из актуальных задач в локомотивном хозяйстве сети железных дорог является улучшение технического состояния электровозов в эксплуатации за счет совершенствования и повышения качества технического обслуживания и ремонта посредством применения в ремонтных локомотивных депо прогрессивных технологий и современных средств в системе планово-предупредительного ремонта подвижного состава.

УДК 621.3

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ТРУБ

А.Н. ХУСНУТДИНОВ, Б.Ф. ГАТИН, И.И. ХАМИДУЛЛИН,
КГЭУ, г. Казань

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

Анализ литературных данных о работе систем теплового энергоснабжения в энергетике и промышленности показывает, что в некоторых российских публикациях авторы отмечают высокий уровень потерь, которые имеют место в пределах от 25 % до 60 %. Это существенным образом снижает эффективность производственного процесса по таким важным показателям как: КПД, себестоимость продукции. Рост цен на энергоносители усугубляет данную проблему и требует безотлагательного

ее решения. В этой связи необходимо обратить самое серьезное внимание на устранение сложившейся неблагоприятной тенденции. Её можно решить путем создания высокоэффективных тепловых транспортных систем, с высоким уровнем технологического КПД.

Для решения данной проблемы необходимо разработать такую конструкцию системы теплопередачи, которая позволяла бы снизить потери передачи до 12 % при низком уровне капитальных вложений на производство и монтаж новых конструкций труб.

По специально разработанной программе исследований были изготовлены стенды с использованием компьютерных технологий для проведения экспериментальных исследований, а также методика обработки данных измерений, обеспечивающие высокую адекватность и достоверность результатов.

Использование внешнего контура в конструкции систем теплоснабжения, являющееся принципиально новым техническим решением, защищенным 3 патентами, позволяет повысить КПД системы теплоснабжения. Внешний контур системы выполняет две важные функции: является термоизоляцией для внутренней горячей воды; утилизирует тепло, поступающее от внешней стенки горячей трубы, и направляет его к источнику.

УДК 621.316:629.1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОЛЕСНЫХ ПАР ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

О.И.ТЮМЕНЕВА, Ф.К. МЕССА, А.А. ДАВЛЕТШИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. П.П. ПАВЛОВ

Высокоскоростные поезда нового поколения должны отличаться повышенной пассажироместимостью и технико-эксплуатационной безопасностью для обеспечения удовлетворения потребностей пассажиров в быстром передвижении, в условиях конкуренции со стороны других видов транспорта. При этом необходимо учитывать вопросы экономии расходов на эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

Колесные пары входят в состав тележечной экипажной части подвижного состава. Они являются связующим звеном между движущимся подвижным составом и рельсами, поддерживают экипажную часть и передают силы, обеспечивающие ее ускорение или замедление. От

результатов безопасного функционирования колесных пар во многом зависит надежность работы всех систем подвижного состава. Поэтому к выбору и расчету параметров колесных пар предъявляются высокие требования, которые должны соответствовать специальным требованиям и стандартам.

Согласно стандарту DIN EN 50126, если при оценке качества колесной пары принимается решение о возможности появления отказа, но с низкой вероятностью, то дальнейшая ее эксплуатация допускается только с разрешения предприятия, которая выпускает подвижной состав и при особом контроле эксплуатирующих организациями.

Инженерно-техническую работу по выбору и расчету параметров колесных пар условно можно разделить на три этапа. Первый требует выполнение общих правил инженерно-технической практики, которые должны быть общеизвестными, научно обоснованными, испытанными на практике. На втором этапе необходимым условием является использование последних достижений передовых технологий при разработке железнодорожной техники. Третий этап характеризуется максимально высоким уровнем применения достижений науки и техники в смежных областях знаний. Особую ценность представляют материалы, содержащие результаты испытаний и опытной эксплуатации новых колесных пар на действующих образцах высокоскоростного наземного транспорта.

УДК 621.316:629.1

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КОЛЕСНЫМ ПАРАМ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

О.И. ТЮМЕНЕВА, А.А. ДАВЛЕТШИН, А.Р. ХАЕРТДИНОВА,
КГЭУ, г. Казань

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

Актуальной проблемой при развитии высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ) являются вопросы увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок, а также повышения скоростей движения транспортных средств. Эти вопросы решаются путем совершенствования традиционных видов транспорта, либо разработкой принципиально новых транспортных средств.

Моторная и прицепная тележки, куда входит колесная пара относятся к наиболее ответственным элементам высокоскоростного поезда. Колесные пары предназначены для придания направления

движения вагона по рельсовому пути и восприятия всех нагрузок, передающихся от вагона на рельсы и должны обеспечивать высокую надежность. Тележки вагона должны соответствовать ГОСТ 10527-84 и быть оборудованы предохранительными устройствами от падения на путь их узлов и деталей, обеспечивая скорость движения 200 или 250 км/ч. Рессорное подвешивание выбирается исходя из условия плавности хода и обеспечения устойчивости движения вагона. В случае применения рессорного подвешивания с большим статическим прогибом необходимо предусматривать постановку ограничителя боковой качки. Конструкция и параметры тележек должны выбираться исходя из обязательного выполнения требований к безопасности движения, качеству хода, прочности, воздействию на путь и общей эффективности вагона. Поэтому к колесным парам предъявляются особые, повышенные требования.

При движении ВСНТ со скоростями 250-350 км/ч. и выше, колесная пара вагона должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- обладать достаточной прочностью, имея при этом минимальную необрессоренную массу;
- обладать достаточной упругостью, которая обеспечивает снижение уровня шума и смягчение толчков, возникающих при движении вагона по рельсовому пути;
- совместно с буксовыми узлами обеспечивать наименьшее сопротивление при движении вагона и минимальный износ элементов, подвергающихся изнашиванию в эксплуатации.

УДК 621.316:629.1

ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

А.А.САВЕЛЬЕВ, А.Р. ХАЕРТДИНОВА, А.А. ИБРАГИМОВ,
КГЭУ, г. Казань

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

Вопросы уменьшения затрат на техническое обслуживание современного и модернизированного высокоскоростного наземного транспорта (ВСНТ) решаются различными методами, в том числе, за счет использования современных компьютерных технологий управлением движения ВСНТ, модернизацией современных генераторов переменного

тока, оптимизации режимов работы компрессора, сокращения продолжительности работы основных силовых агрегатов и т.д.

Наиболее сложной из подсистем комплекса ВСНТ является контрольно-проверочная аппаратура (КПА), которая в современных и перспективных комплексах предназначена для выполнения большого количества функциональных задач.

КПА в процессе функционирования подвержена возникновению отказов. Для предотвращения появления и устранения появившихся отказов, существует несколько основных направлений:

- предотвращение возникновения отказов;
- улучшение ремонтпригодности;
- обеспечение устойчивости КПА к отказам (отказоустойчивость).

Реализация первого направления на данном этапе развития науки и техники не позволяет полностью исключить появление отказов. При реализации второго направления выполнение эксплуатационной задачи комплексом задерживается, а в случае отсутствия резервных элементов (элементов) – откладывается. Третье направление связано с отказоустойчивостью, под которой понимается свойство КПА продолжать выполнение своих функций с вероятностью не ниже заданной при возникновении в ней неисправностей (отказов). В основе обеспечения отказоустойчивости лежат процессы диагностирования и принятие многоальтернативного решения о техническом состоянии КПА по результатам ее самоконтроля. В докладе рассматривается комбинаторно-диагностический подход к рассмотрению состава КПА комплексов ВСНТ, позволяющий автоматизировано выявлять и локализовать отказы с помощью гибких алгоритмов самоконтроля.

УДК 612.311

РАБОЧИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ СИСТЕМЫ И МАГНИТНЫХ ПОТЕРЬ

Е.В.ОЗЕРОВА, МГТУ им. Г.И.Носова, г. Магнитогорск
Науч.рук. д-р техн. наук, проф. Р.Г. МУГАЛИМОВ

Рабочие, механические и энергетические характеристики асинхронных двигателей, рассчитанные без учета нелинейности

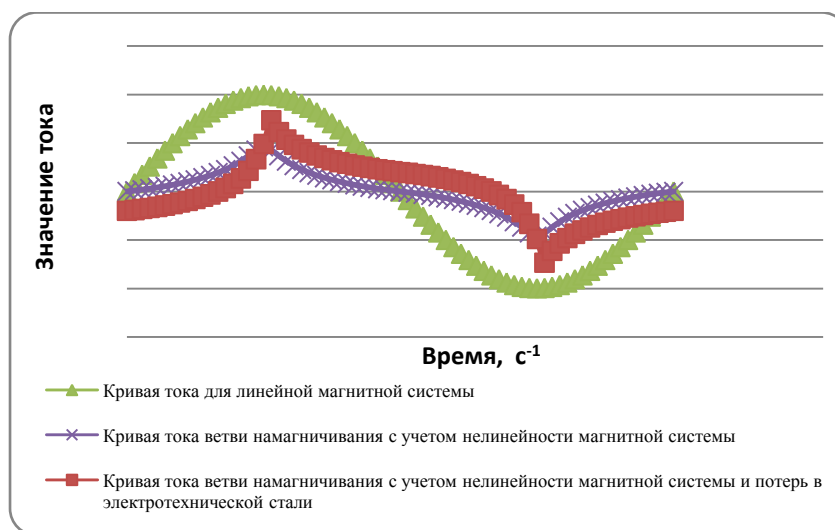
и магнитных потерь в электротехнической стали существенно отличаются от экспериментальных. Отличия характеристик может составлять 10-15%. В этой связи является актуальной разработка математической модели асинхронного двигателя (АД) адекватной реальному.

В данной работе ветвь намагничивания электрической схемы замещения АД описывается уравнением вида:

$$i = -\tau \cdot \ln(1 - \sin(\omega t \pm \varphi)), \quad (1)$$

где $\tau = \Delta U / \Delta i$ – где ΔU , Δi приращения параметров на линейной части кривой намагничивания; $\sin(\omega t \pm \varphi)$ – закон изменения питающего напряжения.

Для решения проблемы разработана компьютерная программа, моделирующая законы изменения токов в ветвях электрической схемы замещения АД с учетом нелинейности и магнитных потерь в электротехнической стали. На рисунке 1 приведены осциллограммы токов ветви намагничивания АД с учетом нелинейности магнитной системы и потерь в электротехнической стали.



Разработка рекомендуется проектировщикам АД, специалистам по электрическим машинам и аппаратам.

УДК 621.316:629.1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

А.А. САВЕЛЬЕВ, А.Н. ХУСНУТДИНОВ, Л.И. РАЗЯПОВ,
КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. П.П. ПАВЛОВ;
д-р техн. наук, проф. Р.Г. ИДИЯТУЛЛИН

На железных дорогах мира в настоящее время эксплуатируется около десяти систем электрической тяги, различающиеся родом и частотой тока, а также уровнем напряжения в контактной сети и на ЭПС. Четыре из них – доминирующие: это системы 25 кВ, 50 Гц и 15 кВ, 16 2/3 Гц переменного тока, 3 и 1,5 кВ постоянного тока; их следует отнести к классу традиционных.

Большинство остальных (1,9 %) нетрадиционных систем (исключая систему с напряжением 50 кВ) было создано на начальных этапах электрификации железных дорог в процессе поиска наиболее приемлемых и технически реализуемых в то время систем электрической тяги.

В настоящее время существующие системы переменного тока напряжением 25 кВ и 2х25 кВ в состоянии полностью удовлетворить достаточно большие объемы перевозок. Заглядывая в будущее и опираясь на мировой опыт, представляется целесообразным оценить возможности дальнейшего повышения энергетической эффективности электрической тяги. Повысить энергетические возможности системы тягового электроснабжения требуется и при введении высокоскоростных поездов (300-350 км/ч), поскольку такие поезда потребляют столько же энергии, сколько и тяжеловесные.

Система электрической тяги переменного тока напряжением 50 кВ в контактной сети и электроподвижном составе (ЭПС) позволяет повысить провозную способность (по отношению к базовой с напряжением 25 кВ) почти в 2 раза и увеличить расстояние между тяговыми подстанциями до 80-100 км.

Увеличить энергетическую эффективность действующих транспортных магистралей и коридоров, электрифицированных по системе постоянного тока, возможно путем повышения напряжения контактной сети до 6 или 12 кВ с модернизацией существующего электроподвижного состава, рассчитанного на напряжение 3 кВ. Это может оказаться целесообразным, если учесть, что при переводе на переменный ток требуется замена всего парка ЭПС.

УДК 621.7 П244

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ

Л.Х. САЙГАФАРОВА, УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. к-т техн. наук, доц. Ю.В. РАХМАНОВА

Высокочастотный трансформатор является важным элементом установки для индукционного нагрева. Внедрению индукционного нагрева, как передовой технологии, способствуют такие его преимущества, как возможность автоматизации технологического процесса, установки индукторов непосредственно в поточные группы, быстрота нагрева и высокие технико-экономические показатели. Вопрос о повышении КПД источников энергии высокой частоты имеет весьма большое значение в связи со всевозрастающей массовостью применения высокочастотных электротехнологических установок.

Проведена работа по проектированию сварочного трансформатора по аналогии с существующими установками для индукционного нагрева металлов. Целью исследований является сокращение высокочастотных потерь в магнитопроводе за счет используемой аморфной стали. Проведен электромагнитный расчет преобразователя частоты для индукционной закалки металлов и непосредственно самого высокочастотного закалочного трансформатора с применением современной конструкции, материала и уточненной методики.

Особенностью индукционных установок является тесная взаимосвязь режимов работы индуктора, источника питания и системы управления. Оптимальный выбор схемы полупроводникового комплекса (мостовой последовательный инвертор со встречно-параллельными диодами и удвоением частоты), способного удовлетворить заданным технико-экономическим требованиям, был основан на сопоставлении главных показателей различных схем и видов автономных инверторов.

Таким образом, разработана высокочастотная закалочная установка с высокими технико-экономическими показателями, которая может быть использована подвижными бригадами, использующих сварочное оборудование.

УДК 621.316:629.1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**А.А. САВЕЛЬЕВ, А.Р. ХАЕРТДИНОВА, Ф.Ф.РАКИПОВ,
Т.Г. УСМАНОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. П.П. ПАВЛОВ**

Во многих отраслях науки и техники для производства электрической энергии и ее применения в устройствах электропривода широко используются электромеханические преобразователи (ЭМП). ЭМП совместно с различными средствами преобразования, управления, регулирования, контроля и защиты образуют электромеханические системы (ЭМС). Техническое совершенство ЭМС в значительной степени определяется совершенством соответствующего электропривода и степенью его автоматизации. Под автоматизированным электроприводом понимается электромеханическая система, снабженная устройствами автоматического управления, обеспечивающего оптимальное (в смысле производительности, качества получаемой продукции, минимизации материальных и энергетических затрат) управление движением рабочих органов в соответствии с условиями технологического процесса.

В состав электропривода входят набор унифицированных системных элементов управления и функциональными модулями, характерных для каждого типа ЭМС. Функциональными модулями решаются такие технологические задачи, как позиционирование и регулирование технологического параметра с обратной связью. Такими же функциональными модулями являются преобразователи и двигатели. Точно и надежно управляемые приводы обеспечивают правильную работу машин. Для этого используется система электроприводов в серводвигателях и преобразователи для асинхронных и синхронных электродвигателей с большой динамикой при минимальных габаритах.

Для решения вышеперечисленных задач разработана концепция интеллектуального электропривода, основной идеей которой является уменьшение стоимости программного обеспечения и замена сложной и дорогостоящей механики. Таким интеллектуальным приводом решаются различные сложные функции, например, синхронное движение, угловая синхронизация и другие специфические задачи регулирования, интегрированные в привод технологическим программным обеспечением.

УДК 910

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РОССИИ

И.И. ЛАЗАРЕВ, З.М. ЗАКИРОВ, Р.М. КАМИДУЛЛИН, Т.Г. УСМАНОВ,
КГЭУ, г. Казань

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

Наша страна имеет огромный потенциал энергосбережения, который сопоставим с приростом производства всех первичных энерго-ресурсов. Потенциал России по энергосбережению способен решить проблему обеспечения экономического роста страны. Существенным фактором снижения экономического роста страны может стать нехватка энергии. Если в стране будет отсутствовать скоординированная политика по энергоэффективности, то по оценке экспертов, темпы снижения энергоемкости до 2015 года могут резко упасть.

Меры, принятые в 1998-2010 годах по снижению энергоемкости оказались недостаточными. Энергопотребление возможно снизить на 35 %, если довести внедрение энергоэффективного оборудования до уровня который уже существует в некоторых странах Евросоюза.

На данный момент в России наблюдается формальное отношение к энергоаудиту. Между тем, для того чтобы были выполнены качественные, энергосберегающие мероприятия, обоснованные технически и экономически – необходимо провести детальный энергоаудит, который включал бы в себя составление топливно-энергетических балансов энергообъекта.

Существует два способа решения проблемы по энергосбережению <http://energyeffect.net/index.php?id=19>:

1. Нарращивание добычи нефти и газа, а так же строительство объектов электрогенерации – это требует больших капиталовложений.

2. Повышение эффективности применения топливно-энергетических ресурсов за счет этого обеспечится экономический рост России. Это менее затратный способ.

На практике же, для достижения поставленной задачи, необходимо использовать оба способа.

Ранее еще одной из проблем по повышению энергоэффективности был недостаток новых технологий. Сейчас эта проблема решена. Российский рынок предлагает довольно обширный выбор энергосберегающего оборудования, различных материалов. Для устранения

упомянутых выше проблем энергосбережения в России, конечно, прежде всего, необходима поддержка государства этого направления.

УДК 621.31

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.О. БАЛАХОНЦЕВ, Т.Р. ШАЙМАРДАНОВ, УГАТУ, г. Уфа
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Д.Ю. ПАШАЛИ

Основной целью реформирования производственных предприятий Государственной корпорации «Ростехнологии» является повышение технологичности конструкций. Авторами проведено исследование технологичности на девяти типоразмерах взрывозащищенных асинхронных двигателей (ВАД), применяемых в атомной энергетике, выпускаемых на ОАО «УАПО» (АИМ-А100-Л4, -В4, -Л2, АИМ-А80-В4, -Л4, -S2, -S4, АИМ-А63-А2S3, -В4). Исследование проводилось на основе количественного анализа по удельным показателям: трудоемкости, технологической себестоимости, материалоемкости и по коэффициентам унификации и использованию материалов. При этом удельный показатель по технологической себестоимости значительно влияет на формирование производственной себестоимости. Удельная технологическая себестоимость взрывозащищенного асинхронного двигателя:

$$c_{Т.В} = \frac{C_{Т.В}}{P}, \quad (1)$$

где P – номинальная мощность, $C_{Т.В}$ – технологическая себестоимость изготовления взрывозащищенного изделия, $C_{Т.В} = C_{М.В} + C_{З.В} + C_{Э.О.В}$; $C_{М.В}$ – стоимость материалов, затраченных на изготовление взрывозащищенного изделия; $C_{З.В}$ – основная заработная плата производственных рабочих; $C_{Э.О.В}$ – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, инструмента, приспособлений. Результаты расчетов коэффициента удельной технологической себестоимости по (1) приведены в виде гистограмм на рис. 1. Коэффициент унификации взрывозащищенного изделия:

$$k_{У.В} = \frac{E_{У.В} + D_{У.В}}{E_{В} + D_{В}}, \quad (2)$$

где $E_{у.в}$ и $D_{у.в}$ – количество унифицированных сборочных единиц и унифицированных деталей, не вошедших в состав сборочных единиц взрывозащищенного изделия; $E_{в}$ и $D_{в}$ – общее количество сборочных единиц и деталей, являющихся составными частями взрывозащищенного изделия. Результаты расчетов по (2) приведены на рис. 2.

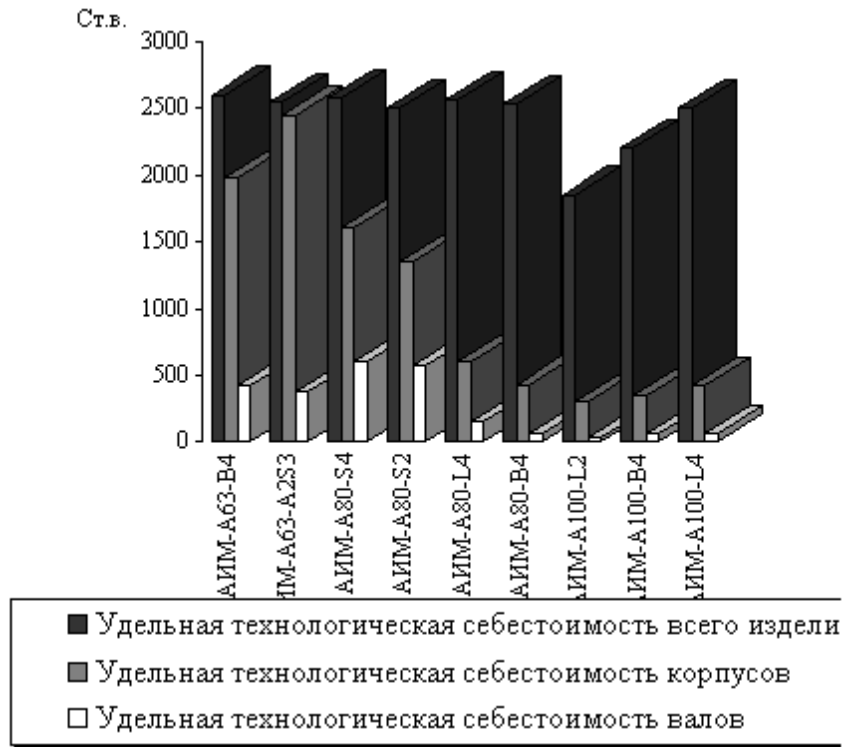


Рис. 1. Гистограмма удельных технологических себестоимостей

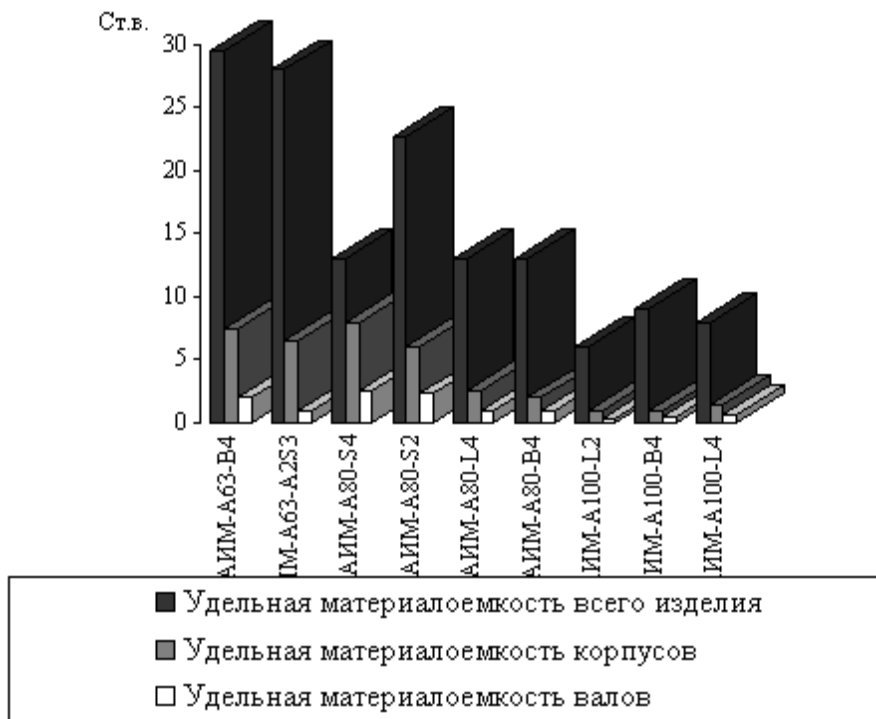


Рис. 2 Гистограмма показателей унификации

На основе конструкторских расчетов снижены массогабаритные показатели ряда исполнений ВАД, проведена унификация конструкций деталей, узлов и материалов активных частей. Для типоразмера АИМ-А100-Л2 по удельной технологической себестоимости получен результат: наименьшее значение по валу, корпусу и самому изделию (по сравнению с наибольшими значениями коэффициента других двигателей разница по валу в 93 %, корпусу – 88 %, всему изделию – 89 %).

СЕКЦИЯ 5. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

УДК 628.3

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

А.А. ХАЙБУЛЛИНА, КГЭУ, г. Казань

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

В данной работе рассматриваются способы очистки сточных вод от тяжёлых металлов такие, как: реагентный, ионообменный, электрохимический, термический и другие. Применяемые методы очистки могут быть подразделены на регенеративные, связанные с регенерацией примесей (параллельно с очисткой воды), и деструктивные, обуславливающие только очистку воды (с разрушением примесей).

Улучшение экологической обстановки предприятия автомобильной промышленности за счет повышения эффективности очистки стоков от тяжёлых металлов и снижения удельных энергозатрат на эти процессы является одной из важнейших проблем. Поэтому в данной работе выбирается самый подходящий для предприятия автомобильной промышленности способ очистки стоков от тяжёлых металлов.

УДК 628.316:678

РАЗРАБОТКА МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.А. ШАМСУТДИНОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема утилизации резиновых отходов остается актуальной, несмотря на совершенствование технологии производства новых изделий. Складирование и захоронение отходов полимеров экономически неэффективно и экологически небезопасно, так как при длительном хранении они могут выделять в окружающую среду вещества, способные привести к нарушению экологического равновесия. Кроме того, к моменту утраты резиновыми изделиями их эксплуатационных качеств собственно полимерный материал претерпевает весьма незначительные структурные изменения, что обуславливает возможность и даже необходимость их вторичной переработки.

Наиболее перспективным представляются способы переработки отходов резиновых изделий, связанные с их измельчением.

В основу технологии переработки заложено механическое измельчение РТО до небольших кусков с последующим механическим отделением металлического и текстильного корда, основанном на принципе «повышения хрупкости» резины при высоких скоростях соударений, и получение тонкодисперсных резиновых порошков размером до 0,2 мм путем экструзионного измельчения полученной резиновой крошки.

Рассматриваемая технология высокотемпературного сдвигового измельчения предназначена для переработки РТО, в том числе с металлокордом. Получаемый в результате этого процесса мелкодисперсный девулканизированный резиновый порошок можно использовать в производстве подошв для обуви, подкладок под рельсы, ковриков, брызговики и других резинотехнических изделий. При этом экономится до 80 % дорогостоящей сырой резины (стоимость порошка из вторичного сырья в 15-0 раз ниже).

УДК 622.411.512

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО МИНИМИЗАЦИИ ПЫЛИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В. ТАРАКАНОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. Э.Р. БАРИЕВА

Переработка глины и другого керамического сырья, особенно сухого, неизбежно ведет к появлению пыли. Сушка (включая распылительную), измельчение (дробление, помол), рассев, смешение и транспортировка смесей приводят к образованию особо тонкой пыли. Некоторое количество пыли выделяется при декорировании и обжиге изделий, а также при послеобжиговой обработке. Выбросы пыли могут быть связаны не только с сырьевыми материалами, но и со сгоранием топлива.

Газообразные соединения в основном выделяются из сырьевых материалов при сушке и обжиге, хотя при сжигании различных видов топлива также образуются загрязняющие газы.

Проведенный мониторинг загрязнения окружающей среды вокруг предприятия строительной промышленности и расчет наибольшей ожидаемой концентрации пыли в приземном слое атмосферы показал, что фактическое загрязнение с учетом фоновой концентрации и санитарно-гигиеническим нормативом превышает ПДК более чем в 6 раз и составило 3,3 мг/м³.

Для решения данной проблемы можно рассмотреть ряд решений, которые можно применять как по отдельности, так и в совокупности:

- проведение технологических операций, сопровождающихся образованием пыли (измельчения, смешения), в замкнутом объеме;
- фильтрация воздуха, вытесняемого при загрузке дозирочного или смесительного оборудования;
- применение накопительных бункеров соответствующей емкости, датчиков уровня с отсекателями и фильтрами для очистки запыленного воздуха, вытесняемого при заполнении бункера;
- перемещение пылящего сырья при помощи закрытых конвейеров;
- циркуляция воздуха (для пневматических конвейеров);
- снижение утечек воздуха и устранение их источников, герметизация установок.

УДК 621.316: 636.085

СИСТЕМА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ВАМИН-ТАТАРСТАН»

А.М. САХАБУТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, доц. С.С. АРХИПОВА

Производственные сточные воды молочных комбинатов относятся к категории высококонцентрированных по содержанию органических загрязнений, что не только не позволяет сбрасывать их в водные объекты, но и передавать на коммунальные и даже собственные сооружения биологической очистки без предварительной обработки (механические методы).

Целью данного проекта является снижение концентраций загрязняющих веществ в производственных сточных водах и тем самым, уменьшить платежи за сбросы.

В результате технологического процесса на предприятии образуются сточные воды, содержащие взвешенные вещества и жиры.

С целью снижения концентрации загрязняющих веществ до норм, допускающих сброс сточных вод на очистные сооружения, промышленные стоки предприятия должны быть подвергнуты локальной очистке.

Для решения задачи снижения предприятием нагрузки на окружающую среду выбран физико-химический метод, который обеспечивает очистку сточных вод на 98 %.

Весь объем очищенной воды повторно используется на собственные нужды предприятия.

УДК 621.472

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ

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

Тема развития возобновляемых источников энергии стала весьма популярной в последние годы. Подпитывает этот интерес возрастающая потребность мировой экономики в энергоресурсах, периодически возникавшие кризисы на мировом рынке энергоносителей, озабоченность экологической нагрузкой на окружающую среду, все более осознаваемая необходимость поиска альтернативы минеральным энергоресурсам.

В XXI веке всё большее значение приобретает энергосбережение при кондиционировании. Решением данной проблемы может стать комплексное использование НВИЭ, т.е. использование нескольких возобновляемых источников энергии для электроснабжения теплового насоса. Тепловые насосы получили массовое распространение во многих странах мира, ежегодно устанавливаются сотни тысяч установок, особенно в странах Евросоюза и США. Для электроснабжения теплового насоса можно использовать ветроэлектростанцию (ВЭС) и солнечную электростанцию (СЭС).

Также необходимо повысить эффективность солнечных электростанций за счет снижения затрат электроэнергии на следящую систему, управляющую ориентацией солнечных батарей. Для решения последней задачи можно воспользоваться природным явлением – гелиотропизмом. Это феномен прослеживания некоторыми растениями движения солнца, когда растение принимает определенное положение под влиянием солнечного света. Такая следящая система позволит управлять ориентацией солнечных элементов без помощи механических приводов.

Использование вышеприведенных идей позволит создать экологически чистый, автономный комплекс для энергообеспечения зданий. Область применения разработки – мелкие децентрализованные потребители.

УДК 658.567.1

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ РЕАКТОРА БИОРЕКС

А.Р. ХАЙРУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. **Э.Р. БАРИЕВА**

В процессе прореживания, вырубки лесных плантаций леса и лесоперерабатывающей промышленности создается большое количество древесных отходов. Сегодня они зачастую накапливаются и гниют на месте. Однако древесные отходы могут быть собраны, высушены, переработаны

и использованы в качестве топлива частными и местными промышленными потребителями. Технология по переработке древесных отходов БиоРЕКС позволяет перерабатывать древесные отходы: опилки, кору, древесину, ветви, сучья, щепу в синтетический или генераторный газ - смесь CO и H₂ с теплотворной способностью 1200 Ккал - альтернативу природному газу, мазуту и углю в паровых котлах, дизельному топливу в дизель-генераторах. Древесные отходы, поступающие на переработку, взвешиваются на весовой платформе и выгружаются в бункер приема отходов, который является суточным запасом сырья. Далее - в сушильную камеру. После чего поступают в шредер и в бункер подготовленного сырья. В реактор измельченное сырье поступает по герметичному шнековому каналу для выработки горючего газа. Из реакторов парогазовая смесь поступает в вихревой скруббер, где очищается от примесей пара, частиц золы и масел, затем поступает в массообменный аппарат для очистки от примесей кислот. Полученный очищенный синтез-газ используется для сжигания в дизель-генераторах. Зола, образующаяся в процессе конверсии, извлекается из реактора автоматически при температуре 100-120 °С и поступает в бункер объемом 1 м³. Зола направляется на растворно-цементный завод для добавления в бетон. Основные преимущества реактора БиоРЕКС: реактор перерабатывает 500 кг древесных отходов, опилок в час; узел газификации комплекса вырабатывает до 2000 м³ горючего газа в час с тепловым эквивалентом 3 000 кВт; синтез-газ, производимый реакторами БиоРЕКС пригоден для подачи в дизель-генератор, модифицированный для работы на газе или для сжигания в водогрейном котле, а также пригоден для сжигания в газовых горелках.

Применение данной технологии переработки древесных отходов является экологичным и экономически выгодным.

УДК 628.5

МЕТОДЫ ПО УТИЛИЗАЦИИ ШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

А.Ф. КАМАЛИЕВА, КГЭУ, г. Казань

Науч.рук, доц. А.В. СЕРЕБРЯКОВ

Этот проект посвящен утилизации шлаковых отходов и в условиях возрастания загрязнения окружающей среды данная тема является, несомненно, актуальной. В данном проекте представлена схема утилизации шлаковых отходов. 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. В процессе переработки шлаков образуется ряд отходов. И, несмотря на то, что захоронение отходов переработки алюминиевых шлаков экологически опасно, все образующиеся отходы подлежат захоронению на полигонах. Алюминиевые шлаки могут быть использованы в качестве отвердителя жидкостекольных смесей, в составе огнеупорных бетонов. Установлено, что в результате добавления алюминиевого шлака в смесь происходит схватывание бетона. Сроки схватывания бетона со шлаком такие же как и в случае использования традиционных отвердителей. 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 пылесосаждения и предохранения пыли от взмучивания и износа из пылеприемника бункера в нижней части циклона предусматривается внутренний конус.

УДК 628.4.038

ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА

А.Ю. ВАСИЛЬЕВА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. Э.Р. БАРИЕВА

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) являются важнейшими элементами инфраструктуры любого города. ТЭЦ – основные поставщики электрической и тепловой энергии. Вместе с тем деятельность ТЭЦ связана со значительным негативным воздействием на окружающую среду.

Золошлаковые отходы – побочный продукт сжигания угля на ТЭЦ – являются материалом, пригодным для вторичного использования.

Мировой опыт утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ в настоящее время существует более 250 технологий переработки золошлаковых углей, но наиболее крупные потребители - предприятия стройиндустрии. Использование промышленных отходов в строительстве является перспективным направлением снижения себестоимости продукции и уменьшения негативной нагрузки на окружающую среду.

Использование отходов в 2-3 раза дешевле, чем природного сырья. Расход топлива при использовании отдельных видов отходов снижается на 10-40%, а удельные капиталовложения на 30-50 %.

Наиболее дефицитным и энергоемким компонентом для производства бетона является цемент. Многолетние теоретические и экспериментальные исследования ведущих научно-исследовательских и учебных институтов и других организаций доказали высокую эффективность внедрения в производство бетона и железобетона золы-уноса и золошлаковых отходов ТЭС. Бетонные смеси с добавкой золы обладают большей вязкостью, лучшими транспортабельностью и перекачиваемостью, меньшими водоотделением и расслоением.

Применение золы-уноса при производстве бетона обеспечивает максимальную экономию цемента (1025% в зависимости от вида, качества заполнителей и типа конструкций).

Введение тонкомолотого шлака в бетон на стадии производства позволяет увеличить такие свойства бетона как прочность, сульфатостойкость, морозостойкость и т.д. К примеру, введение 40-60% шлака увеличивает прочность бетона в 1,5 – 2 раза.

УДК 623.8

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Г.Р. КАБИРОВА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. С.С. АРХИПОВА

Предприятия пищевой промышленности являются одними из крупных потребителей пресной воды и источниками образования значительных объемов сточных вод. Наиболее распространенными в группе пищевой промышленности являются предприятия молочной промышленности.

В результате процессов переработки молока образуются технологические сточные воды, характеризующиеся высокой загрязненностью биоразлагаемыми органическими веществами.

Биологические методы удаления органических загрязнений общепризнанно считаются наиболее экономически эффективными и экологически приемлемыми.

Целью данной работы является оптимизация процесса очистки сточных вод молочных предприятий с применением метода интенсивной анаэробной биологической обработки.

Наиболее оптимальна для сточных вод молочных предприятий конструкция биореакторов для осуществления интенсивной технологии анаэробной очистки. В результате исследования получены зависимости эффективности и надежности процесса анаэробной очистки сточных вод от влияющих на него факторов. Из всех факторов, оказывающих влияние на процесс анаэробной очистки сточных вод, наиболее значимыми являются объемная нагрузка на биореактор по жирам и температура в нем. При анаэробной переработки ил легче поддается последующим операциям. Во-первых, содержание органических веществ в иле снижается. Во-вторых, существенные изменения претерпевают и концентрации других компонентов ила. После анаэробной переработки ил в гораздо меньшей степени подвержен гниению и легче обезвоживается. После обезвоживания ил высушивают и затем используют в качестве удобрения.

Использование анаэробных реакторов позволяет осуществлять предварительную очистку сточных вод предприятий молочной промышленности до норм приема производственных сточных вод в канализационные сети населенных пунктов. Интенсивная анаэробная обработка является эффективным методом очистки сточных вод предприятий молочной промышленности, позволяющим снизить себестоимость процесса и повысить экологическую безопасность производства.

УДК 623.8

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Г.Р. КАБИРОВА, Г.Ф. ЛАТЫПОВА, КГЭУ; г. Казань
Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. С.С. АРХИПОВА

Загрязнения биосферы, в том числе водных ресурсов, является фактором, оказывающим значительное негативное воздействие на здоровье животных и человека. Избыточная концентрация некоторых веществ может вызывать негативное влияние как на здоровье человека, так и на экологическую обстановку в природном водном объекте. Улучшение экологической обстановки за счет повышения эффективности очистки стоков и снижения удельных энергозатрат на эти процессы является одной из важнейших проблем. Перспективным является проведение комплекса исследований, решающих задачу интенсификации традиционных способов очистки сточных вод. Одним из перспективных, но малоизученных

методов воздействия на вещества для интенсификации технологических процессов является метод, основанный на использовании механических колебаний ультразвукового диапазона.

В зависимости от параметров ультразвуковой обработки, количественного и качественного состава обрабатываемой среды, конструкции применяемого аппарата, воздействие ультразвуковых колебаний на различные технологические процессы в жидких средах позволяют изменить скорость процессов, протекающих между двумя или несколькими неоднородными средами. Учитывая столь широкий диапазон воздействия акустических колебаний, недостатки традиционных методов очистки, создающих препятствия развитию малых и средних промышленных производств, высокую токсичность стоков, содержащих тяжелые металлы, актуальной является проблема изучения воздействия ультразвука на традиционные физико-химические методы обезвреживания стоков и решение задач внедрения в производство ультразвуковой интенсификации.

В ходе проведенных исследований разработана методика расчета очистки стоков от тяжелых металлов с ультразвуковой интенсификацией, указано, что совместная обработка ультразвуком и электрокоагуляцией – считается наиболее эффективным способ очистки, сочетающим ультразвук и традиционный физико-химический метод. Полученные результаты могут быть использованы при модернизации действующих и проектировании новых систем очистки сточных вод от тяжелых металлов.

УДК 628.316:665

ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Г.Ф. ЛАТЫПОВА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, ст. преп. С.С. АРХИПОВА

Нефтешламы являются одними из наиболее опасных загрязнителей практически всех компонентов природной среды – поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова, атмосферного воздуха.

Как в зарубежной, так и отечественной практике наибольшее распространение находит метод термического обезвреживания нефтешлама.

Данный метод позволяет обезвреживать следующие виды нефтесодержащих отходов:

- образующиеся в результате очистки сточных вод нефтесодержащие осадки и жидкие нефтеотходы из очистных сооружений;
- нефтешламы, образующиеся при зачистке резервуаров и технологического оборудования; замазученные грунты;
- нефтешламы, представляющие собой сложные многокомпонентные дисперсные системы, образующиеся в результате поршневого продуктопроводов или формирующиеся с течением времени в амбарах.

Для сжигания нефтешламов широко применяются печи различных типов и конструкций: камерные, барботажные, многоподовые, вращающиеся и печи с кипящим слоем. Термический метод позволяет совместно с нефтешламами сжигать загрязненные фильтры, промасленную ветошь, твердые бытовые отходы. Образующиеся при этом вторичные отходы относятся к 4 классу опасности и подлежат вывозу на полигоны захоронения.

Основными преимуществами способа сжигания нефтесодержащих отходов в печах различного типа и конструкций являются:

- значительное уменьшение количества отходов;
- при использовании в качестве наполнителя до 10 % глины возможно получение вместо золы пористого гранулированного строительного материала - керамзита;
- высокая эффективность обезвреживания;

В качестве отрицательных факторов использования данного способа являются высокие энергозатраты на дополнительное топливо (газ, нефть); требуется больше капиталовложений в сооружения по очистке и нейтрализации дымовых газов.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Е.А. ПРАСЛОВА, ОГТИ (филиал) ОГУ, г.Орск
Науч. рук. д-р техн. наук Г.П. КОРНИЛОВ

В настоящее время многие нагрузки являются нелинейными, например, дуговые сталеплавильные печи. Дуговые сталеплавильные печи (ДСП) очень энергоемки и оказывают значительное влияние на общий объем энергопотребления и качество электроэнергии систем электроснабжения. Работа ДСП сопровождается возникновением в электрической сети колебаний напряжения, а нелинейность и несимметрия фазных токов, потребляемых

печью, приводит к искажению формы кривой тока, несимметрии напряжения. Несинусоидальные режимы оказывают негативное воздействие на силовое электрооборудование, системы релейной защиты, автоматики.

Цикл работы ДСП делится на три периода: энергетический, технологический (окислительный и восстановительный), вспомогательный. Генерация гармоник происходит в энергетическом и технологическом периодах. Расход электроэнергии в энергетическом периоде составляет около 70 % энергии, затрачиваемой на всю плавку. В период расплавления режим горения дуг нестабилен, мощность резко колеблется, высшие гармоники проявляются более интенсивно, чем в другие периоды плавки.

По результатам энергетического обследования предприятия при работе ДСП-50, установленной на ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» было выявлено, что показатели качества электроэнергии не соответствуют ГОСТ 13109 – 97 по установившемуся отклонению напряжения, по коэффициенту n -й гармонической составляющей напряжения. Ниже приведён график отклонения фазных напряжений (рис.1) и спектр гармоник напряжения (рис.2). Измерения осуществлялись прибором «Ресурс-UF2».

Поскольку ДСП работают с низким коэффициентом мощности, то для повышения качества электроэнергии, снижения потерь электрической энергии необходимо применение средств компенсации реактивной мощности.

УДК 628.316:828.9

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ДЕМЕРКУРИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Ж.В. СЕМЕНОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **В.В. ГОЛУБЕВ**

Внедрение установки для переработки ртутьсодержащих отходов, позволяет утилизировать ртутьсодержащие отходы непосредственно на месте их образования, а также организовывать прием на утилизацию отработанных ртутьсодержащих ламп от сторонних предприятий и населения.

Утилизация таких отходов позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду. При этом у предприятия отпадает необходимость сдачи ртутьсодержащих отходов, которые у него образуются в процессе производственной деятельности, на утилизацию специализированным предприятиям. Также внедрение данной установки способствует созданию позитивного экологического имиджа компании и ее позиционированию

как экологически ответственной и, соответственно, социально направленной. Так как в последние годы экологичность стала одним из критериев выбора населения, внедрение данного проекта повышает конкурентоспособность организации.

Таким образом, внедрение демеркуризационной установки для утилизации ртутьсодержащих отходов может стать ценной составляющей деятельности организации в сфере охраны окружающей среды.

Оказание услуги приема ртутьсодержащих отходов сторонним предприятиям и населению даст коммерческий эффект. Цена утилизации одной лампы типа ЛБ-40 будет составлять 12 рублей. Предполагаемое количество переработанных ламп от сторонних лиц – 50 000 шт. Коммерческий эффект = $50\,000 \cdot 12 = 600\,000$ рублей.

УДК 628.4.032

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДИКИ ПОКОМПОНЕНТНОГО СБОРА ТБО В Г. КАЗАНЬ

И.Б. БАЛОБАНОВА, И.Р. ВАЛИАХМЕТОВ, КГЭУ, г.Казань

Твердые бытовые отходы (ТБО) представляют собой источник загрязнения окружающей среды, способствуя распространению опасных веществ. Но вместе с тем они содержат в своем составе ценные компоненты, которые могут быть использованы в качестве вторичных ресурсов. При существующей системе сбора и сортировки ТБО в городе Казани население тратит денежные средства за вывоз и утилизацию ТБО. В данном вопросе многие Европейские страны ушли вперед, и нашли источники получения дохода от переработки ТБО путем внедрения системы селективного сбора на законодательном уровне. Введение культуры покомпонентного сбора ТБО среди населения города Казани позволит решить ряд экологических проблем, извлечь выгоду при переработке отходов, снизить затраты на вывоз ТБО как у организаций так и у населения города. Для оценки потенциала развития системы покомпонентного сбора ТБО в городе Казани нами в общежитии КГЭУ в рамках эксперимента был реализован проект среди жителей общежития. Полученные результаты свидетельствуют, о том, что самым перспективным было бы развитие и привитие культуры покомпонентного сбора среди общежитий вузов и ссузов г. Казани. Их насчитывается около 50, поэтому участие основной части молодежи покомпонентном сборе

позволит сэкономить значительные средства на вывозе ТБО. Принятие решений на уровне законодательной власти города стимулировало бы население города Казани к бережливому отношению к экологии города. А столица Универсиады - 2013 года смогла бы предстать перед гостями современным городом европейского уровня с высоким нравственным отношением к окружающей среде своего города.

УДК 636.087

БИОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В БИОГАЗ

И.Р. АХМЕТШИН, А.В. КНЯЗЕВА, КНИТУ, Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. В.Н. БАШКИРОВ

В качестве альтернативы ископаемым топливам все шире применяются возобновляемые источники энергии. Во всем мире интенсивно изыскиваются и осваиваются новые альтернативные источники энергии. Обострение экологических проблем, истощение запасов не возобновляемых энергоресурсов, рост цен на них, обусловили интерес к разработке и использованию технологии биоконверсии органических отходов для получения энергии. Биогазовая технология – надежный способ обезвреживания и переработки разнообразных органических отходов, включая экскременты животных, с одновременным получением высококалорийного газообразного топлива – биогаза и высокоэффективных экологически чистых органических удобрений. Таким образом, внедрение в производство биоэнергетических установок способствовало бы решению трех важнейших проблем: продовольственной – за счет подготовки высококачественного удобрения и его рационального использования; энергетической – за счет получения и рационального использования биогаза; экологической – за счет обеспечения обезвреживания, обеззараживания и дезодорации жидкого навоза. Поэтому в настоящее время весьма актуальна задача создания современных метангенерирующих установок, которые были бы энергетически и экологически выгодны. С целью оценки возможности энергетического использования биогаза была разработана пилотная установка. В результате исследований получены данные о выходе биогаза на различных температурных режимах. На основе экспериментальных данных о выходе биогаза и степени разложения навоза были определены

наиболее эффективные дозы среднесуточной загрузки биореактора. Установлены максимальные значения этого показателя при различных температурах. Температура процесса оказывает существенное влияние на метановое брожение и в определенном интервале повышение температуры ускоряет биохимические процессы. Увеличение температуры с 20 до 30 °С сокращает время начала газоотделения с 7 – 8 суток до 4 – 5 суток при 30 °С и до 2 – 3 суток при 38 °С. Однако следует отметить, что изменение температуры сбраживания влияет лишь на скорость процесса, но не на качественный состав образующихся продуктов.

Для промышленной реализации предлагаемого способа утилизации органических отходов разработана инженерная методика расчета установки по анаэробной ферментации органических веществ и аппаратурное оформление исследуемого процесса.

УДК 621.311.42

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

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

Современная энергетика базируется в основном на ископаемых источниках: каменном угле, торфе, нефти и газе. Однако запасы этих источников ограничены, а темпы потребления их возрастают с каждым днем. Поэтому человечество вынуждено обращаться к неиссякаемым источникам энергии - воде, ветру, солнцу, приливам и отливам, в которых заключены огромные запасы энергии.

В наше время уделяют значительное внимание использованию энергии ветра. Известно, что энергия ветра на земном шаре оценивается в 175—219 тыс. ТВтч/год, при этом развиваемая ими мощность может достигать $(20-25) \cdot 10^9$ кВт, что примерно в 2,7 раз больше суммарного расхода энергии на планете. Считают, что полезно может быть использовано только 5 % этой энергии, но в настоящее время используется значительно меньше.

Наиболее динамично развивающимся в 2008 г. ветроэнергетическим рынком мира оставался Китай: он в третий раз удвоил установленную мощность национальной ветроэнергетики, достигнув показателя 12 ГВт.

Сегодня Россия занимает 51-е место в мире — у нас 13,4 МВт установленной мощности.

Четыре года назад европейский рынок доминировал в мире, установленная мощность новых ветроагрегатов на континенте составляла 70,7 %, однако в 2008 г. ситуация изменилась, и впервые доли Европы (32,8 %), Северной Америки (32,6 %) и Азии (31,5 %) в новых установленных ветроэнергетических мощностях практически выровнялись. За 25 лет единичная мощность серийной ВЭУ возросла с 30 до 6000 кВт (в 180 раз), диаметр ветроколеса увеличился с 15 до 125 м (в 8 раз), годовое производство энергии одним агрегатом увеличилось в 500 раз.

Ветроэнергетика на протяжении последних лет развивалась по пути увеличения единичной мощности ветроагрегатов и установленной мощности ветропарков, повышения коэффициента использования энергии ветра, снижения удельной стоимости ВЭУ и себестоимости произведённой энергии, постепенного развития оффшорной ветроэнергетики. У прибрежных ВЭУ есть ряд преимуществ: скорость ветра в прибрежной зоне несколько выше, и установки не требуют отчуждения все более дорожающей земли. Поэтому перспективы развития данного сектора ветроэнергетики просто огромны.

УДК 628.316

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ НА ХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

К.И. ДУНАЕВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Ш.Я. МАВЛЮТОВ

Расход воды в химическом производстве очень велик. Вода расходуется на промывку, охлаждение агрегатов, разбавления сточных промышленных вод. Одной из проблем очистки промышленных сточных вод является недостаточная очистка стоков от взвешенных веществ. Эффективной очисткой сточных вод от взвешенных веществ является механический метод. Метод основан на процедурах процеживания, фильтрования, отстаивания и инерционного разделения.

Для инерционного разделения наиболее подходящим оборудованием является гидроциклон. Гидроциклоны очищают сточные воды от взвешенных частиц под действием центробежной силы. Сравнены два типа гидроциклонов открытого типа марки ГЦ-250П с техническими параметрами: производительность гидроциклона 50 м³/ч, габаритные размеры: длина 565 мм, ширина 575 мм, высота 1310 мм.; расход стоков

380 тыс. м³/г экономические параметры: стоимость оборудования 58800 руб. Гидроциклон открытого типа марки ГЦ-150П, с техническими параметрами: производительность гидроциклон 25 м³/ч; небольшие габаритные размеры: длина 475мм, ширина 450мм, высота 860 мм.; размеры частиц от 1,5 до 6 мкм.; расход стоков 220 тыс. м³/г.; экономические параметры: стоимость оборудования 50 000 тыс. руб.; срок окупаемости 1,5 года. Преимуществами являются: быстрота разделения суспензии, несложная конструкция, отсутствие расходных материалов. При их работе не производится замена или регенерация фильтрационной среды. Недостатками гидроциклона являются быстрый износ оборудования, особенно при обработке твердых материалов; не всегда возможно полное выделение частиц заданного размера, так как гидроциклон действует как пропорциональный разделитель.

В ходе сравнения выявлено, что гидроциклон марки ГЦ-150П по техническим и экономическим параметрам является наиболее подходящим для малых химических производств. Гидроциклон ГЦ-150П прост в эксплуатации и является компактным аппаратом, достаточно производителен и дает возможность существенно сократить стоимость очистных сооружений.

УДК 628.166

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОЧИСТКИ ВОД ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л.В. ФЛЯГИНА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. биол. наук, доц. Э.Р. БАРИЕВА

Проблема обеспечения населения питьевой водой в последние десятилетия приобрела глобальное значение. Недостатки традиционных способов очистки вод питьевого назначения заставляют исследователей искать новые, основанные, как правило, на комбинированном действии двух или нескольких методах.

В США при подготовке питьевой воды из поверхностных источников широко распространено озонирование. Озонирование применяется для разложения органических веществ, контроля запахов и привкусов, улучшения условий коагуляции, снижения концентрации побочных продуктов хлорирования. Метод применяется на этапах предварительной, промежуточной и финишной обработки воды. Чаще всего используется предварительное и промежуточное озонирование и их

сочетание. Совместное использования озона и УФ-облучения при подготовке питьевой воды внедрено на двух станциях в г. Хельсинки. На этих станциях проводится озонирование воды после песчаных фильтров перед угольными и последующее УФ-обеззараживание.

Эффект взаимного усиления окисления (синергетический эффект) был обнаружен в 1987 году при исследовании фотолитического озонирования ($O_3 + \text{УФ}$) некоторых алифатических кислот и спиртов. Было установлено, что в присутствии ультрафиолетового излучения скорость окисления органического вещества озоном увеличилась 10-104 раза по сравнению с раздельным окислением озоном и УФ.

В 2006 г. в Канаде в системе питьевого водоснабжения г. Корнвол (Cornwall) введена в эксплуатацию система глубокого окисления на основе технологии $H_2O_2 + \text{УФ}$. В Австралии, где наблюдается серьезный дефицит пресной воды, был выполнен проект станции доочистки сточных вод, в котором в качестве последней ступени обработки после обратного осмоса используется технология глубокого окисления УФО + H_2O_2 .

УДК 628.4.037

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ

Л.М. ЗАРЕТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. доц. А.В. СЕРЕБРЯКОВ

Экологически безопасное обращение с отходами и соответствие требованиям законодательства, санитарно-эпидемиологическим нормам требует немалых затрат. В этой связи возрастает актуальность проведения экологических мероприятий и экономически обоснованного внедрения новейших технологий в области обращения с отходами.

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 внедрение гидравлических пакетировочных прессов для твердых бытовых отходов (ТМ-14Т-М) и металлолома (ТМ-12Т-С). Неуплотненные материалы требуют большего пространства по сравнению с уплотненными (пакетированными). Использование пакетировочного пресса позволяет

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. Согласно проведенным расчетам пакетировочный пресс обладает быстрой окупаемостью (3 года).

Применение прессов позволяет освободить полезные площади территории, значительно сократить расходы на вывоз ТБО, его хранение и уборку, а так же облегчить его перемещение и погрузку.

УДК 621.187

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДОПОДГОТОВКИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Л.М. ШИГАБЕТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Ш.Я. МАВЛЮТОВ

Вопросы водоподготовки и организации водно-химического режима электростанции имеют большое значение для обеспечения работы без повреждений и снижения экономичности, вызываемых коррозией внутренних поверхностей водоподготовительного и теплоэнергетического оборудования.

Для устранения отмеченных недостатков водного режима существенное значение имеет соответствующая обработка воды и конденсата, поступающих в питательную систему котлов. Сюда входят различные технологические процессы: осветление, умягчение, обессоливание, обескремнивание, дегазация воды. Приготовление воды осуществляется по схеме трехступенчатого обессоливания, прошедшей предварительную стадию предочистки и фильтрации на механических фильтрах. Основным элементом ионообменной водоподготовительной установки является ионитный фильтр. Его главными недостатками является большой расход химических реагентов и воды на собственные нужды.

Нами произведен сравнительный анализ между прямоточным и противоточным ионитным фильтром по следующим критериям: качество очищенной воды, количества установленного оборудования, экономический эффект и расход химических реагентов. Учитывая все расчетные данные можно сказать, что экономия от реконструкции одной цепочки фильтров с переводом ее на противоточную технологию

составляет 8 млн. руб/год, а срок окупаемости всего 1 год. Эффект улучшения качества фильтрата и снижения расхода реагентов при «противотоке» достигается за счет того, что в первую очередь свежим раствором регенерируются наименее загрязненные выходные слои смолы.

На основе произведенного анализа сделан вывод о том, что противоточные технологии ионирования позволяют заметно снизить расходы химических реагентов на нужды водоподготовительной установки в 1,5 – 3 раза, уменьшить количества воды, используемой на собственные нужды водоподготовки, и, соответственно, объема сточных вод в 2 – 6 раз.

УДК 628.395

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТА

Л.Ф. САХАБУТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.А. ЗАБЕЛИН

Асфальтобетонное предприятие занимается выпуском асфальтобетонной смеси и минерального порошка, применяемых в дорожном и других видах строительства. В процессе работы установок выделяются следующие загрязняющие вещества: азота оксид, азота диоксид, пыль неорганическая. На предприятии используется трехступенчатая система очистки. Асфальтосмесительная установка ДС-168 в составе: Пылеуловитель (ПВМ); 5 циклонов ЦН-15, скруббер Вентури, средняя эффективность 82 %. Количество вредных веществ, отходящих от всех источников загрязнения 918,5988 т/год, в том числе поступает на очистные сооружения 720,5494 т/год.

Для решения задачи снижения предприятием нагрузки на окружающую среду предложено установка рукавного фильтра ФРИП-60 вместо устаревшего оборудования Скруббера Вентури.

Приведено эколого - экономическое обоснование использования предлагаемого очистного сооружения, таким образом, на основании расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Выплаты предприятия за ущерб, наносимый окружающей среде до проведения мероприятия, составил 17046,60 руб., после проведения мероприятия составил 511,398 руб.

2. Внедрение проекта позволит значительно снизить ущерб, наносимый окружающей среде.

Срок окупаемости проекта составит 3 года и 4 месяца.

Вывод: предложенный метод очистки выбросов на предприятии является целесообразным и наиболее эффективным.

УДК 62.622

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА С ПОМОЩЬЮ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

М.С. ПАВЛОВ, ОГУ, г. Оренбург

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

В настоящее время перед современной энергетикой стоит ряд задач. Наиболее приоритетной среди них является переход к новым альтернативным, более энергоэффективным видам топлива. Наиболее перспективным видом топлива является водород, теплота сгорания которого в несколько раз превышает теплоту сгорания всех существующих видов топлива. Водород уже сегодня используется в качестве топлива в ДВС автомобилей. Наибольших успехов в данной области достигли Германия, Япония, США. Существует немало способов получения водорода, среди них паровая конверсия метана, электролиз воды, газификация угля и т. д. Предлагается новый способ получения водорода, который бы частично решал экологическую проблему, а именно загрязнение атмосферы вредными продуктами сгорания ГЭС.

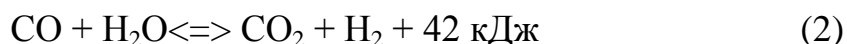
При работе крупных ТЭС в атмосферу выбрасываются огромное количество вредных продуктов сгорания топлива, такие как оксиды углерода, серы, азота и т.п. С целью решения экологической проблемы, а именно утилизации вредного углекислого газа CO_2 с целью дальнейшей выработки и получения водорода H_2 для его использования в качестве топлива будет совершаться следующий технологический процесс.

С помощью фильтра на основе карбамида дымовые газы очищаются от оксидов азота, а затем с помощью скруббера типа Варкаус-Вентури продукты сгорания очищаются от оксидов серы и остаточной пыли, В итоге на выходе получается чистый CO_2 . Далее, с помощью котла типа ДКВР. идет нагрев CO_2 до температуры $1000\text{ }^\circ\text{C}$. после этого специальными форсунками в него распыляется мелкодисперсный углерод в виде сажи. Для повышения эффективности всего процесса можно использовать сажу, которая была получена золоуловителями.

В результате данной реакции вырабатывается угарный газ CO :



Далее, с помощью стального кипящего экономайзера, угарный газ охлаждается до температуры 800 °С и в него распыскивается вода. В результате дальной реакции получается:



В итоге мы получаем водород, для дальнейшего использования.

Для транспортировки и хранения водорода его необходимо сжижать, для увеличения энергетической плотности. Ожижение водорода происходит с помощью одно- или многоступенчатых турбодетандеров с гидродинамическими подшипниками. Для хранения используются горизонтальные цилиндрические резервуары.

По предварительным расчетам по данному технологическому процессу образуется около 800 г или 8,9 м³ водорода за секунду с одной трубы.

Из всего этого можно сделать вывод, что при использовании данного способа получения водорода разрешаются многие проблемы, такие как загрязнение окружающей среды (так как полученный водород экологически чист, и в атмосферу не будут поступать вредные продукты сгорания горючих веществ), проблему топливного характера (так как образуется водород как перспективный вид топлива) соответственно, постепенно будет сокращаться потребность в традиционных органических видов горючих веществ, что позволит сохранить экологический баланс нашей планеты.

УДК 621.311.24

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМА РАБОТЫ, ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

М.Ю. АЛЕКСЕЕВА, АлтГТУ, г. Барнаул
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.А. ГРИБАНОВ

Развитие ВИЭ – одно из прогрессивных направлений в энергетике, которое приобретает особое значение в условиях стоящих в России задач модернизации экономики, повышения энергоэффективности и развития энергосберегающих технологий. Распоряжением Правительства РФ №1 от 8 января 2009 г. утвержден целевой показатель развития

возобновляемых источников энергии – 4,5 % от общей выработки электроэнергии к 2020 г.

Выбор технических характеристик ветрогенераторных установок должен производиться на основании метеорологических условий конкретного региона, в котором будет проходить эксплуатация. Для этого были выявлены закономерности распределения ветровых потоков и изменения энергетических характеристик ветрового потока для региона путем статистического исследований изменения среднесуточных, среднемесячных и годовых скоростей ветра. Это позволяет не только обосновать требуемые технические характеристики установки, но и спрогнозировать количество выработанной электроэнергии установками. На основании полученных данных, разрабатывается методика эффективного выбора и использования ветроустановки. Так же, при включении собственного источника в сеть, необходимо обоснование выбора режима работы, его согласование с сетью с целью обеспечения надежности электроснабжения потребителя при выделении собственного источника на автономную работу со сбалансированной нагрузкой. Даже при наличии сети общего пользования потребитель может сталкиваться с множеством проблем. Поэтому вопрос о ветрогенераторе, работающего в параллель с сетью, может оказаться актуальным. На основании проведенных исследований, можно будет оценить эффективность применения ветроустановок в данном регионе, что позволит выработать рекомендации для повышения эффективности и надежности использования не только ветрогенераторных установок, но и всей системы электроснабжения в целом.

Разработки могут быть востребованы как государственными или частными предприятиями, так и отдельными потребителями электроэнергии.

УДК 697.329 (076)

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СБРОСНОГО СЕПАРАТА ОТ МУТНОВСКОЙ ГЕОЭС

Н.А. БАБУШКИН, ТПУ, г. Томск

Науч. рук. ст.преп. Л.И. МОЛОДЕЖНИКОВА

Цель работы: разработать технологическую схему для расширяющейся части Мутновской ГеоЭС и определить оптимальные технологические параметры энергоносителя и параметры работы основного оборудования станции.

В работе произведен расчет и математическое моделирование тепловой схемы МГеоЭС при различных давлениях в расширителе и конденсаторе. В процессе разработки принципиальной тепловой схемы были рассмотрены различные варианты использования сбросного теплоносителя, с целью анализа эффективности использования сепарата для выработки электроэнергии.

В рамках работы не рассматривалась возможность применения в проекте бинарных установок.

Получены технико-экономические показатели при реализации проекта. Посчитаны капиталовложения в сооружение электростанции, годовых эксплуатационных расходов, поток реальных инвестиций.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Анализ концептуальных решений показал, что наиболее проста и эффективна одноконтурная схема расширения сепарата.

2. Расчеты позволили подобрать оптимальные теплофизические показатели теплоносителя и выбрать наиболее эффективный режим работы оборудования. Согласно расчетам, оптимальное давление в расширителе составило 0,2 МПа.

3. Расчеты показали, что использование вторичного пара, полученного вскипанием отработанного на МГеоЭС сепарата, позволяет получить на паротурбинных установках до 8 МВт электрической мощности «брутто». КПД расширенной части станции составил 5,5% «брутто», но надо учитывать, что это дополнительная мощность к основному оборудованию Мутновской ГеоЭС.

4. Что касается экологичности: предложенный вариант экологически безопасен, так как он исключает загрязнение окружающей среды химическими реагентами, используемых при других способах увеличения мощности станции (бинарных).

5. Технико-экономические расчеты показали, что:

5.1. чистый дисконтированный доход имеет положительное значение, значит проект при его воплощении эффективен;

5.2. индекс доходности составил 1,13 и срок окупаемости проекта – 8,1 год;

5.3. если себестоимость 1 кВт·ч существующей Мутновской ГеоЭС-1 равна 0,6 руб./кВт·ч, то при расширении станции, себестоимость электрической энергии снизится до 0,54 руб./кВт·ч.

УДК 662.761:631.862(571.56)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Н.В. ПЕТРОВ, СВФУ им.М.К.Аммосова, г. Якутск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. **В.П. ДРУЗЬЯНОВА**

Актуальность: В сельской местности РС (Я) живет до 40 % населения, занятого животноводством и растениеводством. В сложных экономических условиях, последствиях финансового экономического кризиса, постоянного роста стоимости энергоносителей, труднодоступности и отдаленности населенных пунктов и в связи с суровыми климатическими особенностями региона, необходимо развитие нетрадиционных подходов в получении дополнительной, доступной тепловой и электрической энергии.

А также для реализации Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N261 – ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные объекты Российской Федерации», наиболее актуальным и востребованным является применение биогазовой технологии. Как известно, использование данных технологий дает возможность получения не только биогаза – резервного источника энергии, но и улучшения экологической обстановки.

Вырабатываемый, с помощью установки биогаз после очистки и компрессии может использоваться в качестве моторного топлива в двигателях внутреннего сгорания и для сжигания в конфорках в бытовых целях.

Жители Республики Саха (Якутия) ежедневно совершают почти два миллиона поездок на автомобилях. И как во всех больших городах, именно автомобиль является основным источником загрязнения воздуха. На долю автотранспорта приходится до 80 процентов от общих объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Новизна: Чтобы стабилизировать и в перспективе улучшить экологическую ситуацию мы хотим принять политическое решение о производстве и использовании в качестве моторного топлива биогаза. Так как биогаз имеет высокое октановое число, его применение целесообразней в двигателях с высокой степенью сжатия.

В ближайшее будущее мы надеемся, что использование биогаза, как моторного топлива для автотранспорта будет реализовываться.

УДК 502.171:620.9

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

О.Н. ГОЛОВИНА, ЧГУ им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.Н. МИРОНОВА

Проблема обеспечения электрической энергией многих отраслей мирового хозяйства, постоянно растущих потребностей населения Земли становится сейчас все более насущной.

Тенденция роста цен и уменьшающееся количество ископаемого топлива стимулирует высокие затраты на развитие и внедрение технологий, связанных с нетрадиционными источниками энергии.

Сферы деятельности человека, где энергия альтернативных источников, в частности солнца, получают все большее распространение.

Масштабы применения НВИЭ в мире непрерывно и интенсивно возрастают. Это направление является одним из наиболее динамично развивающихся среди других направлений в энергетике.

Разработки для ВИЭ в Чувашии занимают далеко не последнее место: существуют действующие проекты и планы на ближайшее будущее.

Наиболее актуальные вопросы на сегодняшний день:

- Плотность энергии ВИЭ, ее оценка наряду с традиционной энергетикой.
- Концентрация ВИЭ и способы увеличения.
- Оценка потенциала ВИЭ.
- Современные технологии.
- Стоимость энергии, полученной альтернативным способом и затраты на эксплуатационные расходы.

Рассмотрев эти вопросы, можно прийти к выводам: какие ВИЭ можно применять в вашем регионе (в частности в Чувашии), какие затраты на это уйдут, будет ли это окупаемо и о каких временных сроках может идти речь.

УДК 628.5

РЕШЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ ПРОБЛЕМ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПО ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ МАКУЛАТУРЫ

Р.Х. ХАМИДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. А.А. ЗАБЕЛИН

В современных условиях переработка макулатуры (как первичный отход) является одним из актуальных средств получения вторичного сырья, для дальнейшего использования в хозяйственных целях жизнедеятельности человека.

Однако потенциал данной отрасли в России в целом, и в частности в Татарстане, до конца не раскрыт, однако имеет огромный потенциал к росту, как и рост отходов бумажного производства. Россияне, по оценкам экспертов, ежегодно выбрасывают более 100 млн. тонн бумаги при цене от 50 долл. за тонну. Доля макулатуры в промышленных отходах составляет 0,9 %, в ТБО доля макулатуры обычно составляет около 30 %, а доля собранных вторичных материальных ресурсов в общем объеме образующихся твердых бытовых и промышленных отходов всего лишь 13 %.

Существуют различные технологии по переработке бумажных отходов, которые не пользуются широким применением в бизнес-среде РТ и РФ, в силу их не до конца обоснованной экономической эффективности.

Одной из таких технологий, которая должна не только быть экономически целесообразной в условиях Татарстана (его предпринимательского климата и законодательных аспектов, поддержки государственных программ), но и безвредной для окружающей среды - это технология обезвоживания бумажной массы.

Чтобы решить эту проблему, предлагается следующий проект. Построить, произвести монтаж и эксплуатировать в различных городах провинциального типа экологически чистые мини-заводы с замкнутым циклом, по переработке макулатуры и производству из неё бумаги-основы гигиенической, туалетной бумаги, бумажных салфеток и других бумажных изделий санитарно-бытового назначения.

Данные мини-заводы не имеют мировых аналогов по совокупности своих технических характеристик. По нашим подсчётам их окупаемость - не более 6 месяцев. Реализация этого проекта внесёт значительный вклад

в дело защиты и охраны окружающей среды, защитит от вырубки гектары леса и позволит создать дополнительные рабочие места.

УДК 621.187

РЕГЕНЕРАЦИЯ ИЗВЕСТИ ИЗ ШЛАМА ОСВЕЛИТЕЛЕЙ ХИМВОДОПОДГОТОВКИ ТЭС

Т.И. ОСИПЧЕНКО, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. доц. Г.Ю. ФЕДОРОВ

Опыт эксплуатации установки регенерации извести показал, что проблема утилизации шлама осветлителей ХВО не решается достаточно полно.

Главным образом это связано с получением регенерированной извести, имеющую низкую активность по СаО и высокое содержание железа и магния. В результате этого известь, полученная, из шлама осветлителей ХВО не может повторно использоваться в технологическом процессе подготовки воды для питания котлов электростанции.

Увеличение выработки извести из шлама ХВО ограничивается возможностями установки регенерации извести и использованием ее только для нейтрализации регенерационных вод химцехов.

При этом остается проблема утилизации свежего шлама ХВО, образующегося от деятельности предприятия, а также проблема использования малоактивной извести (менее 20 %).

Для скорейшего освобождения шламоотвала единственным способом утилизации шлама ХВО, накопленного на промплощадке предприятия, на сегодняшний день является использование его в качестве изолирующего материала при рекультивации полигонов промышленных отходов и ТБО, а также для засыпки карьеров.

С целью решения проблемы по утилизации шлама осветлителей ХВО требуется внедрение безотходной и экологически безопасной технологии переработки шлама в вяжущее вещество на основе перевода карбонатной составляющей в сульфатную фазу. Получаемый продукт на основе данной технологии позволит использовать его при производстве строительных материалов.

УДК 620.197.5

ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ СТАНЦИЙ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

Ш.Р. АХМЕРОВ, УГАТУ, г. Уфа

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

Число подземных металлических сооружений, используемых в настоящее время, велико и постоянно увеличивается. Вопросы их защиты от коррозии имеют важное значение, как с точки зрения потерь, так и с точки зрения экологической безопасности. Поскольку коррозия подземных металлических сооружений может привести к авариям, сопровождающимся большими экономическими потерями, а в некоторых случаях, если авария происходит на газо - или нефтепроводах, может привести и к человеческим жертвам и нанести значительный вред окружающей среде. В этой связи, вопросы построения систем контроля и управления катодной защиты являются весьма актуальными с точки зрения природоохранной деятельности и экономических потерь. Использование дистанционных систем контроля и управления позволяет повысить оперативность контроля, исключить перерывы в защите, уменьшить аварийность на трубопроводах, значительно снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание станций катодной защиты (СКЗ).

Современные СКЗ снабжены следующими блоками: силовой блок, блок управления и блок приема и передачи информации, для обмена информацией с диспетчерским пунктом (ДП). Передача информации между станциями и ДП осуществляется при помощи GSM – модемов (по сетям сотовой связи) или же с использованием спутниковой связи.

Одной из важнейших задач является выбор передаваемых параметров, алгоритма их передачи, частоты опроса и др. Для эффективного контроля СКЗ необходима передача минимального количества параметров, при этом, максимально информативных, полностью отражающих функционирование СКЗ.

В докладе рассматриваются контролируемые параметры, алгоритм контроля и обмена информацией между СКЗ и ДП; приводится анализ и расчет времени обмена информацией, необходимый объем памяти блока управления, объем информации при аварийных режимах.

УДК 678

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ШИННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Э.А. ЯГАФАРОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Природоохранные мероприятия на объектах шинной промышленности должны реализовываться при разработке плана производства таким образом, чтобы рост производственных мощностей выпуска продукции сопровождался соответствующим ростом производительности очистных сооружений, повышением качества очистки. На предприятиях этой отрасли в основном используются фильтры типа ФРКИ, степень очистки составляет 82 %.

Существует необходимость в решении проблемы минимизации воздействия выбросов с предприятия на окружающую среду с помощью новых инженерных решений. Рассмотрены оборудования для очистки выбросов шинной промышленности: рукавный фильтр типа ФРКИ, рукавный фильтр ФР, фильтр ФВК, патронный фильтр с импульсной продувкой типа ФПИ, патронный фильтр Downflo Oval (DFO).

Произведен сравнительный анализ существующего оборудования по следующим критериям: эффективность степени очистки оборудования; расчет энергопотребление; экономический эффект; платежи за выбросы; компактность оборудования и простота обслуживания.

Недостатком рукавных фильтров является сложность конструкций фильтров, забивания пылью перепускных отверстий клапанов, в связи с этим уменьшается степень очистки при эксплуатации до 82%, что не наблюдается при использовании патронных фильтров Downflo Oval (DFO), степень очистки которых 98 %. Годовая экономия по электроэнергии 153900 рублей. Замена фильтрующих элементов у рукавных фильтров осуществляется раз в год и составляет 51552 руб, у патронных фильтров Downflo Oval (DFO) раз в два года, составляет 42777 руб, что экономит затраты на замену комплектующих частей.

На основе произведенного анализа сделан вывод, что внедрение патронных фильтров Downflo Oval позволит довести качество очищаемых выбросов до нормативов, что в свою очередь снизит платежи за выбросы загрязняющих веществ в атмосфере и уменьшит негативное влияние на экологическую ситуацию в Татарстане.

УДК 351.777.61

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТБО МЕТОДАМИ СЖИГАНИЯ И ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПИРОЛИЗА

Э.И. КУРМАШЕВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. Р.Я. ДЫГАНОВА

С нарастанием количества отходов увеличиваются предложения по использованию различных технологий по их переработке. Важной задачей является выбор метода, который соответствует экологическим нормативам, требует наименьших затрат и приносит прибыль.

В данной работе рассмотрены технология сжигания ТБО по причине ее распространенности и технология термоудара (высокоскоростного пиролиза), предлагаемая ООО НПФ «Энергия» ввиду ее новизны и перспективности. Технологический процесс сжигания ТБО основан на сгорании отходов в котле и последующей утилизации тепла. Метод термоудара заключается в мгновенном нагреве вещества до границ его существования в конденсированной фазе с выделением пара и высокоскоростного пиролиза с образованием пиролизного газа.

Технологии сравнены по экологическим, экономическим критериям, а также энергоэффективности. По исследованиям, после сжигания 1т ТБО образуется порядка 320 кг шлама, 30кг летучей золы и 6000 м³ дымовых газов. Технология требует многоступенчатого очистного оборудования. При переработке отходов методом термоудара выбросы отсутствуют. Продуктами являются углеподобный остаток, высококалорийный пиролизный газ и пар, все три составляющие можно утилизировать с получением прибыли. Установка работает автономно, используя вырабатываемую энергию. Мусоросжигательный завод тратит треть вырабатываемой энергии на собственные нужды, в то время как пиролизная установка использует всего 15-20 %. Производительность мусоросжигательного завода 80 тыс.т/г и стоимость около 100млн.евро, срок окупаемости 2,6-3г, а завод, работающий по технологии термоудара 50 тыс т./г стоимостью 6млн.евро, окупается за 2,5 года. Большим преимуществом является то, что производство имеет модульную схему, что позволяет строить производства различной производительности.

В ходе сравнения выявлено, что завод по переработке ТБО методом термоудара более экологичен, энергоэффективен и экономически оправдан.

УДК 662.959.3

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА НЕИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЭНЕРГИИ КОНВЕРТОРНОГО ГАЗА

М.В. ЕЛЕСИН, ЮУрГУ, г. Челябинск

А.А. КОШКАРОВ, МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Утилизация конверторного газа является актуальной проблемой энергосбережения в металлургическом производстве.

За одну плавку конвертора емкостью 350 т. вырабатывается 110-150 тыс. м³ конверторного газа, разогретого до температуры 1700 град. и содержащего до 50 % окиси углерода, с запылённостью на уровне 200-220 г/м³.

В схемах без дожигания и неполным дожиганием конверторного газа существует проблема со сжиганием газа на свече. Из-за конструктивных особенностей свечи, высоких скоростей и низких температур 60-80 гр. конверторный газ устойчиво воспламеняется на свече при концентрации CO = 25-30 % соответственно если концентрация не достигает данного значения, то конверторный газ выходит в атмосферу без дожигания. Периоды выхода конверторного газа без дожигания на свече представлены на (рис.1)

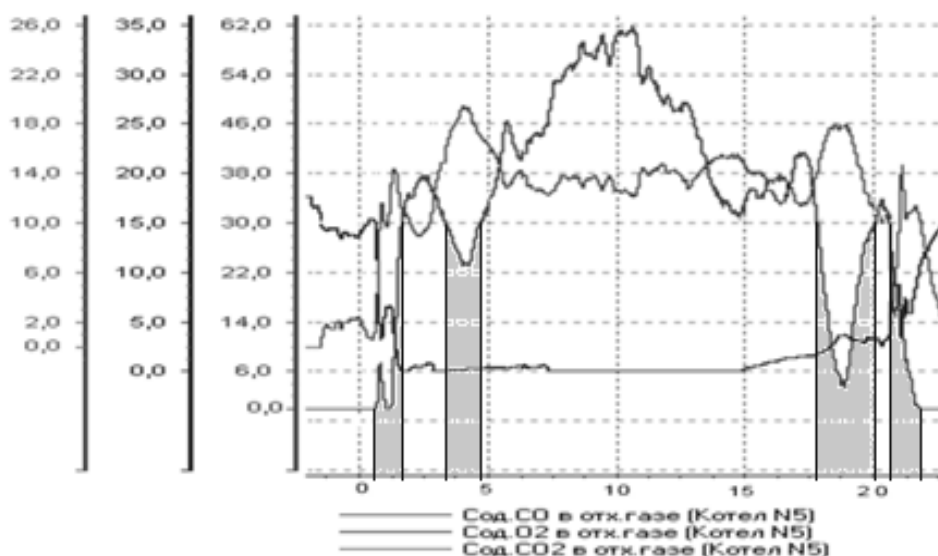


Рис.1 Выход конверторного газа без дожигания на свече в атмосферу

В схемах с газгольдером, конверторный газ с концентрацией CO меньше 35 % так же отправляется на свечу, где выбрасывается в атмосферу. Проведённый расчёт объёмов конверторных газов, выбрасываемых в атмосферу показал, что решение данной проблемы

является актуальной задачей в разработке энергоэффективной схемы утилизации конверторного газа. Расчёт выбросов конверторных газов в атмосферу приведён в таблице 1.

Таблица 1

Выбросы конверторного газа в атмосферу в различных плавках

№ рассматриваемой плавки	533410	533415	535422	535510
Полная продолжительность плавки сек.	935	1209	1524	1396
Содержание СО % до зажигания свечи	13	3,419	2,167	3,488
Содержание СО % после затухания свечи	6,94	13,621	13	7,685
Расход конверторного газа м ³ /ч до зажигания свечи	236805	233728	227200,5	233128
Расход конверторного газа м ³ /ч после затухания свечи	249706	248336,5	247945	247896,5
Количество конверторного газа выброшенного в атмосферу м ³	2265,60	3231,92	514,78	1063,03

Существующие схемы полной утилизации конверторного газа малоэффективны с теплотехнической точки зрения и отличаются сложностью в эксплуатации и не реализуются в отечественной практике.

Данная тематика в Российской металлургии особенно актуальна в связи с ужесточением экологических требований к производству.

К примеру, по данным ОАО «ЗСМК», в настоящее время конвертеры ККЦ-1 (2 конвертора садкой 350т.) выбрасывают в атмосферу 12878т СО/год.

УДК 666.924:676

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.А. ФАДЕЕВА, КГЭУ. г. Казань

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

В результате физико-химической очистки сточных вод на целлюлозно-перерабатывающих предприятиях (ЦБП) образуется большое количество обводненного осадка, который необходимо

подвергать обработке и утилизации. Осадок, в составе которого в основном содержится гидроксид алюминия, примеси хлорлигнина и ряд других веществ, представляет собой шлам.

Шлам является ценным вторичным сырьем, но из-за отсутствия технологий его разумной утилизации до последнего времени представляет многотонный экологический балласт. ЦБК решали проблему утилизации шлама долгое время посредством складирования его в картах-осадконакопителях. Общий объем осадка карт-осадконакопителей, только одной площадки, расположенной на узкой прибрежной зоне, составляет около 4,5 млн.м³. Состав донных отложений осадка карт-шламонакопителей представлен широким спектром элементов, основными из которых являются алюминий, кремний, углерод, железо, марганец, бром, которые при определённой технологической переработке представляют собой ценное промышленное сырье. По результатам спектрометрических исследований образцов шлама показали, что сумма отношений удельных активностей радионуклидов, содержащихся в шламе на 2 порядка меньше нормативной "Минимально значимой удельной активности", а эффективная удельная активность шлама (Аэф) на порядок меньше критерия «Норм радиационной безопасности», т.е. АЭфЛЭС= 30,1 Бк/кг < АЭфНРБ=370 Бк/кг. Таким образом, наши данные подтверждают пригодность шлама как при использовании его в строительстве жилых и общественных зданий, так и при изготовлении из него потребительских товаров.

Бетонные смеси, термоизоляционные изделия, керамика и другое экономически целесообразнее производить непосредственно на самом предприятии, в первую очередь для собственных нужд. При этом существенно снижаются затраты на транспортировку шлама, тепловую, электрическую энергию, технологические операции, расходы на хранение шлама и другое, по сравнению с вариантом создания автономного производства, вне предприятия, для этих целей.

УДК 628.336.6

АНАЛИЗ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ УЧАСТВУЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ МЕТАНООБРАЗОВАНИЯ

Ю.С. БЕЛЯЕВА, КГЭУ. Г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. Р.Я. ДЫГАНОВА

Организация процесса получения биогаза из органических отходов спиртового производства и возможность контролировать этот процесс подразумевают понимание механизма образования биогаза, знание факторов и степень их влияния на микроорганизмы участвующие в процессе.

По литературным данным процесс разложения биомассы разделяют на три основные фазы. В каждой фазе участвует определенный вид бактерий. В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих. Первая фаза - биогидролиз полимеров, на этой стадии работают гидролизные бактерии, питательной средой для них является комплекс органических веществ содержащихся в субстрате, продукт - высшие жирные кислоты. Вторая фаза – ацетогенез и дегидрогенизация, здесь участвуют кислотообразующие бактерии, образуют водород, диоксид углерода, уксусную кислоту. Третья фаза – метаногенез, работают метанобразующие бактерии, итоговым продуктом являются водород, диоксид углерода, уксусная кислота, метан. Всего выделяют 30 видов метаногенов, принадлежащих к 14 родам и 6 семействам. По форме клеток метаногены являются кокками или палочками, представители *Methanobacterium* и особенно *Methanothrix* образуют нитеобразные клетки.

В результате анализа литературных источников был выявлен ряд факторов влияющих на скорость образования биогаза, его качественный и количественный состав. Важную роль играет температурный режим: термофильная ферментация (при 50-57 °С) идёт менее интенсивно, чем мезофильная (35-45 °С), однако процесс отличается меньшей стабильностью. Содержащиеся в жидкой среде органические кислоты имеют различную скорость сбраживания, наиболее интенсивно сбраживается уксусная кислота, а также с увеличением длины углеродной цепи кислоты увеличивается количество получаемого газа. Другим важным фактором является рН среды, различные представители метанобразующих бактерии по-разному реагируют на изменение рН

среды, обычно поддерживают нейтральную или щелочную среду. Большое значение имеет баланс макро- и микроэлементов, присутствие кислорода, метаногены строгие анаэробы и кислород является для них ядом, однако кратковременная аэрация метантенка не приводит к гибели метаногенов, метаногенез возобновляется. Ингибирование метаногенеза вызывают сульфиты, которые при метановом брожении сульфатвосстанавливающие бактерии восстанавливают до сероводорода, избыток азота (C:N не менее 20:1), также пагубно влияет на процесс).

Рассмотренные факторы и выявленные закономерности процесса метанообразования позволяют опытным путем определить оптимальные условия для получения биогаза из отходов спиртовой промышленности с максимальной концентрацией метана. Зная механизм влияния факторов на процесс образования биогаза, можно контролировать процесс в лабораторной установке с целью выбора оптимальных параметров брожения для промышленных установок.

УДК 621.1

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК НА НЕФТЕПРОВОДАХ СЕТИ «ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ – ТИХИЙ ОКЕАН»

К.Ю. АФАНАСЬЕВ, ТПУ, г. Томск

Науч. рук. канд. хим. наук, доц. Н.В. ЧУХАРЕВА

За последние годы становится все более очевидным потенциал использования попутного нефтяного газа (ПНГ) в связи с развивающейся политикой энерго-ресурсосбережения.

Согласно постановлению правительства «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» с 2012 года доля полезного использования попутного нефтяного газа должна составить 95% от добытого объема, а за сверхлимитные объемы его сжигания предусмотрены штрафные санкции.

При рассмотрении нефтедобывающих промыслов Восточной Сибири можно увидеть их высокую приближенность и взаимодействие с нефтепроводной сетью Восточная Сибирь – Тихий океан. Очень многие технологические площадки добывающих и транспортных компаний данного региона размещены бок о бок. Все эти площадки можно охарактеризовать

слабой инфраструктурой и отдаленностью от крупных населенных пунктов.

В данной ситуации использование газотурбинных установок (ГТУ) позволит не только решить проблему утилизации ПНГ, но и даст необходимую электрическую и тепловую энергию для персонала добывающих и транспортных компаний.

Для комплексного использования ГТУ в условиях тесного взаимодействия нефтяных предприятий Восточной Сибири предполагается применение различных схемных решений, в которых энергия уходящих газов используется не только для нагрева воздуха, но для повышения температуры газа перед камерой сгорания и нагрева воды.

Таким образом, на основе ГТУ, работающих на попутном газе, будет создан независимый источник энергии, которая сможет найти применение, как для привода насосного оборудования нефтеперекачивающих станций, так и для производства электричества и тепла для нужд персонала добывающих и транспортных компаний. Все это позволит получить стратегическую независимость от других поставщиков энергии, улучшить инфраструктуру и условия проживания на нефтяных месторождениях, а также исключить влияние геополитической нестабильности за счет максимального полезного использования попутного нефтяного газа.

УДК 339.9:330.15

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Э.С. БАБОШИНА, ТГУ, г. Тольятти

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

Ввиду дискуссионности проблем экономических оценок природных ресурсов существующие методические подходы весьма многочисленны и теоретически неоднозначны. В общем виде могут быть выделены рыночные и нерыночные методы оценки. Наиболее универсальными и обоснованными являются рыночные методы, основанные на рентных подходах, когда денежная оценка природных ресурсов отражает доход от их эксплуатации. В общем виде ценность запасов природных ресурсов (Р) может быть рассчитана по следующей формуле:

$$P = \sum_{t=1}^T \frac{(P_t - C_t) * Q_t}{(1 - S)^t} \quad (1)$$

где P_t – цена продажи единицы ресурса в году t ; C_t – издержки добычи единицы ресурса в году t ; Q_t – объем добычи ресурса за год t ; S – ставка дисконтирования (процентная ставка по депозитам); T – расчетный срок эксплуатации; t – расчетный год эксплуатации.

С практической точки зрения более предпочтительной является рентная оценка ресурсов по замыкающим затратам, основанная на определении экономии затрат на добычу ресурсов, возникающей в результате эксплуатации ресурсов более высокого качества по сравнению с ресурсами худшего качества, добыча которых «закрывает» баланс потребления. Эту экономию можно рассматривать как дифференциальную ренту за ресурс (Д), рассчитываемую по формуле:

$$R = (Z_3 \cdot Z_i) \cdot Q_i, \quad (2)$$

где Z_3 – затраты на добычу ресурса из источника с наиболее низким качеством (замыкающие затраты); Z_i – индивидуальные затраты на добычу ресурса; Q_i – индивидуальный объем добычи ресурса.

С использованием методики рентной оценки проведена экономическая оценка природных ресурсов отдельных участков территории Самарской области. Обсуждаются результаты проведенной оценки.

УДК 504.054, 504:064.3

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ОКРУГА г. ТОЛЬЯТТИ

В.О. БУХОНОВ, В.А. ВАСИЛЬЕВ, ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.В. ВАСИЛЬЕВ

Для городского округа Тольятти характерно наличие ряда интенсивных источников электромагнитных полей (ЛЭП, антенн, устройств телекоммуникации и др.), оказывающих значительное воздействие на прилегающую селитебную территорию. Проблема усугубляется тем, что ряд участков селитебной территории недопустимо близко примыкает к источникам электромагнитных полей. Между тем, исследования внешних источников электромагнитных полей в условиях городского округа Тольятти не проводилось.

Авторами были проведены оценки результатов предыдущих исследований, собственные оценочные расчеты и контрольные измерения, которые позволили определить наиболее проблемные зоны для последующих более детальных измерений. Так, был сделан вывод о необходимости измерений вблизи линий электропередач (ЛЭП), при этом особое внимание необходимо обращать на места провисания проводов воздушных ЛЭП, где уровень излучения существенно возрастает. В частности, оценка интенсивности излучения электромагнитных полей в диапазоне работы средств мобильной связи показала, что его уровни в основном ниже действующих гигиенических требований. Что касается радиочастотного диапазона электромагнитных полей, то авторы пришли к выводу о необходимости проведения контрольных измерений для подтверждения безопасности воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона, в том числе вблизи телестанций.

Натурные измерения физических полей осуществлялись на селитебной территории г. Тольятти. При обследовании уровней электромагнитных полей в селитебной территории г. Тольятти были проведены измерения для диапазона промышленной частоты (электрическая составляющая E , кВ/м и магнитная составляющая H , А/м) и измерения электромагнитных полей радиочастотного диапазона (электрическая составляющая E , кВ/м, магнитная составляющая H , А/м и плотность потока энергии ППЭ, мкВт/см²).

Анализ результатов измерений показал, что на территории г.о. Тольятти имеются зоны с превышением санитарно-гигиенических норм по воздействию электромагнитных полей как диапазона промышленной частоты, так и радиочастотного диапазона.

УДК 504.054, 504:064.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНа НА ТЕРРИТОРИИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Р. ГРОШЕВА, В.А. ВАСИЛЬЕВ, В.В. ШАЛЫГИН, ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.В. ВАСИЛЬЕВ

Радон – инертный газ, имеющийся в ряде участков селитебной территории, в том числе в подвалах жилых домов и производственных зданий. Его воздействие на население приводит к возникновению ряда заболеваний, в том числе онкологических.

Авторами проведены инструментальные измерения объемной активности радона-222 в воздухе на территории жилой застройки и ряде производственных площадок Самарской области. Всего было проведено более 100 измерений объемной активности радона-222 в воздухе. По каждому из проведенных измерений составлены протоколы результатов измерений. Для оценки уровней объемной активности радона-222 в воздухе использовался радиометр радона портативный PPA-01M-01.

Проведена оценка результатов измерений. Анализ результатов измерений на обследуемых жилых территориях и производственных участках Самарской области показал, что на территории области имеется ряд зон с повышенным содержанием объемной активности радона-222 в воздухе. Так, на селитебной территории городского округа Тольятти повышенная объемная активность пробы N зафиксирована на территории Комсомольского района в следующих точках измерений: точка №2 (ул. Вокзальная 150, точка №4 (ул. Макарова 47), точка №11 (ул. Коммунистическая 97), точка №14 (ул. Ярославская 25), точка №19 (ул. Л. Чайкиной 26), в ряде точек поселка Федоровка. Кроме того, в поселке Федоровка наблюдалось повышенное значение числа зарегистрированных α – распадов ^{218}Po (RaA) Q. В г. Сызрани в районе ул. Новосибирской (точка измерений №8) выявлено превышение нормативных значений объемной активности радона-222 в воздухе. На селитебной территории г. Самары и городского округа Жигулевска превышений по объемной активности пробы N и по числу зарегистрированных α – распадов ^{218}Po (RaA) Q не выявлено. На обследованных производственных участках превышений также не выявлено.

На основании полученных данных измерений составлены карты радонового излучения территории наиболее крупных городских округов Самарской области.

УДК 504.054

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Л.Р. ХАМИДУЛЛОВА, ТГУ, г. Тольятти

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

Смазочно-охлаждающие жидкости оказывают разнообразное негативное воздействие на человека и биосферу (прежде всего токсическое), поэтому снижение их токсического воздействия является

крайне актуальным. На основе проведенных анализа и систематизации существующих методов и средств снижения токсичного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей предложены методологические основы снижения токсического воздействия. Все известные на сегодня мероприятия по снижению токсического воздействия СОЖ можно разбить на две большие группы: чистые технологии и методы и очистительные технологии и методы (рис. 1). Под чистыми технологиями и методами при этом понимаются технологии и методы, направленные на предотвращение загрязнений и минимизацию отходов. Среди очистительных технологий и методов выделены следующие: контроль загрязнений, переработка отходов, восстановление ресурсов.

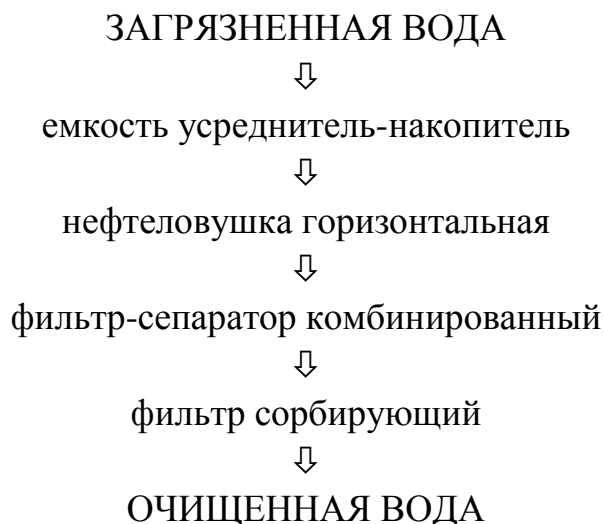


Рисунок 1. Методологические основы снижения токсического воздействия СОЖ

УДК 628.316

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ФИЛИАЛЕ ОАО «ВАМИН ТАТАРСТАН»

Э.П. ХАМИДУЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук канд. геогр. наук, доц. Р.Н. АПКИН



Установлено, что средние значения загрязнения сточных вод на территории комбината незначительно превышают санитарно-гигиенические нормативы. С целью выбора метода модернизации системы очистки сточных вод предприятия проведено изучение существующих методов очистки сточных вод от нефтепродуктов по литературным источникам.

Для повышения эффективности системы очистки сточных вод на предприятии предложена двух ступенчатая очистка сточных вод. В качестве модернизации предлагается в действующую систему очистки сточных вод, имеющуюся на предприятии дополнительно установить комбинированный фильтр-сепаратор и сорбирующий фильтр.

Выполнен расчет технических параметров предложенной системы очистки сточных вод. Результаты расчетов показывают, что с использованием предложенной системы модернизации степень очистки сточных вод от нефтепродуктов будет соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам - 0,05 мг/л. Экономический расчет показывает эффективность предложенной технологии модернизации системы очистки сточных вод предприятия. Кроме того, снижение платежей за загрязнение водных ресурсов будет составлять – 19900 руб./год. Срок окупаемости проекта составит - 7,4 года.

Таким образом, предложенная система очистки позволит снизить загрязнение сточных вод предприятия до уровня санитарно-гигиенических нормативов.

СЕКЦИЯ 6. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

УДК 621.313.32

СРАВНЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ВЕКТОРНОМ УПРАВЛЕНИИ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПО МОДЕЛИ ПОТОКА СТАТОРА

АЛИ САЛАМА А.А., КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Н.К. АНДРЕЕВ

В статье разработаны и детально проанализированы реализации интеллектуального контроллера для косвенного векторного управления скоростью асинхронного двигателя (АД) с ротором типа «беличье колесо». Построена полная математическая модель и проведены расчеты в программе MATLAB системы векторного регулирования по модели ориентации поля (ОП) асинхронного двигателя мощностью 37 кВт. Выполнено сравнение качества и производительности пропорционально-интегрального (ПИ) и нейро-сетевого (НС) регуляторов с точки зрения времени установления и динамических характеристик при различных условиях нагрузки.

В данной статье была использована модель прогнозирующего регулирования скорости АД. Контроллер регулятора должен рассчитать входной сигнал, который оптимизирует качество регулирования в течение будущего обозримого промежутка времени. В модели линейного прогнозирования первым этапом является построение идентификационной модели системы. Далее рабочая модель должна прогнозировать на будущий промежуток времени.

Была использована 20-слойная структура нейронной сети с использованием метода обратного распространения ошибки, которая подвергалась обучению для оценки скорости вращения ротора. Было установлено, что производительность предлагаемого НС контроллера значительно выше производительности ПИ регулятора. НС контроллер

обладает более быстрой реакцией и более высокой производительностью при отсутствии нагрузки и при нагрузке в 25 Н·м на крутящий момент.

Установлено также, что НС регулятор является более робастным по сравнению с ПИ регулятором. Однако для того чтобы достичь высокого качества регулирования в случае для НС регулятора требуется длительное время обучения.

УДК 621.313

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ РОБОТОВ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

А.С. АНАНЬЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

В докладе рассматриваются два метода синтеза самонастраивающихся систем управления электроприводов роботов: 1) системы с параметрической адаптацией; 2) системы с сигнальной (компенсационной) адаптацией.

Первый подход отражает система с градиентным методом настройки контролируемых параметров на оптимальное значение критерия качества, являющегося функцией настраиваемых параметров и определяемая через меру рассогласования между выходной координатой самой системы и её эталонной модели.

Второй подход основан на сравнении сигнала на выходе замкнутой системы управления электропривода с выходным сигналом эталонной модели. Сигнал рассогласования γ используется для компенсации отклонений динамических характеристик от заданных. При достаточно большом значении γ передаточные функции системы и эталонной модели приближённо равны.

Оба подхода относятся к классу беспоисковых алгоритмов адаптации, когда не требуется времени на поиск оптимальных условий функционирования. Кроме того, нет необходимости введения в систему пробных воздействий для определения динамических характеристик электропривода.

Поэтому вполне обоснованным является более подробное изучение и применение рассмотренных методов синтеза алгоритмов адаптации применительно к асинхронным микромашинам для коррекции ошибки по возмущению при достаточном объёме априорной информации об объекте управления.

УДК 628.316

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Е.М. АРЗЮТОВА, Д.М. МУХАМЕТГАРАЕВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Р.С. КАШАЕВ

Определение концентрации примесей – нефти, нефтяных остатков, солей металлов водорастворимых полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ) в нефтепромысловой воде, закачиваемой после ее очистки от нефти и солей обратно в нефтеносные пласты в настоящее время является экономически актуальной и экологически необходимой задачей. Оптимальным является экспресс – контроль примесей непосредственно после скважины.

Для контроля загрязненности нефтепромысловых и сточных вод примесями в настоящее время используется множество отечественных и зарубежных приборов, из анализа которых следует, что все они основаны на подготовке пробы с использованием реагентов и малопригодны для автоматического поточного экспресс - анализа в полевых условиях. Они не перекрывают всего диапазона возможных концентраций нефти (концентрация которой может быть и выше 200 мг/л), время анализа большое, а стоимость приборов высокая. Для контроля загрязненности сточных вод нефтью требуются поточные, неконтактные, не требующие реактивов экспресс - анализаторы, обладающие возможностью автоматизации анализа на потоке.

Таковыми возможностями обладает метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР), не требующий реактивов и подготовки пробы, легко автоматизируемый и взрывобезопасный, имеющий неограниченный верхний диапазон измерений, независимость измерений от концентрации механических примесей и газа. Анализ может производиться как в лабораторном варианте ручного отбора проб и анализа, так и в проточном варианте, с погружением датчика в анализируемую среду.

На основе данного метода поставлена задача создания опытного образца установки ЯМР - контроля концентрации примесей нефти, нефтяных остатков, солей металлов водорастворимых полимеров и ПАВ и загрязненности нефтью и солями закачиваемых в пласт нефтепромысловых и сточных вод с последующим её испытанием.

УДК681.5:62-82

СИСТЕМА ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТУРЫ NATIONAL INSTRUMENTS

Р.Р. БАТЫРШИН, КГЭУ, г. Казань

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

В данной работе рассмотрен блок управления УМІ – 7764 для создания научного лабораторного стенда для изучения управления шаговыми двигателями на базе современного оборудования фирмы National Instruments.

Задачи управления движением электроприводов находят применение во многих отраслях. Блок УМІ – 7764 (Универсальный приводной интерфейс), позволяет управлять двух или четырехфазными шаговыми двигателями. Для управления шаговыми двигателями подаются логические сигналы TTL – уровня «ШАГ», «НАПРАВЛЕНИЕ», «РАЗРЕШЕНИЕ», «МИКРОШАГ». Для изменения величины рабочего тока и дробления шага на корпусе блоке предусмотрены переключатели. В качестве источника сигналов может служить персональный компьютер, внешний контроллер, либо генератор импульсов. Все управляющие входы имеют гальваническую развязку, что позволяет повысить безопасность и помехоустойчивость.

Решение задачи по запуску пробного лабораторного стенда по управлению движением шаговых двигателей разделяется на следующие этапы:

- Абстрактный синтез (алгоритм функционирования, структурная и функциональная схема стенда);
- Изучение среды графического программирования National Instruments для реализации разработанного функционирования;
- Разработка электрической схемы соединений, средств автоматизации и электромеханических преобразователей;
- Проектирование конструкции лабораторного стенда;
- Изготовление, монтаж и наладка лабораторного стенда;
- Разработка технической документации на лабораторный стенд (техническое описание, инструкция по применению);
- Разработка методического пособия для лабораторного стенда.

Для реализации управления шаговыми двигателями осуществляется освоение программного обеспечения LabView 8.5 и создание виртуального прибора.

УДК 681.325.5

ПРОГРАММАТОР ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРОВ

Р.И. ГАЯЗОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Цель работы: сконструировать программатор для считывания и записи микросхем памяти последовательного доступа, работающий под управлением программы IcProg, Pony Prog.

Состав программатора: базовый блок выполнен на микросхеме MAX232. Программатор построен по модульному принципу:

- материнская плата, на которой находятся согласующие и ключевые каскады,

- разъем с набором необходимых сигналов для программирования микросхем памяти с различными интерфейсами,

- три модуля с сокетом для подключения микросхем памяти, PIC-контроллеров и микропроцессоров серии AT90S.

Программатор подключается к компьютеру через переходной порт USB-COM.

Микросхемы, поддерживаемые программатором:

- микросхемы памяти, поддерживаемые программатором, при работе в оболочке PonyProg – I2C, MicroWire, SPL, AVR micro, AT89S, PIC (16- или 12- micro);

- микросхемы памяти, поддерживаемые программатором, при работе в оболочке IcProg – 59C, X24C, 89C, PIC, 93C, SX, AT90S.

Алгоритм работы программатора:

Работа начинается с выбора микросхемы и написания листинга программы, записываемой в память. Затем выбирается нужная оболочка программы и дополнительный модуль, который подходит к корпусу данной микросхемы. После подключения программатора к компьютеру через порт USB-COM производится тест программатора и калибровка, после чего производится запись.

Состояние разработки: наладка и тестирование основного и дополнительного блоков.

УДК 621.313

ФАЗОВАЯ СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ СИНХРОННОГО МИКРОДВИГАТЕЛЯ

Р.З. ГУМЕРОВ, КГЭУ, г. Казань

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

В данной работе приведено описание фазовой системы прецизионной стабилизации угловой скорости синхронного микродвигателя. Управление двигателем производится по сигналу ошибки, зависящему от фазового сдвига между последовательностью импульсов задающего генератора и импульсами с датчика скорости. Объектом управления является двигатель $Dв$, приводящий в движение механизм M . На оси двигателя закрепляется датчик скорости $ДС$. Датчик вырабатывает последовательность импульсов с частотой, пропорциональной скорости вращения ротора двигателя. В качестве датчика скорости используется насаженный на вал двигателя ферромагнитный диск с магнитными метками. Импульсы с выхода датчика через усилитель УС 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. Напряжение на выходе дискриминатора зависит от фазового сдвига между сигналами, подаваемыми на его входы, т.е. от положения ротора двигателя относительно вектора напряжения генератора. Это напряжение через корректирующую цепочку КЧ и усилитель постоянного тока УПТ подается на управляемый фазовращатель ФВ. Импульсный вход фазовращателя через делитель частоты $Дн$ подключен к задающему генератору. Скорректированные по фазе импульсы с выхода фазовращателя поступают на усилитель мощности и далее на питание двигателя. В данной схеме стабилизируемым параметром является положение ротора относительно вектора напряжения задающего генератора. Если под влиянием изменения момента нагрузки изменится положение ротора, то на двигатель будет оказано воздействие, уменьшающее изменение положения ротора относительно вектора напряжения задающего генератора.

УДК 621.31:622.276.53

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДОЖИМНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

А.М. ЗИАТДИНОВ, АГНИ, г. Альметьевск

Науч. консультант канд. техн. наук, доц. Т.В. ТАБАЧНИКОВА

Целью данного исследования является оптимизация режимов работы электротехнического комплекса дожимной насосной станции (ДНС) включающего: понижающий, повышающий трансформаторы (1Т и 2Т), низковольтный преобразователь частоты (НПЧ) и высоковольтный асинхронный электродвигатель (АД) мощностью 315 кВт, где критерием оптимизации является минимум потерь активной мощности в этом комплексе.

Актуальность предлагаемого исследования заключается в снижении потерь электроэнергии на транспортировку нефтяной эмульсии, которые составляют 30 % и более от общего расхода на добычу нефти.

Новизна исследования заключается в разработке математической модели и получении аналитических зависимостей для системы 1Т–НПЧ–2Т–АД. Математическое моделирование производилось с использованием программы MatLab Simulink.

Расчет годового ожидаемого экономического эффекта показал, что при выборе системы 1Т–НПЧ–2Т–АД составит более 800 тыс. руб./год при снижении потребляемой электрической энергии ≈ 400 тыс. кВт·ч/год.

На рисунке 1 представлена схема электротехнического комплекса дожимной насосной станции с системой 1Т–НПЧ–2Т–АД.

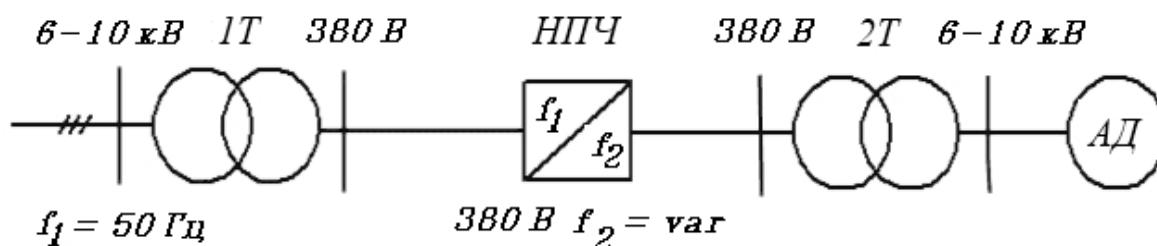


Рисунок 1 – Электротехнический комплекс дожимной насосной станции, с системой понижающий трансформатор – низковольтный преобразователь частоты – повышающий трансформатор – высоковольтный асинхронный электродвигатель

УДК 62-83

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ С РЫЧАЖНОЙ СИСТЕМОЙ МУЛЬТИПЛЕКЦИИ

В.Н. ИНЬКОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Одним из перспективных видов приводов мехатронных систем микроперемещений являются пьезоэлектрические приводы, которые позволяют через упругие кинематические механизмы сообщать выходным звеньям движение с необходимыми траекториями.

В основе всех расчетов перемещений и силовых нагрузок выходных звеньев модулей с пьезоприводами лежат уравнения, описывающие состояние пьезоэлектрической среды под действием электрического поля и внешних механических нагрузок.

Цель исследования – определение основных параметров модуля с рычажной системой мультиплекции при заданных внешних воздействиях.

В результате расчета мультиплексной системы с упругим шарниром было установлено, что на коэффициент мультиплекции H оказывают существенное влияние следующие параметры.

1. Расстояние между точками приложения нагрузки и толкателя пьезопривода. Существует максимальное значение коэффициента мультиплекции при приложении толкателя вблизи упругого шарнира.

2. Жесткость сечения рычага, в том числе модуль упругости рычага (желательно выполнить его из стали, а не из дюралюминия).

3. Контактные деформации толкателя и вставки рычага (желательно выполнить их из вольфрама или подобных материалов, модуль упругости которых существенно выше, чем у стали).

4. Сдвиговые деформации рычага и упругого шарнира, которые необходимо учитывать при расчетах.

5. Внешняя нагрузка, при ее повышении происходит снижение перемещения и коэффициента мультиплекции.

Существует оптимальное соотношение между толщинами упругого шарнира и рычага, при котором коэффициент мультиплекции H максимален. При малых значениях коэффициента H работа устройства становится неэффективной.

УДК 621.3

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.Р. ЛАТИПОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Наличие функциональной избыточности в структуре большинства сложных систем приводит к тому, что появление отказов отдельных элементов или значительные изменения тех или иных рабочих параметров могут привести к ухудшению качества функционирования и снижению эффективности системы в целом. Нарушение условий работы наиболее мощных установок оказывает негативное влияние на остальные устройства. Например, при включении установок, мощность которых не менее 25 % от мощности питающей сети, происходит существенное изменение питающего напряжения. С удалённостью от центра питания данная зависимость только увеличивается.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки методики, которая позволяет провести проверку технического состояния оборудования по наиболее информативным параметрам. Для оценки эффективности применяется параметрический анализ, который обобщает результаты структурного, функционального и информационного исследования состояния системы. Объектами исследования параметрического анализа являются частные и обобщённые показатели эффективности работы электрооборудования такие, как: падение напряжения на шинах или скачки пускового тока.

В докладе рассматривается возможность оценки эффективности электротехнического комплекса по изменениям параметров работы оборудования и достоверность полученных результатов. Оценка работы электропривода станков в условиях понижения напряжения во время запуска электродвигателей. Рассматривается влияние состояния контактов коммутационной аппаратуры на пусковой ток и определение дефектного элемента по пульсациям пускового тока.

Сформированы основные этапы проведения исследования по предложенной методике.

УДК 621.313

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКОВОЙ ЭХО-ИМПУЛЬСНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТРУБОПРОВОДОВ

А.С. МАЛАЦИОН, КГЭУ, г. Казань

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

Цель работы – исследование характеристик звуковой аппаратуры, предназначенной для диагностики дефектов, возникающих в трубопроводах, эхо-импульсным методом. Особенность аппаратуры – отказ от звуковых волн высокой частоты в пользу продольных волн низкой частоты (1÷5кГц). В результате становится возможным диагностировать дефекты в макроскопических объектах. Уменьшение частоты звука с одновременным увеличением амплитуды возбуждающей волны позволяет выявить дефекты, находящиеся на расстояниях до 1000 м от приёмника излучения.

Система диагностики основана на регистрации приемником отраженных от дефектов акустических импульсов, излучаемых возбудителем. В диагностической системе использован аппаратно программный комплекс на основе LabVIEW, с возможностью оперативной подстройки под конкретную задачу и визуализации процессов передачи и получения акустических сигналов. По интенсивности и форме отраженных сигналов можно судить о размере и характере дефектов.

Для определения основных характеристик системы диагностирования, влияния частоты, скорости распространения и степени затухания звукового сигнала по трубопроводу на эти характеристики была проведена серия опытов. Опыты проводились в лабораторных условиях на участке стального трубопровода длиной 30 м с искусственным созданием различных дефектов и последующей обработкой результатов измерений.

С одной стороны трубопровода закрепляются приёмник и передатчик звуковых сигналов, а на произвольном расстоянии от них создаются искусственные дефекты. Параметры зондирующего сигнала 5 кГц, амплитуда 18,4 В. Обработанный и отфильтрованный от шумов сигнал выводится на монитор ПК и может быть сохранён.

В результате работы определены скорость распространения и коэффициент затухания звуковой волны, длительность «мертвой зоны» приема, точность местонахождения дефектов и выявлены некоторые другие особенности аппаратуры.

УДК 621.186.842

ТЕПЛОВЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ, ОСНОВАННЫЕ НА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ

А.Г.Н. МАСИАБ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема влияния процессов получения и потребления энергии на состояние окружающей среды и социально-экономическую ситуацию стали особенно актуальны в конце 20 - начале 21 века. Использование энергии из возобновляемых источников (ВИЭ) является альтернативой энергетическому кризису. ВИЭ уже при сегодняшних технологиях позволяют обеспечить энергетические потребности отдельного дома, предприятия, деревни или маленького города. Но для того, чтобы ВИЭ смогли полностью заместить вредные и опасные для окружающей среды энергетические объекты, требуется развитие технологий ВИЭ. Одна из главных проблем использования ВИЭ является хранение электроэнергии. Для решения такой задачи можно использовать тепловые аккумуляторы на основе фазовых переходов.

Тепловым аккумулятором называется устройство, обеспечивающее обратимые процессы накопления, хранения и выработки тепловой энергии в соответствии с требованиями потребителя. Использование теплоты плавления для аккумуляции тепла обеспечивает высокую плотность запасаемой энергии при использовании небольших перепадов температур и достаточно стабильную температуру на выходе из теплового аккумулятора (ТА). В настоящее время известен широкий спектр веществ, обеспечивающих температуру аккумуляции от 0 до 1400 °С. Например кристаллогидридов $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, при температуре плавления выделяют количество теплоты 29.7, 32.4, 48,58.2, 116 кДж/кг.

Таким образом, использованием ТА-материалов описанных выше, мы можем получить фазовые переходы в большом диапазоне температур и количество выделенной теплоты, которую можно прямо преобразовывать в электрическую энергию.

УДК 681.54

ТЕОРЕТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ

У.М. МВАКУ, КГЭУ, г. Казань

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

Трудно представить современную мировую экономику без энергии, транспорта, света, связи, радио, телевидения, вычислительной техники, средств автоматизации, космической техники и т. д., основой развития которых является топливно-энергетический комплекс (ТЭК). Уровень развития ТЭК отражает социальный и научно-технический прогресс и часто определяет политику государства.

Различие качественных характеристик добываемой нефти и ряд других

условий породили многообразие применяемого технологического оборудования и широкий спектр технологических схем промысловой подготовки нефти. Известны термохимические установки подготовки нефти (ТХУ), установки по электрическому обессоливанию нефти (ЭЛОУ), установки комплексной подготовки нефти (УКПН). В УКПН, помимо обезвоживания и обессоливания, осуществляется и стабилизация нефти, то есть отделение от неё легких, пропан бутановых и частично бензиновых, фракций в специальных стабилизационных колоннах. С УКПН стабилизированная нефть требуемого качества подаётся через коммерческие узлы учёта нефти в магистральные нефтепроводы.

Задача автоматизации УКПН заключается в обеспечении оперативного автоматизированного контроля качества получаемой нефти, компьютерного контроля всех этапов подготовки нефти, контроля и управления технологическим оборудованием. Далее детально изложены некоторые аспекты такого подхода: аппаратно - программные решения автоматизации для типовых технологических блоков подготовки нефти и технология выполнения традиционных этапов создания АСУ ТП подготовки нефти.

В докладе изложен подход к решению задач разработки и внедрения АСУ ТП, сформировавшийся в результате реализации целого ряда проектов автоматизации систем подготовки нефти. В основе подхода —

типизация аппаратно-программных решений и унификация отдельных этапов создания АСУ ТП на различных объектах.

УДК 621.313

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РОЛИКОВ ТРАВИЛЬНЫХ ВАНН ТЕРМОТРАВИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЛПЦ2, ОАО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

В.Ю. МУКОВОЗОВ, Р.В. ЛОЗИЦКИЙ, ОГТИ (филиал) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. преп. Р.Е. МАЖИРИНА

Существующий электропривод роликов травильных ванн имеет ряд существенных недостатков:

Электродвигатели постоянного тока эксплуатируются в агрессивной среде (пары соляной кислоты) в результате чего происходит окисления коллектора и щеточного аппарата машины, что приводит к аварийной остановки роликов и создает заторы металла в травильном агрегате. Релейно-контакторная схема управления имеет низкую надежность и не удовлетворяет современным требованиям ведения технологического процесса.

Модернизация заключается в замене электропривода постоянного тока анаэлектропривод переменного тока выполненного, по схеме резервирования основного частотного преобразователя. Группа рольганговых двигателей посредством реверсивного контактора механической блокировкой подключается на выбранный оператором травильного отделения частотный преобразователь. При этом на дисплее технологической панели оператора выводится следующая информация о выбранном оператором частотном преобразователе: нагрузка, текущее состояние преобразователя, его сигналы предупреждения, сигналы внутренних ошибок. Одновременно на дисплей панели оператора выводится информация о состоянии автоматов питания и автоматов защиты двигателей всех роликов рольгангов травильных ванн. Подготовку вышеуказанной информации выполняет центральный процессор CPU 3I4-2DP по заложенной в нем программе пользователя. Кроме того, центральный процессор, используя внутренние организационные блоки, постоянно тестирует и выводит на дисплей технологической панели оператора системные ошибки технических средств управления.

Это позволяет повысить надежность электропривода, обслуживающему персоналу оперативно устранять возникающие

в системе неисправности; осуществлять перенос большого количества информации при минимальных затратах на коммуникации.

УДК 681.5:62-5

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА LABVIEW ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Ш.Р. МУХАМЕТШИН, КГЭУ, г. Казань

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

В работе рассматривается управление электроприводом с помощью аппаратуры и программного обеспечения фирмы National Instruments. Задача заключается в том, чтобы разработать учебный лабораторный стенд на кафедре ЭПА КГЭУ.

В наше время специалисты и студенты технических ВУЗов сталкиваются с проблемой, такие, как программирование, выбор программного обеспечения и аппаратные продукты при сборке и проектировании технических стендов. Зачастую они не знают или затрудняются при выборе программного обеспечения. До недавних пор при решении задач в собственной предметной области студенты были вынуждены прибегать к помощи профессиональных программистов, как правило, не являющихся носителями знаний в этой области. Такое посредничество чаще всего увеличивало материальные и временные издержки, а самое главное, снижало качество исследований и разработок. Даже использование специализированных программных средств лишь частично снимало эту проблему.

Появление программных продуктов последнего поколения с весьма дружественными интерфейсами, адаптированных к менталитету и профессиональным навыкам специалистов, сделало возможным их использование напрямую, не прибегая к помощи посредников. Программные продукты National Instruments имеют весьма удобный пользовательский интерфейс и мощные средства графического программирования. С каждой последующей версией среды графического программирования возрастает уровень интеллектуализации интерфейса пользователя и удобство его использования.

Используя систему управления движением на базе LabVIEW, разработчики могут легко создавать собственные интерфейсы и управлять оборудованием и устройствами ввода/вывода, которые используются

в производстве. Мощность и гибкость LabVIEW и программного обеспечения управления движением помогут создать системы, удовлетворяющие всем возможным требованиям.

УДК 621.313

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

А.А. СЕРГЕЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

В данной работе рассмотрен пьезоэлектрический преобразователь, применяемый в приборе для акустического каротажа скважин, изготовленный на кафедре ЭПА КГЭУ.

Пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) – устройство, предназначенное для преобразования электрической (акустической) энергии в акустическую (электрическую). Принцип работы преобразователя основан на использовании пьезоэлектрического эффекта.

Наиболее широкое применение в ультразвуковой дефектоскопии получили контактные преобразователи.

Прямые преобразователи предназначены для возбуждения продольных волн. Пьезопластину, демпфер и протектор, склеенные между собой, называют вибратором. Вибратор размещен в металлическом корпусе. Есть вариант с пластмассовым корпусом. С помощью выводов пьезопластину соединяют с электронным блоком дефектоскопа. Контактная жидкость (смазочный материал) обеспечивает передачу упругих колебаний ультразвуковой частоты преобразователя к контролируемому изделию и наоборот.

В разрабатываемом дефектоскопе один преобразователь служит для возбуждения акустических колебаний в стальной трубе, а второй – для приема сигналов, отраженных от дефектов трубы и дефектов внешней цементации.

Одной из задач работы, является разработка нового пьезоэлектрического преобразователя на звуковой диапазон частот и исследование его характеристик.

УДК 681.3

К ВОПРОСУ О УНИФИКАЦИИ, КЛАССИФИКАЦИИ, МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАБОТЫ СИСТЕМ ЧПУ

И.А. ЧИРКОВ, С.Р. НАБИЕВ, ОГТИ (филиал) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.В. САБЛИН

В настоящее время существует большое количество различных вариантов систем ЧПУ. Основное различие заключается в производителе данного продукта и оборудовании, на котором система ЧПУ установлена.

Подобное разнообразие препятствует унификации документации и разработке единой системы обучения персонала предприятий.

Следовательно, возникает задача создать единую модель ЧПУ с учётом различных существующих вариаций системы.

Данная модель должна включать в себя все этапы создания и обработки информации поступающей от оператора и изменение рабочего органа системы, т.е. в общем случае необходимо создать систему создания входных сигналов, автомат Мура с большим количеством входных состояний и систему индикации результата.

В процессе моделирования необходимо:

- выявить общие и отличительные черты разнообразных систем и составить классификацию по максимально возможному числу критериев.

- задаться ограничениями и приближениями для модели, а также обосновать выбор основных критериев различия для реализации модели системы ЧПУ.

- составить логическую и математическую модель формирования программного кода, а, следовательно, и входного воздействия.

- создать автомат Мура с возможностью изменения некоторого числа его параметров в зависимости от гибкости и охвата моделью различных вариантов исполнения реализованных на производстве станков с системой ЧПУ.

- создать удобный и информативный интерфейс вывода результатов работы системы.

- визуализировать все этапы моделирования для удобства использования модели на всех этапах работы.

В результате составления данной модели необходимо создать гибкий программный продукт, обладающий простотой использования и большой функциональностью.

Также необходимо рассмотреть возможность синхронизации или иной вариант соединения модели системы ЧПУ с реальной системой.

УДК 621.313

ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТУРЫ ФИРМЫ MITSUBISHIELECTRIC

К.Х. ЧАН , КГЭУ, г. Казань

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

На кафедре ЭПА создается лабораторный стенд «Частотное управление асинхронным электроприводом с использованием аппаратуры фирмы Mitsubishi Electric». Стенд включает в себя преобразователь частоты FR-A740-00038 ЕС, программируемый логический контроллер Melsec FX3u-16M, панель оператора GOT1000 серии GT1150-QLBD, асинхронный двигатель мощностью 750 Вт и персональный компьютер. Стенд оформлен в виде стандартного шкафа управления, в котором расположены ПЛК, панель оператора, монтажные панели и автоматический выключатель. Персональный компьютер и блок электропривода установлены отдельно. Программирование электропривода может производиться с помощью программы GT Designer2 через сенсорную панель оператора, а также GX Developer 2 через персональный компьютер и контроллер Melsec FX3u-16M с помощью программного языка релейной (лестничной) логики Ladder.

Поскольку в комплекте поставки не было двигателя, стойка двигателя спроектирована нами вместе с заведующим лабораторией Ларионовым Н.А. в виде отдельной сварной стойки. Для контроля частотой и положением вала двигателя на валу установлен приобретенный дополнительно энкодер – импульсный датчик положения.

В настоящее время разработаны программы для скалярного и векторного управления АД по заданным наперед скоростной и нагрузочной диаграммам.

УДК 538.69.083.2

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ FX2N-10PG И ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА FX3U ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ СЕРВОПРИВОДА

ХУИНЬ ЧАН ФИ, КГЭУ, г. Казань

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

Целью работы является исследование совместного функционирования программируемого контроллера FX3U и модуля позиционирования FX2N-10PG для управления перемещением сервопривода по одной координате.

Программа управления позиционированием на языке LAD записывается в среде GX Developer и отлаживается на персональном компьютере. Из персонального компьютера программа загружается в программируемый контроллер FX3U. В контроллере программа обрабатывается, и команды передаются в модуль позиционирования FX2N-10PG. На выходе модуля позиционирования FX2N-10PG вырабатываются серии импульсов для подачи в систему управления инверторами, которые и приводят в движение роторы двигателей. Частота импульсов определяет скорость вращения, а количество – угол поворота.

Как принято в электроприводе, элементарная программа управления движением описывается графически трапецией или S-образной кривой.

При совместном применении модуля FX2N-10PG и программируемого контроллера FX3U решение задачи управления перемещением сервопривода по одной координате становится проще и легче. В программе необходимо задать только базовую (начальную), максимальную скорости, время ускорения на участке разгона и время замедления; скорость после разгона и адрес конечной позиции.

Таким образом, на основе программируемого контроллера и модуля позиционирования FX2N-10PG можно получить недорогое решение для простых задач сервопривода и управления перемещением. При этом возможны все следующие операции позиционирования: первая скоростная операция позиционирования, прерывание первой скоростной операции позиционирования, вторая скоростная операция позиционирования, прерывание второй скоростной операции позиционирования, прерывание операции стопа, табличная операция (последовательная операция,

операция ускоренного движения до определенной позиции, шаговая операция), переменная скоростная операция.

УДК 621.313:519.87(622.276.53)

Ш35

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ВИНТОВОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПРИВОДОМ

Л.В. ШВЕЦКОВА, АГНИ, г. Альметьевск

Науч. консультант канд. техн. наук, доц. Т.В. ТАБАЧНИКОВА

Целью данного исследования является разработка математической модели электротехнического комплекса добывающей скважины (ЭКДС) с винтовой насосной установкой (ВНУ) с поверхностным приводом включающего: участок воздушной линии электропередачи, установку продольной компенсации, понижающий трансформатор, питающий кабель скважинного нагревателя и низковольтный асинхронный электродвигатель (АД). Также рассматривается оптимизация режима работы этого комплекса, где критерием оптимизации является минимум потерь активной мощности и электрической энергии. Снижение потерь электрической энергии на добычу одной тонны нефти - весьма актуальная тема.

Новизна исследования заключается в разработке математической модели и получении новых аналитических зависимостей для рассматриваемого ЭКДС. Аналитические зависимости – система дифференциальных уравнений АД, учитывающая все новые элементы этого электротехнического комплекса и их связи. Система уравнений дополняется уравнением движения, моментом сопротивления и ступенчатой функцией напряжения, затем вся система уравнений приводится к форме Коши и к общепринятой системе относительных единиц.

На рисунке 1 представлена схема замещения ЭКДС с ВНУ, дополненная компенсирующими установками (УПК, УПЕК) и скважинной нагревательной установкой с питающим кабелем.

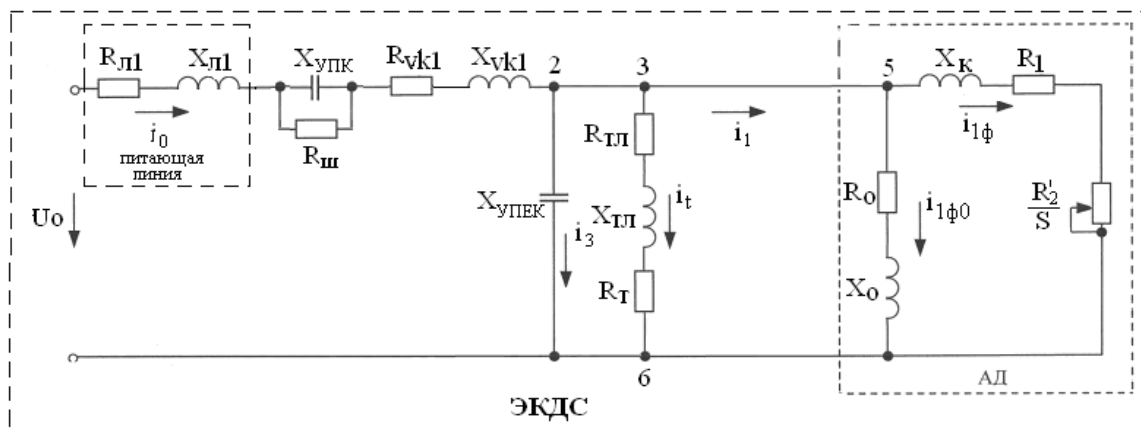


Рисунок 1 – Схема замещения электротехнического комплекса добывающей скважины дополненная параметрами компенсирующих установок УПК и УПЕК и скважинной нагревательной установкой с питающим кабелем

УДК 681.3

К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И СИНТЕЗЕ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – ДВИГАТЕЛЬ

Е.С. ШЕЛИХОВ, В.В. ОСИПОВ, ОГТИ (филиал) ОГУ, г. Орск
Науч. рук. канд. пед. наук, доц. Р.Е. МАЖИРИНА

В последние два десятилетия регулируемый асинхронный электропривод вытеснил из многих областей синхронный привод и привод постоянного тока. Это связано, прежде всего, с разработкой преобразователей частоты, обеспечивающих управление асинхронными короткозамкнутыми двигателями с энергетическими и динамическими показателями, соизмеримыми или превосходящими показатели других приводов. Высокая скорость обработки информации современными процессорами дала толчок развитию старых и разработке новых алгоритмов управления системой «преобразователь частоты – асинхронный двигатель». Нахождение оптимальных параметров при настройке и эксплуатации данной системы, её изучение и усовершенствование является актуальной научной задачей.

В ходе исследования проведён анализ программных средств, в которых производилось создание математических моделей и расчётов систем «преобразователь частоты – асинхронный двигатель», который показал, что данные операции осуществляются в ряде программ являющихся высокоуровневыми языками программирования, такими как Delphi, C++

и другие, а также с использованием специализированных программных комплексов, таких как FELAB, MATLAB, MathCAD. Существующие модели, рассмотренные в ведущих журналах по электротехнике и упомянутые в докторских и кандидатских работах, охватывают множество методик реализации поставленных задач моделирования и настройки системы, однако возникает вопрос о более простом и удобном способе реализации поставленных задач и их использовании.

Исследование показало, что наиболее распространённым является программная среда MATLAB, включающая в себя пакет программы высокоуровневого языка программирования, среду математического моделирования Simulink и среду объектно-ориентированного программирования Guide, а так же ряд других специализированных приложений. Разнообразие оболочек является основным преимуществом MATLAB перед другими программными комплексами и языками программирования. Результатом работы является моделирование энергетических характеристик на основе блоков приложения SimPowerSistem и разработано программное приложение по настройке системы «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» в среде Guide.

УДК 621.313

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.А. ШИГАПОВ, КГЭУ, г. Казань

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

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 рассматриваются искусственные нейронные сети (ИНС) и способы их применения в системах управления асинхронных двигателей.

Приведены основные сведения об искусственных нейронных сетях. Разработана функциональная схема системы прямого управления моментом АД. Для ее реализации необходима информация о величине

вектора потокосцепления статора. Потокосцепление может быть измерено датчиками Холла, но недостатки, связанные с такими измерениями, заставляют искать другие способы его определения. Поэтому в качестве идентификатора потокосцепления статора было предложено использовать искусственные нейронные сети. В работе приведены описание, структура и графики, характеризующие обучение синтезированного идентификатора потокосцепления.

Второй областью, в которой могут быть использованы ИНС, являются регуляторы. Разработанная схема включает четыре регулятора: потока, скорости, тока и момента. В качестве регуляторов используются нейрокотроллеры, обученные с применением генетических алгоритмов для оптимизации их параметров.

UDC 621.313

IMITATING MODELLING OF CHANNELS OF CONTROL OF INFORMATION-MEASURING AND OPERATING SYSTEMS

D.D. ACHUNOV, N.V. ANDREEVA, KSPEU, Kazan
Research supervisor PhD. prof. V.Y. KORNILOV

The automated control systems of technological processes occupy the increasing value in the development of technological complexes, whose integral part is the system of frequency converter – the asynchronous engine. In order to design such systems, it is initially required to define allocation, composition of operating and measuring channels with a tentative estimation of metrological characteristics.

However, it frequently happens impossible to create real object for the lack of the full aprioristic information on the object of management, on ways and methods put in action's principle of system of frequency converter – the asynchronous engine. In this connection the use of various mathematical models for modelling, synthesis and the analysis of behaviour of real system is actual.

One of such types of modelling is imitating modelling (IT) – a method, allowing to build the models describing processes how they would pass actually.

IT is used when it is impossible to construct a model of system because of the presence of causal relationships, changes of behaviour of system in time, nonlinearity, presence of stochastic variables, etc. IT has a number of advantages, one of which is creation of the models changing in time – delays of fast leaking transients and acceleration for modelling of systems with the slowed down variability. It is especially important at synthesis of measuring paths of an information channel of system of frequency converter – the asynchronous engine to which rigid demands on accuracy of metrological characteristics are made.

СЕКЦИЯ 7. ТЕПЛОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

УДК 621.181

УСТРАНЕНИЕ НАБРОСА ФАКЕЛА НА ЗАДНИЕ ЭКРАНЫ ТОПКИ В КОТЛАХ ТГМ-84А

И.М. КАЛИМУЛЛИН, А.В. СИМАКОВ, КГЭУ, г.Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. М.А. ТАЙМАРОВ

Целью работы является: устранение высокого теплового напряжения на задний экран при номинальной нагрузке котла ТГМ-84А.

Маневрирование аэродинамикой факела с помощью крутки воздуха в горелках не позволяет избежать наброса факела на задний экран и уменьшить высокие локальные теплонапряжения. По величине воздействия на значения падающих тепловых потоков наиболее эффективна тангенциальная (периферийная) крутка воздуха в горелках по сравнению с аксиальной.

Решением поставленной задачи предлагается снижение теплонапряженности на поверхности нагрева задних экранов путем модернизация котла ТГМ-84А и установки прямоугольных сопел острого воздушного дутья и позволит улучшить смесеобразование в процессе сжигания топливного газа и избежать наброса факела на задний экран при номинальной нагрузке.

УДК 662.933.12

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУХОПОДАЧИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

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

Целью работы является: улучшение подготовки газозвушной смеси для полноценного сжигания топлива и уменьшения недожога.

Для решения поставленной задачи предлагается создание своеобразной «воздушной ловушки» для газообразного топлива, следовательно, струя газа располагается между 2-мя струями воздуха

закрученных в разном направлении и минимальная глубина проникновения газовых струй в поток воздуха составит 94%, что отражено в следующей формуле:

$$h = d \cdot k \cdot k_{\beta} \frac{w_{\Gamma}}{w_{\text{В}}} \sqrt{\frac{\rho_{\Gamma}}{\rho_{\text{В}}}},$$

где $k_{\beta} = \sin\beta$ – коэффициент, учитывающий угол между направлением потока и газовых струй; k – коэффициент, зависящий от относительного шага s/d между отверстиями. При $s/d = 4; 8; 16; \infty$ $k = 1,6; 1,7; 1,9; 2,2$ соответственно. w_{Γ} – скорость топлива, $w_{\text{В}}$ – скорость воздуха, ρ_{Γ} и $\rho_{\text{В}}$ – давление газа и воздуха, d – диаметр сечения топливоподачи.

УДК 662.959.2

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАСПЫЛИВАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА, СОВМЕЩАЮЩИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ЭФФЕКТ И ЭФФЕКТ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ

А.Д. ХАФИЗОВ, В.А. ЕГОРОВ, В.В. КОВАЛЕНКО, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. М.А. ТАЙМАРОВ

Целью работы является: изменение конструкции парового завихрителя паромеханической форсунки с целью повышения мелкости распыла топлива за счет увеличения скорости вращения парового вихря и повышения интенсивности его взаимодействия с топливной пленкой.

Для достижения сверхзвуковой скорости движения пара на выходе из канала, каналы должны иметь: сужающуюся часть, определенной формы, горло, за горлом выполняется расширяющуюся часть канала, называемая сверхзвуковым соплом. Для значительного разгона потока в канале необходима достаточная толщина стенок торца парового завихрителя, обычно этой толщины оказывается недостаточно, следовательно, для разгона потока до сверхзвуковой скорости следует выполнять сверхзвуковую часть канала в виде сопла с косым срезом, с угловой точкой. Сопло с косым срезом интереснее обычного расширяющегося канала тем, что за таким соплом поток поворачивается от внешней стенки к центру кривизны канала, в результате чего эрозийный износ внешней стенки отсутствует.

Предложенный способ распыла позволяет увеличить мелкость распыла топлива при неизменном давлении подачи и расходе распыливающего агента.

УДК 620.195

ЗАМЕНА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ ПТУ АЭС

С.В. ЛАВРИНЕНКО, ТПУ, г. Томск

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.А. БЕЛЛЯЕВ

Обеспечение надежной работы парогенераторов (ПГ) – важнейшая задача эксплуатации АЭС во всем мире.

В настоящее время в мире находятся в эксплуатации 22 энергоблока с ВВЭР-440 (из них 6 в России) и 29 – с ВВЭР-1000 (9 в России).

Одним из элементов ПГ АЭС с ВВЭР, являющимся критичным с точки зрения обеспечения надежной и безопасной эксплуатации, – это теплообменные трубы.

Важной проблемой эксплуатации АЭС с реакторами ВВЭР является снижение поступления продуктов коррозии и коррозионно-агрессивных примесей в парогенератор.

На рисунке 1 представлена зависимость изменения поступления продуктов коррозии железа и меди в питательную воду в зависимости от pH рабочей среды.

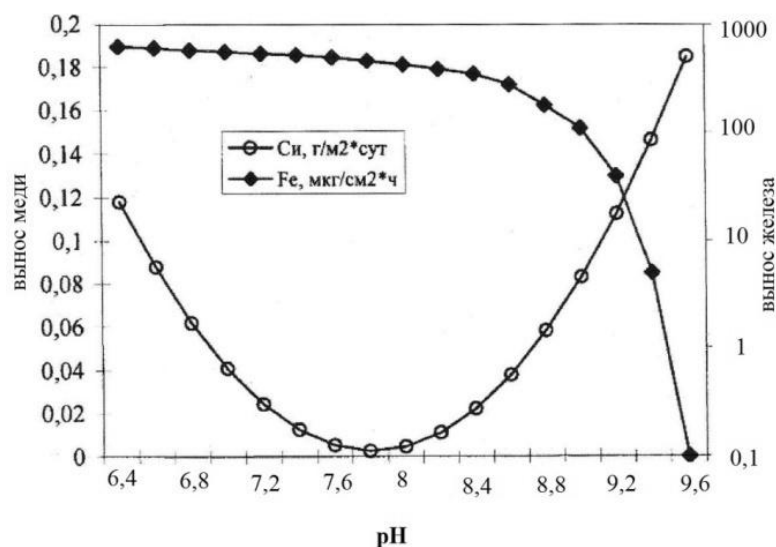


Рис.1. Поступление продуктов коррозии железа и меди в питательную воду в зависимости от pH среды

Очень важной является проблема устранения медьсодержащего оборудования из конденсатно-питательного тракта.

Замена материала поверхности теплообмена на нержавеющую сталь позволит увеличить значение рН в питательной воде до 9,5...9,7, что приведет к заметному снижению скорости эрозионно-коррозионного износа оборудования и трубопроводов, изготовленных из углеродистых сталей, что, в конечном счете, приведет к уменьшению загрязненности теплообменных поверхностей ПГ.

УДК 532.517.4

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТЕПЛОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

И.Ш. ИСЛЯМОВ, ТПУ, г. Томск

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. С.Н. ХАРЛАМОВ

В расчетах сложных сдвиговых течений с пространственной и тепловой деформацией потока в технических приложениях огромную популярность приобретают методы, включающие многопараметрические модели для моментов второго порядка. Современные модели с транспортными уравнениями для компонент полного тензора напряжений Рейнольдса и турбулентных потоков тепла и массы представляют собой мощный инструмент в вопросах изучения сложных процессов.

Давно известно, что почти все реальные течения вязких сред в промышленных энергетических устройствах (в том числе трубопроводах) турбулентные. Они часто сопровождаются сложными переходными явлениями, которые вызваны изменениями внутренней поверхности стенки и молекулярной структуры потока, интенсивными пульсациями теплогидродинамических параметров, перемешиванием и химической активностью компонент смеси в отдельных рабочих участках технологических установок. Моделирование турбулентности в таких течениях часто проводят с помощью двухпараметрических тепловых и динамических моделей, но представления о скалярном характере молярных коэффициентов вязкости и температуропроводности в данных моделях являются довольно грубыми, чтобы надеяться на корректное предсказание характеристик турбулентности у поверхности систем и успешное обобщение данных моделей для расчета неоднородных анизотропных неизотермических

низкорейнольдсовых течений. Модели с транспортными уравнениями для компонент полного тензора напряжений Рейнольдса и удельных турбулентных потоков скалярной субстанции – тепла/массы (RSS – THF – модель «напряжения-потоки») выступают этим средством. Используемые в данное время RSS – THF – модели имеют определенные недостатки, к числу которых можно отнести, например, выбор опорной базы. Решение данного вопроса во многом связано с кропотливой работой по калибровке и тестированию на классе «реперных» течений.

УДК 629.76

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ ТВЁРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ

С.В. ИЖБОЛДИН, ИГТУ, г. Ижевск

Науч. рук. д-р физ.-мат. наук, проф. А.В. ВАХРУШЕВ

В настоящее время нанодисперсные порошки металлов, такие как, алюминий, бор, магний, титан, успешно используются в качестве добавок к горючему в пиротехнических составах, гидрореагирующих и смесевых твердотопливных композициях, нашедших применение в ракетных двигателях твёрдого топлива (РДТТ), ракетно-прямоточных и гидро-реактивных двигателях.

Современные виды двигательных установок [1] требуют практического использования порошкообразных нанодисперсных ($0,001 \text{ мкм} < d_{43} < 0,1 \text{ мкм}$) металлов в составе твёрдого ракетного топлива, которые обладают большой теплотой сгорания и способны увеличить скорость горения топлива и удельный импульс.

В настоящей работе теоретически исследована зависимость скорости горения ракетного топлива от диаметра частиц алюминия, выступающего в качестве горючего компонента. Было рассмотрено три вида смесевых твердотопливных композиций. Установлено, что при горении энергетических конденсированных систем (ЭКС) скорость горения, в случае использования в составе топлива нанодисперсного порошка алюминия, увеличивается в 2,5–3 раза по сравнению с использованием порошкообразного алюминия микронного размера. На основе результатов исследования была предложена идея создания зарядов твёрдого топлива с переменным газоприходом.

Таким образом, разработана математическая модель расчета распределения частиц наноалюминия по своду заряда. Установлено, что зависимость показателя степени в законе горения рассмотренных топлив обратно пропорциональна диаметру частиц порошка алюминия. Полученные результаты исследования планируется использовать для изготовления зарядов твёрдого топлива с переменным газоприходом, получаемым последовательной полимеризацией слоёв содержащих различную дисперсность частиц алюминия.

СЕКЦИЯ 8. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

УДК 556.541.32

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

М.Э. ГАЛЕЕВА, КГЭУ, г. Казань

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

Водные экосистемы Республики Татарстан испытывают значительную антропогенную нагрузку из-за переизбытка промышленных, транспортных, коммунальных и сельскохозяйственных потоков. Около 25 % всего объема водоотведения составляют сточные воды топливно-энергетического комплекса.

Оценка качества вод проводилась на озерах Средний и Верхний Кабан, имеющих разную степень антропогенной нагрузки. Расположение вблизи оз. Средний Кабан Казанской ТЭЦ-1 делает его основным источником технического водоснабжения станции. Это оказывает воздействие на состояние водной экосистемы, в частности на гидрологический режим. В результате сброса подогретых сточных вод около 37,7 га (29 % всего озера) остается свободной ото льда в зимний период времени. Оз. Верхний Кабан не испытывает влияние подогретых сточных вод энергетического комплекса и полностью покрывается льдом в зимнее время. В летний период времени разница в максимальных значениях температур двух озер достигает 7°C.

Степень загрязненности водоема органическими веществами в поверхностных слоях воды оз. Средний Кабан соответствует олигосапробной зоне за исключением территории водозабора и впадения открытого

сбросного канала в озеро (мезосапробная зона). В зоне «пляжа» и районах сбросов сточных вод выявляется вид *E.coli* семейства *Enterobacteriaceae*, что свидетельствует о загрязнении воды органическими веществами. Степень загрязненности оз. Верхний Кабан соответствует мезосапробной зоне вблизи берегов - в местах с постоянным присутствием людей в воде. В середине озера степень загрязненности соответствует олигосапробной зоне.

По данным химического анализа в оз. Средний Кабан наблюдается превышение ПДК_{рыбохоз.} по ХПК, азоту аммонийному и фосфору в два раза; по нефтепродуктам в 2,5 раза; по никелю, сульфатам и фенолу в 4 раза; по меди и азоту нитритному в девять раз. Вода в озере соответствует средней жесткости (9,8 мгэкв/л).

УДК 574.4/5

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД В РАЙОНЕ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД ОАО «МЦБК»

М.Ф. ХАМИТОВА, КГЭУ, г. Казань

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

В летне-осенний период 2011 г. нами проводилось исследование качества вод в районе сброса ОАО «МЦБК». Исследовались участки выше сброса, в районе смешения сбросных вод с водами Куйбышевского водохранилища, ниже сброса и в сбросном канале.

О степени эвтрофирования и загрязнения водоемов можно судить по характеру изменения видового состава как планктонных, так и бентосных биоценозов. Из литературных данных известно, что в местах сброса сточных вод наблюдается изменение структуры рачкового зоопланктона. Прослеживается снижение видового разнообразия ветвистоусых рачков и появление доминант с высокой численностью. В местах сброса сточных вод *Daphnia cucullata* летом имеет численность в 3-10 раз выше фоновой.

Исследование зоопланктона выявило, что численность *Daphnia cucullata* летом в канале до выхода сточных вод в водохранилище превышала фоновую численность на контрольном участке в 4,6 раз, а ниже по течению 3,4 раза.

Одним из показателей неблагоприятного состояния рачкового планктона служит изменение возрастного состава циклопов. В районах загрязнения снижается доля науплий и увеличивается доля старших копеподитных стадий и взрослых циклопов. Так, на участках Куйбышевского водохранилища с высоким уровнем органического загрязнения на долю

науплий приходилось менее 10 %, а на контрольных участках они обуславливали до 45 % от общей численности копепод. На исследованном нами участке наибольшая доля науплий наблюдалась в зоне смешения сточных вод с водами водохранилища – 19 %, на контрольном участке 16 %, в канале 15 % и наименьшее значение в точке ниже сброса – 7 %.

Принципы индикаторного значения отдельных таксонов, видов и принцип разнообразия фауны в условиях загрязнения используется в различных гидробиологических критериях качества вод. По гидробиологическим показателям качество вод на изученном участке в целом оценивается как мезосапробное, а по «шкале трофии» как олиготрофный.

УДК 597:57

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЯИЦ И ПРОЦЕНТА ВЫКЛЕВА *ARTEMIA SALINA* L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАПСУЛЯЦИИ

М.А.УДАЧИНА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. д-р биол. наук, проф. М.Л. КАЛАЙДА

Выращивание молоди осетровых рыб зависит от обеспеченности живыми кормами. Разработка новых технологий получения живых кормов является важной задачей. В предыдущий период гипергалинные гидробиоценозы Средней Азии являлись важным поставщиком яиц артемии, которые использовались при производстве деликатесной осетровой рыбы. В связи с изменением политической и экономической ситуации разработка технологии воспроизводства рачка Артемия и создание стад их производителей является актуальной задачей. Важны как создание маточного поголовья рачков, разработка технологии их воспроизводства, так и особенности декапсуляции яиц. Без решения этих задач не может быть успешно решена задача восстановления стад осетровых рыб.

По составу яйца и сами рачки являются уникальными продуктами, содержащими полноценные белки, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины и минеральные вещества. В кормлении используются дегидратированные (обезвоженные), гидратированные (сырые) и декапсулированных (лишенные наружной хитиновой оболочки) яйца артемии. Их использование дает различный рыбохозяйственный эффект. Нами проведено исследование антиоксидантной активности (АОА) дегидратированных, гидратированных и декапсулированных яиц артемии

и возможность их использования в качестве добавки в кормах. Определен процент выклева артемии при разных технологиях декапсуляции яиц.

Показано, что яйца артемии обладают АОА. Наибольшая АОА отмечена у дегидратированных яиц, а наименьшая – у декапсулированных. АОА связана с хитиновой оболочкой, защищающей эмбрион от механических повреждений и воздействия свободных радикалов, включая активные формы кислорода. Для сравнения был исследован хитин. Показано, что большой вклад в АОА хитина вносит структурированная вода, адсорбированная на его поверхности.

УДК 597.1

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБЫ НА БАЗЕ УЗВ ООО «АВТО-ТРАНС»

С.А. УДАЧИН, КГЭУ, г. Казань

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

Выращивание осетровых рыб планируется в установке замкнутого цикла водоснабжения. Проведенный нами расчет выполнен для ООО «Авто-транс», которое как основу для рыбоводной осетровой установки планирует использовать двухэтажное промышленное здание. Планируется постепенное включение всей рабочей площади здания в использование в составе рыбоводной установки с последующим ростом производства до 100 т. Установка включает 7 бассейнов, блок водоподготовки, блок очистки.

В установке предложена автоматизированная система контроля качества вод фирмы «Siemens», предусмотрено совместное выращивание рыбы и растений гидропонным методом с использованием отработанных вод.

В разработанной схеме в качестве основного объекта выращивания была использована стерлядь. Данный вид осетровых рыб относится к числу особо охраняемых видов, нуждающихся в воспроизводстве и пополнении численности в Куйбышевском водохранилище. Среди перспективных объектов выращивания осетровых рыб на базе разработанной установки – ленский, сибирский осетры, гибрид белуги со стерлядью – бестер. Если стерлядь планировалось выращивать для целей выпуска в водохранилище, то новые предлагаемые виды осетровых рыб перспективны, как объекты товарного выращивания до массы 1,5-2,5 кг. Все разработанные нами для данной установки биотехнологические приемы могут быть использованы и для ленского и сибирского осетров, и для бестера.

С целью рационального использования органических веществ, образующихся при работе рыбоводной установки нами в состав установки введена линия выращивания ценных растений гидропонным методом. Среди перспективных растений - *Lactuca sativa L.* и *Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*. Салат латук и томаты черри являются высокопродуктивными культурами, хорошо живущими на гидропонике. Исследование химического состава вод до поступления в линию гидропоники и после нее позволяет уточнить изменение параметров качества воды и организовать систему биологической очистки с учетом конкретных задач производства.

УДК 556.117

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД

Р.Ш. ГАЛИМОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Вода является благоприятной средой для развития микроорганизмов. В воду они попадают разными путями: из воздуха, из почвы, со сбросами сточных вод различных предприятий, сельского хозяйства, жилищных коммуникаций. Жизнедеятельность водных бактерий лежит в основе многих важных процессов, обуславливающих качество воды (Гусев, 2005). Изучение динамики развития бактериопланктона позволяет проследить изменение качества вод в местах антропогенного воздействия. Поскольку вода используется при производстве любого вида продукции, а также непосредственно в пищу, соответствие ее качества санитарно-микробиологическим показателям чрезвычайно важно. В связи с этим основной целью санитарно-микробиологического исследования воды является определение наличия в воде патогенной и условно-патогенной микрофлоры, и, следовательно, источника этого попадания, а также предупреждение распространения инфекционных заболеваний среди населения (Лабинская, 2004). Количественный учет бактерий в воде дает возможность определить ее чистоту. Степень загрязненности водоемов органическими веществами и наличие в них микроорганизмов соответствуют определенным зонам сапробности: олигосапробная - от 10 до 1000 кол/мл, мезосапробная - от 1000 до 100 000 кол/мл, полисапробная - от 100 000 и более кол/мл (Аникиев, 1983).

В качестве санитарно-бактериологических показателей качества воды используются подсчет общего числа колонии образующих

энтеробактерий (КОЭ) и количество общих колиформных бактерий (ОКБ). Высокое число колонии образующих энтеробактерий свидетельствует об общей бактериологической загрязненности воды и о высокой вероятности наличия сапрофитных гетеротрофных микроорганизмов, участвующих в разложении органических веществ и других видов загрязняющих веществ в водоемах (Санитарно-микробиологический анализ..., 2005). Количество общих колиформных бактерий - основной нормируемый показатель при оценке качества воды водоемов, интегральный показатель степени фекального загрязнения и поэтому обладает индикаторной надежностью в отношении возбудителей бактериальных кишечных инфекций.

УДК 547.258

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ЭКСТРАФИТ» ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ

Л.Г. ГРЕЧУХИНА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. А.А. ЛАПИН

Аквакультура обеспечивает высокое качество выращиваемой продукции за счет осуществления постоянного контроля условий выращивания гидробионтов, состава и качества кормов. Культивируемая рыба ограничена в возможности выбора пищи, поэтому актуальными становятся вопросы о повышении качества кормов, их пищевой ценности и сохранности. Для этого в их состав включают антиоксиданты. В состав рыбных кормов входят разнообразные компоненты животного и растительного происхождения, а также витаминно-минеральные смеси и специальные добавки. Использование растительных добавок решает две задачи, одна из которых - замена части дорогостоящей рыбной муки, другая - формирование мало компонентных рецептур, включающих небольшой набор сырья, но обладающих высокой питательностью, поэтому поиск новых видов растительного сырья - источников питательных веществ и биологически активных препаратов продолжает оставаться актуальным.

Нами изучены свойства добавки «Экстрафит», представляющей собой продукт гидролиза свежей и консервированной зеленой травяной массы амаранта, и являющейся источником антиоксидантов природного происхождения: витаминов, флавоноидов, пектинов, фито-стероидов,

суммарная антиоксидантная активность которых по техническим условиям составляет не менее 0,3 г рутина на 10 г сухого вещества. Используемая в качестве кормовой добавки при производстве комбикормов и кормовых смесей, она повышает пищевую ценность рационов, обогащая корм легко усвояемыми питательными веществами и другими биологически активными соединениями, обладает противовоспалительным, бактерицидным, иммуностимулирующим свойствами, нормализует обменные процессы и повышает продуктивность животных.

При применении кормовой добавки «Экстрафит» в рекомендуемых дозах побочных явлений и осложнений не выявлено, противопоказаний не установлено, она совместима со всеми ингредиентами кормов, лекарственными препаратами. Продукцию животноводства, получаемую с добавкой можно использовать в пищевых целях без ограничений.

УДК 574.55

ПОКАЗАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗ. СРЕДНИЙ КАБАН В ЗОНЕ РАБОТЫ КАЗАНСКОЙ ТЭЦ-1

Р.Р. ГАБИДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань

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

Качество вод обусловлено как природными, так и антропогенными факторами. В результате интенсивного использования водных ресурсов изменяется количество воды, пригодной для хозяйственной деятельности, гидрологического режима водных объектов и, самое главное, изменяется ее качество. Основными видами хозяйственной деятельности, оказывающими наибольшее влияние на качественные и количественные изменения водных ресурсов, являются: сбросы отработанных вод, урбанизация, орошение, агромелиоративные мероприятия и т.д. (Вундцеттель, 2002). В связи с этим при регулировании качества воды необходимо учитывать влияние многих факторов в отдельности и в совокупности.

Особым видом промышленного загрязнения является тепловое загрязнение водоемов, обусловленное выпуском теплых сточных вод от различных энергетических установок. Озеро Средний Кабан ходит в сеть озер соединенных протоками: Верхний, Средний и Нижний Кабан. Площадь озера Ср. Кабан составляет 112 га, средняя глубина составляет около 3-5 м. По происхождению озеро относится к карстовым. По характеру стока и притока воды озеро является проточным, благодаря

его связи с Куйбышевским водохранилищем и в него постоянно поступают минеральные соли и органические вещества (Руденко, 1983). Озеро является водоемом охладителем Казанской ТЭЦ-1.

Для оценки качества природных вод образцы ее подвергаются физико-химическому и санитарному анализу. К физическим показателям относят температуру, содержание взвешенных веществ, цветность, запахи, привкусы.

Химический состав воды характеризуется жесткостью, щелочностью, окисляемостью, активной концентрацией водородных ионов (рН), общим солесодержанием, содержанием растворенного кислорода. Физико-химические анализы позволяют оценить величину и характер загрязнения. Биологический же анализ помогает установить степень загрязнения водоема в целом, позволяя зафиксировать последствия кратковременного загрязнения водоема, которое не может быть зарегистрировано методами физико-химического исследования (Мелехова, 2007).

УДК 621.187.000

СУДАК КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ НА УЧАСТКЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ г.БОЛГАР

А.А. ЦАРЕВА, КГЭУ, г. Казань

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

В настоящее время в Куйбышевском водохранилище отмечается ряд тенденций в изменении ихтиофауны. Судак, который занимал второе место в промысле ценных видов в Куйбышевском водохранилище до 80-лет XX века, в последнее десятилетие значительно снизил численность (Калайда, 1998). В уловах сокращается доля крупноразмерного судака. На Волжском участке водохранилища в контрольных уловах в 2001 г. встречались рыбы от 2 до 7-летнего возраста. Они имели длину тела от 20 до 53 см и массу - от 180 до 2825 г.

В настоящее время основным способом поддержания запасов судака является искусственное воспроизводство, которое характеризуется небольшими масштабами: выпуск молоди в 1998-2002 г.г. колебался от 1,7 млн. шт. до 10 млн. шт., составив в среднем 5,1 млн. шт. Увеличение объемов выпуска молоди ограничивается проблемой заготовки производителей. Для пополнения численности и поддержания запасов судака на достаточно высоком уровне необходимо разработать биотехнику

индустриального выращивания этого ценного вида в полностью контролируемых условиях.

В Волго-Каспийском бассейне запасы судака находятся в критическом состоянии, его вылов в 2005–2006 гг. составлял 0,38–0,42 тыс. т, что в 5 раз меньше, чем в начале 1990-х гг. Численность молоди судака на нерестилищах дельты Волги в последние годы очень низкая, в 2005 г. она не превысила 0,4 тыс. экз./га. Произошло снижение таких показателей, как средняя масса и длина рыб. Сокращение в структуре стада особей старшего возраста свидетельствует о сохранении чрезмерного антропогенного давления на популяцию.

В условиях усиления антропогенного воздействия на водоемы в регионе Среднего Поволжья отмечается целый ряд изменений в составе и структуре гидробиоценозов. Проявлением этого является сокращение промыслового вылова, изменение качественного состава рыбного населения, возрастание роли малоценной сорной рыбы (Калайда, 1998, 2001).

УДК 628.161

УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ МОРСКИХ РИФОВЫХ АКВАРИУМОВ

А.Г. ГАНЕЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

В последние годы одним из наиболее модных направлений в области аквариумистики является создание так называемых рифовых аквариумов, создающих иллюзию присутствия человека на морском дне. Очень важен химический состав 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.

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, поступающую из аквариума, в режиме коронного разряда.

Лабораторные исследования были разбиты на следующие этапы: отбор пробы; анализ пробы на токсичность; обработка пробы в проточном

реакторе; анализ обработанной пробы на токсичность. Токсичность воды оценивалась на следующих тест-объектах: дафниях, хлорелле и гуппи.

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

В реакторе реализовано изменение положения электродов относительно реакционной поверхности в пределах от 0 до 70 мм; скорость потока обрабатываемой жидкости можно изменять в пределах от 1 до 100 мл/мин. Высоковольтный источник питания обеспечивает изменение напряжения в пределах от 5 до 25 кВ.

Широкий предел изменяемых в установке параметров позволяет оптимизировать условия обработки изучаемых объектов.

УДК [633.88+633.81] : [581+581.19]

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ КАМЧАТКИ

Л.Р. ХАБИБУЛЛИНА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. хим. наук, доц. А.А. ЛАПИН

Из всех водоемов Камчатки Авачинская губа – важнейший водный объект первой категории рыбохозяйственного значения. Для очистки акватории от техногенного загрязнения с целью уменьшения антропогенного воздействия на биоту, населяющую губу, использовались наиболее перспективные виды водных растений (ВР) *Sacharina bongardiana* и *Fucus evanescen*, так как они способны к накоплению очень высоких концентраций загрязняющих веществ. Сорбционная емкость по отдельным тяжелым металлам определяется количеством катионов, связываемых альгиновой кислотой, содержание которой в ВР составляет от 15 до 40 % сухой массы. Определен наиболее подходящий способ расположения установок биологической очистки вод с учетом источников загрязнения.

Цель нашей работы изучение кормовых добавок растительного происхождения для рыбоводных хозяйств.

В образцах ВР были исследованы физико-химические показатели, в том числе суммарная антиоксидантная активность (САОА) - характеристика стресса растений от загрязнений. В «загрязненном» месте водоросли имеют САОА на 62,30 % отн. больше чем «чистом», 675,75 и 416,35 мг рутина на 100 г абсолютно сухого образца ВР соответственно при

ошибке измерения не превышающей 4 % отн. В результате исследования выборки образцов водных растений получены физико-химические показатели, позволяющие судить об экологическом аспекте накопления в них антиоксидантов под влиянием различных загрязнений воды.

УДК 547.258

ИЗУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМА В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ РЫБ

И.Р. ЕНИКЕЕВА, КГЭУ, г. Казань

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

Важным свойством кремнистых соединений является абсорбция, поэтому в настоящее время, они нашли применение в хроматографии, для твердофазной экстракции и очистки различных веществ. Поскольку токсины обладают повышенной реакционной способностью по сравнению с нормально функционирующим белком, то наночастицы геля кремнезема, продвигаясь внутри желудочно-кишечного тракта животных и рыб, отбирают активные радикалы-токсины и практически оставляют без внимания те соединения, которые традиционно присутствуют в кишечнике, за счет того, что он хорошо связывает патогенные микроорганизмы и препятствует их развитию. По той же причине кремнезем является безвредным консервантом в концентрированных кормах.

Высокий связывающий эффект обусловлен феноменом агглютинации микроорганизмов частицами сорбента. Последние по размеру (3 - 30 нм) значительно меньше микроорганизмов, и именно частицы сорбента адсорбируются на микробных клетках, подобно клею связывая их в один конгломерат.

Благодаря непористой структуре вся поверхность нанодисперсного кремнезема легко доступна для сорбирующихся молекул любого размера. При внутреннем применении нанодисперсный кремнезем обладает уникальными сорбционными свойствами, обеспечивающими эффективную и быструю детоксикацию. Согласно литературным данным, коллоидный кремнезем помогает заживлению ран, поглощая токсические вещества и стимулируя развитие соединительной ткани.

Нами изучаются антиоксидантные свойства нанодисперсных порошков из теплоносителей Мутновских геотермальных электрических станций, полученных на опытно-промышленной установке, а также

проводятся их испытания в качестве кормовых добавок для рыб. Методом вычитания нам удалось рассчитать антиоксидантную активность адсорбированной воды на поверхности нанодисперсного кремнезема. Резкое увеличение активности воды, адсорбированной на поверхности образцов, на наш взгляд происходит вследствие ее структурирования.

СЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПОИЗВОДСТВА

УДК 621.315.2.016.2.:621.316.99.(043.2)

КРИТЕРИЙ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ЭКРАНОВ ОДНОФАЗНЫХ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ 6-500 кВ

А.В. БЫСТРОВ, НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.М. ХЕВСУРИАНИ

Широкое распространение однофазных силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена требует внимательного отношения к выбору сечений токоведущих жил и проблемам влекущим за собой повреждения кабеля и выход линии из строя. Одним из мероприятий, требующих решения при проектировании, является выбор системы заземления экранов, влияющей на пропускную способность кабеля по току и уровень напряжения на экране.

Различают три основных вида систем заземления экранов: заземление с двух сторон, заземление с одной стороны и транспозиция экранов. Каждая из них имеет свои плюсы и минусы. Так, например, при двустороннем заземлении отсутствует разность потенциалов между начальной и конечной точками экрана, но по нему протекает ток пропорциональный току в жиле. При одностороннем заземлении мы разрываем экранный контур и избавляемся от протекания в нем тока, но на разземленном конце экрана существует напряжение относительно земли. При транспозиции токов в экранах также нет, но ее практическое исполнение затратно как с экономической, так и с технической точек зрения. Таким образом, необходимо разработать методику, позволяющую выбирать систему заземления экранов кабелей, отталкиваясь от условий прокладки кабельной линии на стадии проекта.

По экономическим соображениям следует рассмотреть случаи, когда кабель меньшего сечения жилы с системой заземления, исключаящей

протекание тока в экране и требующей денежных затрат, по пропускной способности будет эквивалентен кабелю большего сечения с дешевым заземлением экранов с двух сторон, и выработать обобщенный критерий склоняющий к более выгодному варианту.

В настоящее время ведется работа по формулированию критерия, позволяющего экономически оценить целесообразность применения той или иной системы заземления экранов однофазных силовых кабелей при известных условиях прокладки и рассчитанных режимах в энергосистеме.

УДК 621.3.053.001.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ

О.А. ГЕРАСИМОВА, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. С.И. ГАМАЗИН

Процесс коррозии заземляющих стержней является следствием электрохимических процессов в грунте или воздействия блуждающих токов. Степень коррозии заземляющих стержней зависит от типа материала, из которого изготовлен стержень, и условий окружающей среды.

Целью исследования было сравнение степени и скорости коррозии разных материалов наиболее часто используемых для стержней заземления (мягкой стали; стали с цинковым покрытием, нанесенным горячим способом; стали с медным покрытием, нанесенным электролитическим методом; нержавеющей стали; алюминия и других материалов).

Девять вертикальных стержневых заземлителя, изготовленных из различных материалов, длиной 2,4 м и диаметром 5/8 дюйма (14,2 мм) каждый, были зарыты в грунт на 7-летний период времени. Стержни проверялись по истечении 1, 3, и 7 лет. Кроме визуального осмотра у каждого заземляющего стержня были произведены измерения потери массы, являющейся следствием коррозии.

Испытания на коррозионную стойкость, проведенные в естественных условиях, показали несомненное преимущество заземляющих стержней с медным покрытием, срок эксплуатации которых выше, а затраты на эксплуатацию системы заземления состоящей из вертикальных заземляющих стержней с медным покрытием, меньше.

Таким образом, было принято решение внести изменения в главу 1.7 ПУЭ «Заземление и защитные меры безопасности» о неиспользовании цинкового покрытия для заземляющих стержней.

Таблица 1. Данные относительной потери массы из-за коррозии в естественных условиях для заземляющих стержней (в зависимости от материала, из которого они изготовлены)

Тип материала стержня и покрытия стального стержня	Относительная потеря массы [%]		
	Через 1 год	Через 3 года	Через 7 лет
Мягкая сталь (без покрытия)	2,6	6,1	7,6
Сталь с цинковым покрытием, нанесенным горячим методом	1,5	2,4	3,2
Сталь с медным покрытием, нанесенным электролитическим методом	0,5	0,9	1,4
Нержавеющая сталь типа 320	0,2	0,5	1,4
Алюминий типа 6061- Т6	0,9	1,6	2,3

УДК 621.311.1.004.14.:537.8(043.2)

ВЛИЯНИЕ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ СЕТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

Ю.А. ДАВЫДКИНА, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. С.С. БОДРУХИНА

Решение вопросов электромагнитной совместимости (ЭМС) является неотъемлемым элементом деятельности и изготовителей электротехнических изделий и устройств, и организаций, осуществляющих проектирование и монтаж электроустановок, предприятий электроэнергетического комплекса, органов надзора и контроля. Проблема, связанная с обеспечением ЭМС, является немаловажной частью борьбы за повышение энергетической эффективности электроустановок. Последние сорок лет основным нормативным документом, устанавливающим в России номенклатуру, нормы и основополагающие требования к контролю, методам и средствам измерений показателей КЭ, является стандарт ГОСТ 13109 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Однако в 2000-е годы произошли структурные изменения в электроэнергетике. Принят ряд законодательных и нормативно-правовых актов, в том числе ФЗ:

«Об электроэнергетике» от 26.03.2003 № 35-ФЗ, Федеральный закон от 26.03.2003 № 36 ФЗ «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период» и др., в которых установлена необходимость обеспечения КЭ субъектами электроэнергетики в рамках своей ответственности. В последние годы опубликованы новые стандарты, устанавливающие положения, относящиеся к номенклатуре показателей КЭ, методам и средствам измерения КЭ: ГОСТ Р 51317.4.30-2008 и 51317.4.7-2008. Таким образом, появились специальные стандарты по методам измерения и требованиям к средствам измерения КЭ, которые существенно отличаются от ГОСТ 13109-97. В 2010 г. был утвержден европейский стандарт, устанавливающий нормы КЭ, применяемые в странах ЕС, – EN 50160: 2010. Приказом Росстандарта введ в действие ГОСТ Р 54149-2010 определен с 01.01.2013 с одновременным прекращением действия ГОСТ 13109-97. Новый стандарт по КЭ ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» разработан ООО «ЛИНВИТ» и Техническим комитетом по стандартизации ТК 30 «Электромагнитная совместимость технических средств» в рамках Программы национальной стандартизации, утвержденной в 2009 году Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, предусматривающей пересмотр ГОСТ 13109–97 с учетом ряда основных нормативных положений EN 50160: 2010. Введение нового нормативного документа влечет за собой основания для пересмотра норм КЭ в направлении их смягчения и гармонизации с европейскими.

УДК 621.321

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В СИСТЕМЕ ОСВЕЩЕНИЯ

М.С. ЕГОРОВ, НИУ МЭИ, г. Москва

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

Актуальным вопросом на сегодняшний день является эффективное использование электроэнергии.

Объектом исследования была выбрана кафедра электроснабжения промышленных предприятий. Так как основное потребление электроэнергии идет на освещение, усилия были направлены на разработку мероприятий по повышению энергоэффективности в системе освещения.

На данный момент идет тенденция к сокращению использования ламп накаливания, что подкреплено законодательной базой (Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ), поэтому предлагается заменить их на более экономичные компактные люминесцентные лампы.

Для пуска люминесцентных ламп служат пускорегулирующие устройства. Чаще всего это электромагнитные ПРА. Однако, наиболее совершенными и эффективными являются электронные пускорегулирующие аппараты (их потребление на 20% ниже чем у электромагнитных). Поэтому, предложено заменить электромагнитные ПРА на электронные ПРА. Как показал расчет, экономия электроэнергии при этом составит 18735,5 кВт·ч.

Также повышению энергоэффективности способствует замена люминесцентных ламп типа Т8 на тип Т5, которые отличаются от первых более низким электропотреблением при большем световом потоке. В связи с этим старые светильники на первом этаже и в подвале было бы лучше заменить на более современные со вторым типом ламп.

Одним из главных отличий электронных ПРА является способность к регулированию светового потока. Благодаря этому возможно снизить потребление электроэнергии за счет функций идентификации присутствия человека и обнаружения естественного света примерно на 35 %. Используя регулирование можно достичь экономии электроэнергии 26596 кВт·ч.

Немаловажным фактором является окупаемость этих мероприятий. По расчетам выходит, что срок окупаемости при отсутствии регулирования светового потока составит 5 лет и 8 месяцев, а при использовании регулирования - 4 года.

УДК 621.316.925

АНАЛИЗ СЕЛЕКТИВНОСТИ И ЗАМЕНА КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДО 1000 В

М.С. КАЗАНОВ, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук., доц. А.В. КОНДРАТЬЕВ

Одной из основных и принципиально важных задач при выборе коммутационного оборудования системы электроснабжения является обеспечение селективности на разных уровнях. Она определяет дальнейшую правильность работы и эксплуатационные характеристики

системы электроснабжения (СЭС). Объектом исследования в работе явилась СЭС кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» НИУ «МЭИ». После детального изучения системы, оборудования и восстановления ранее отсутствовавшей однолинейной схемы электроснабжения принято решение о проведении анализа селективности и последующей модернизации СЭС. Наиболее оптимальным методом исследования явился метод наложения времятоковых характеристик. Для его реализации определена иерархия СЭС с разделением её на группы, подгруппы и плечи селективности, что позволило провести компактное, но полное исследование. Сделан вывод о нарушениях селективности и об их причинах. Принято решение о замене электрических аппаратов: установленные в системе предохранители и устаревшие автоматические выключатели (АВ) менялись на современные АВ. С целью проверки вновь выбранного оборудования по условиям селективности был снова применен выше указанный метод. В результате получен вывод о возможности реализации рабочей селективности в модернизируемой схеме и о причинах невозможности полной селективности.

УДК 621.316.1

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНОГО ФИЛЬТРА

М.Н. КИСЕЛЕВ, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.Г. БУРЕ

В промышленных сетях много потребителей с нелинейными характеристиками, при их работе в питающую сеть генерируются высшие гармоники тока и напряжения. Для подавления высших гармоник в электрических сетях применяют силовые фильтры: пассивные, активные и гибридные. Наиболее перспективными являются гибридные фильтры, сочетающие в себе пассивные LC-контуры и активный фильтр. Для управления активной частью, для генерации тока/напряжения в противофазе с искажающим сигналом, являющимся суммой высших гармонических колебаний в питании I/U , используются современные аппаратные и программные средства. Такая система управления гибридными фильтрами, то есть, его активная часть состоит, как правило, из ШИМ-преобразователя, блока (преобразователя трехфазной системы в двухфазную и обратно) и датчиков тока и напряжения.

На кафедре ЭПП был разработан комбинированный фильтр, состоящий из настроенных на 5, 7, 11, 13 гармонику контуров и активной части, включающей датчик тока, датчик напряжения и усилитель с источником питания. Его развитием стала разработка гибридного фильтра с трансформатором двойного питания, в схеме которого из пассивных элементов есть только емкость, трансформатор двойного питания с системой управления позволяет обеспечивать противофазный сигнал на выходе гибридного фильтра практически на любой частоте или их суммы.

Для такого фильтра разработана блок-схема системы управления активной частью, составлена передаточная функция, приведено математическое и компьютерное моделирование. Исследование на компьютерной модели показали работоспособность такой СУ.

УДК 621.311.004.001.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЦЕХОВЫХ СЕТЯХ

Ф.Н. МУХИН, НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.Г. БУРЕ

В настоящее время, когда объемы потребления электрической энергии растут, и одновременно с этим растут тарифы, вопросы эффективного использования электрической энергии становятся все более актуальными. Следует отметить, что инвестиции в энергосбережение в 3 раза более эффективны, чем в строительство новых генерирующих мощностей.

На промышленных предприятиях повысить эффективность электропотребления можно за счет сокращения потерь электрической энергии (мощности) в распределительных и цеховых сетях.

Существуют разные методы и способы снижения потерь мощности в элементах электрических сетей. Для цеховых сетей это:

- увеличение сечения проводников,
- применение медных проводников вместо алюминиевых,
- компенсация реактивной мощности,
- уменьшение потерь в трансформаторах,
- уменьшение ΔU на зажимах приемников электрической энергии,
- повышение U сети.

Был проведен анализ методик расчета потерь мощности (электрической энергии) в промышленных сетях. Наиболее достоверные

результаты, с наименьшей погрешностью дает методика расчета потерь, опирающаяся на замену реальной сети, одиночной линией с эквивалентным по потерям энергии сопротивлением.

Используя эту методику, проводятся исследования по оценке потерь электрической энергии при поддержании постоянным напряжения на зажимах приемников электрической энергии при разной неоднородности графиков нагрузки.

УДК 621.316.1

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОВЫХ ГИБРИДНЫХ ФИЛЬТРОВ

Д.Р. НУРМЕЕВА, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.Г. БУРЕ

В сетях промышленных предприятий с потребителями, имеющими нелинейные характеристики, появляются высшие гармоники, которые негативно влияют на других потребителей и электротехническое оборудование.

Для снижения высших гармоник используют силовые фильтры: традиционные резонансные LC-фильтры и появившиеся несколько лет назад гибридные фильтры. Силовые гибридные фильтры имеют пассивную часть (1-2 LC контура) и активную часть, для работы которой необходим дополнительный источник питания. По сравнению с резонансным LC-фильтром гибридные фильтры имеют большую стоимость и чем больше мощность активной части, тем выше стоимость.

Настоящая работа посвящена оптимизации параметров гибридного фильтра. Мощность активной части зависит от добротности пассивной части, строго говоря, от активного сопротивления LC-контура. Проведены исследования по оптимизации параметров пассивной части фильтра.

При резонансной настройке LC-цепочки, чем больше емкость C , тем меньше индуктивность L и соответственно меньше активное сопротивление реактора. Для снижения мощности активной части следует стремиться к уменьшению индуктивности L , но при этом возможна перекомпенсация реактивной мощности из-за больших значений емкости.

В работе выведены выражения, позволяющие для разных мощностей преобразовательной нагрузки P_n как нелинейного потребителя определить значения емкости конденсаторов C_n функцией генерируемой ими

мощности Q_n ($n=5,7,9,11$ – номера высших гармоник). Эти зависимости имеют минимум ($C_{n\min}$), каждому из которых соответствует оптимальное значение $L_{\text{опт}}$ с параметрами индуктивности контуров $L_{5\text{опт}}$, $L_{7\text{опт}}$, $L_{11\text{опт}}$, $L_{13\text{опт}}$. Получены зависимости по которым можно определить для разных LC-контуров оптимальное значение индуктивности L_n и тем самым оптимизировать мощность активной части.

УДК 658.26.621.311

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

А.Н. РИДЗЕЛЬ, НИУ МЭИ, г. Москва

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. И.М. ХЕВСУРИАНИ

До недавнего времени кислотным аккумуляторным батареям и дизель-генераторам никаких альтернатив в области источников бесперебойного питания (ИБП) не было. Но постепенно в этот сегмент проникает технология топливных элементов (ТЭ). Однако не всякая из имеющихся шести разновидностей ТЭ подходит для этого: высокотемпературным элементам, к примеру, для запуска требуется несколько часов времени и дополнительный источник энергии, поэтому они абсолютно непригодны для работы в режиме ожидания, свойственном потребителям первой категории. Иначе ситуация выглядит при использовании ТЭ с полимерно-электролитной мембраной (ПЭМ) — они способны поддерживать полную нагрузку уже через 10-20 с. Такой ТЭ построен в соответствии с мембранной технологией. Это означает, что на катод через перфорированную мембрану попадают только положительно заряженные протоны водорода. Электроны атомов водорода остаются на аноде. Из-за перехода протонов создается разность потенциалов и выделяется теплота. В качестве топлива применяется исключительно водород. ТЭ, оснащенный полимерно-электролитной мембраной, практически не нуждается в обслуживании. Лишь раз в год нужно поменять фильтр для очистки воздуха, что может сделать любой пользователь. Поскольку один топливный элемент способен выдержать 5000 включений или обеспечить подачу электропитания в течение 5000 ч непрерывной работы, для исчерпания этого лимита общее время отключения питания за десять лет должно превысить восемь месяцев, однако подобный сценарий развития событий едва ли возможен.

В регионах с частыми перебоями в энергоснабжении топливные элементы рекомендуются использовать совместно с ИБП. До сих пор ТЭ использовались преимущественно в области информационных технологий, однако мало что может помешать их применению в промышленном производстве. Системы ИБП поддерживают рабочую нагрузку при нарушении энергоснабжения с помощью батареи. Однако батареи обладают значительным недостатком. Обычно последовательно включается набор батарей, обеспечивающих напряжение 12 В. Стоит только одной из этих батарей выйти из строя, как вся система оказывается неработоспособной. Против использования дизель-генераторов говорят, в первую очередь, выбросы отработанных газов и шумов, причем в будущем нормативы могут стать еще более жесткими. ТЭ в отличие от дизель-генераторов не обладают подвижными частями, они работают практически бесшумно, без вибрации. Благодаря своим преимуществам ТЭ могут полностью заменить дизель-генераторы, а совместная работа с ИБП создает надежную систему аварийного электроснабжения.

УДК 621.316.721:723

О РЕЖИМАХ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 6-35 кВ

М.А. ФОМИН, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Е.Н. РЫЖКОВА

К выбору режима заземления нейтрали электрической сети напряжением 6-35 кВ, предъявляются следующие требования: предотвращение значительных повреждений электрооборудования, вызванных однофазными замыканиями на землю (ОЗЗ); обеспечение безопасной эксплуатации самой сети и присоединенных к ней электроприемников (ЭП); эффективность локализации возникшего однофазного замыкания на землю; обеспечение требуемой надежности электроснабжения ЭП. Основными режимами заземления нейтрали электрических сетей 6-35 кВ являются: изолированная («J-сеть»), заземленная через дугогасящий реактор («L-сеть»), резистор (высокоомный («Rв-сеть») или низкоомный («Rн-сеть»)). Сравнение основных технических характеристик режимов заземления нейтрали показано в таблице 1 (знаком «+» отмечены преимущества, знаком «-» - недостатки).

Наименование		Режим заземления нейтрали			
		“J-сеть”	“L-сеть”	“Rв-сеть”	“Rн-сеть”
Характеристика процессов при ОЗЗ	Перенапряжения на неповр. фазах (к Уф)	до 3,2	до 2,6	до 2,4	до 2,4
	Возможность самопогасания дуги	нет(-)	Возможно (+)	нет(-)	нет(-)
	Возможность появления перемежающихся зазем. дуг	да(-)	да(-)	Возможно (+)	нет(+)
	Увеличение тока в месте замыкания на землю	нет(+)	нет(+)	да(-)	да(-)
	Возможность развития феррорезонансных проц.	да(-)	Незначит. (+)	нет(+)	нет(+)
	Вероятность возникн. многоместных ОЗЗ	да(-)	да(-)	Незначит. (+)	нет(+)
Характер. РЗиА	Простота выполнения	да(+)	нет(-)	да(+)	да(+)
	Слож.обеспечить селект.	да(-)	да(-)	нет(+)	нет(+)
	Необх. действия на откл.	нет(+)	нет(+)	нет(+)	да(-)
	Необх. действия на сигнал	да(+)	да(+)	да(+)	нет(-)

Таблица 1

(согласно табл.1) можно сделать вывод, о том, что режим изолированной нейтрали должен быть исключен. Работа электрических сетей 6-35 кВ должна предусматриваться с нейтралью, заземленной через резистор или дугогасящий реактор.

УДК 621.311: 658.562

ПОМЕХООБРАЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ КОМПЬЮТЕРА

С.А. ЯНЧЕНКО, НИУ МЭИ, г. Москва
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. С.А. ЦЫРУК

В современных импульсных источниках питания (ИИП) повышение КПД достигается за счет роста частоты работы силовых активных элементов, что приводит к появлению электромагнитных помех (ЭМП) высокого уровня (~100 дБ) и широкого спектра ($10^3 - 10^6$ Гц). Основная причина генерации ЭМП ИИП персонального компьютера (ПК) – коммутационные процессы в силовых цепях, а также высокочастотные резонансные колебания за счет энергии, запасенной в паразитных реактивных элементах. ИИП ПК создает напряжения помех: симметричное между проводами u_{CM} и несимметричные $u_{НСМ1}$ и $u_{НСМ2}$ между каждым из проводов и «землей» (рисунок 1).

Уже на первом этапе рационального выбора заземления нейтрали (без учета конкретных особенностей технологии производства, состава, конструктивного исполнения и режимов работы электрической сети), анализируя преимущества и недостатки различных видов заземления нейтрали

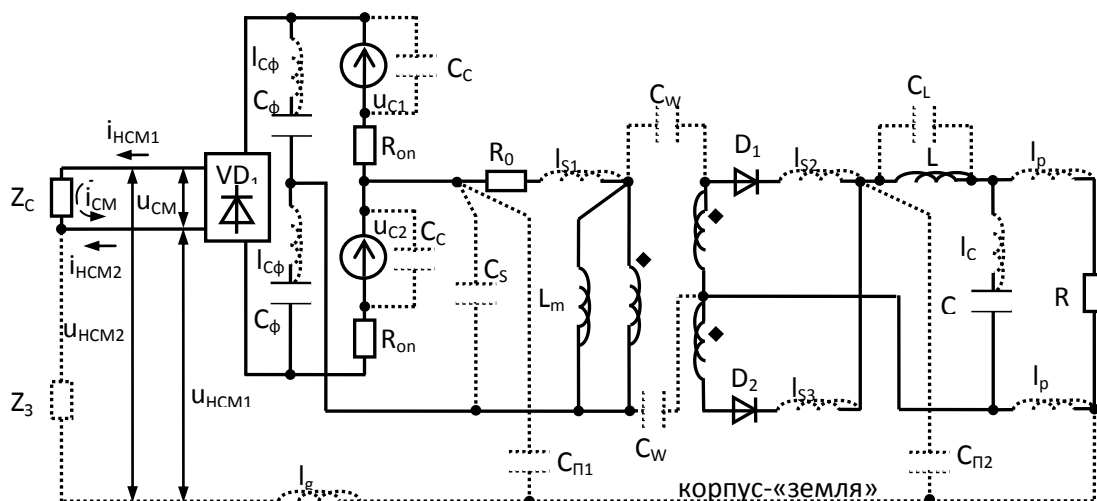


Рисунок 1 - Схема высокочастотных паразитных элементов ИИП ПК

Паразитные элементы (индуктивности выводов, межвитковые емкости и т.д.), участвующие в формировании и распространении ЭМП ИИП ПК показаны на рисунке 1. Например, трансформатор замещается межвитковой C_S и межобмоточной C_W емкостями, индуктивностями рассеяния первичной l_{S1} и вторичных l_{S2} , l_{S3} обмоток.

ИИП ПК характеризуется высоким уровнем ЭМП, что делает ПК и прочую бытовую электронику крайне важными с точки зрения обеспечения электромагнитной совместимости бытовых электроприборов.

УДК 621.31.004

ГЕОМАГНИТНО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ТОКИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРИ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЯХ

В.А. КУЗНЕЦОВ, ТГУ, г. Тольятти

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

Современные электроэнергетические системы подвержены влиянию космической погоды. Космической погодой принято считать какие-либо возмущения в межпланетном пространстве. Проявление космической погоды на поверхности Земли характеризуется возникновением возмущающих факторов нормальной работы наземных систем (трубопроводы, электроэнергетические системы, линии связи, нефтепроводы и др.).

Влияние космической погоды на работу электроэнергетических систем (ЭЭС) происходит из-за изменений магнитного поля Земли. Когда

происходит выброс корональной массы, огромное облако плазмы выбрасывается от Солнца и движется к Земле, тем самым магнитная буря может произойти в течение нескольких дней. Появляющиеся в магнитосфере и ионосфере возобновляемые токи (электроструи) приводят к изменению геомагнитного поля Земли, которое в свою очередь создает геоэлектрические поля. Геоэлектрические поля характеризуются появлением напряжения между двумя различными точками на поверхности Земли (напряжение между заземлителями двух силовых трансформаторов). Через линии электропередач присоединенные к силовым трансформаторам начинает протекать ток – геомагнитно-индуцированный ток (ГИТ). Следовательно, ионосферные токи начинают протекать вместе с токами в проводниках за счет изменения геомагнитного поля Земли. Линии электропередач являются хорошими проводниками ГИТ в ЭЭС.

Протекание ГИТ в ЭЭС приводит к насыщению силовых трансформаторов, к появлению в сети высших гармоник, к ложным срабатываниям релейной защиты и многое другое.

Расчеты моделирования геомагнитной бури величиной импульса геомагнитного поля 10 – 15 В/км для Самарского региона показали, что величина ГИТ зависит не только от геоэлектрического поля, но и также от конструктивных особенностей выполнения ЭЭС, а именно от направления линий электропередач и их длины.

УДК 621.311.4.002.5

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТОЛЬЯТТИНСКОЙ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ

Н.С. ЛАЗУКО, ТГУ, г. Тольятти

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

Режим работы теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – суточносезонный, определяется в основном потреблением тепла. Станция работает наиболее экономично, если ее электрическая мощность соответствует отпуску тепла. В периоды максимального спроса на тепло, например, зимой, в часы работы предприятий нагрузка генераторов ТЭЦ близка к номинальной.

Цель реконструкции генераторного распределительного устройства тольяттинской теплоэлектроцентрали (ГРУ ТоТЭЦ) направлена на решение проблем по более эффективному использованию оборудования

тепловых электростанций, рациональной его загрузке и обеспечение надежной, экономичной и бесперебойной работы.

При проектировании ГРУ ТоТЭЦ в 1967г оборудование выбиралось исходя из баланса между вырабатываемой электрической энергией и паровой загрузки турбин. На ГРУ работают 4 генератора общей мощностью 200 МВт. С ГРУ потребляется 80 МВт электрической нагрузки на собственные нужды ТоТЭЦ и питание фидеров заводов. 120 МВт электрической нагрузки уходит в систему через трансформаторы связи С-1Т и С-2Т (по 75 МВА).

Городу требуется большее количество тепла. На То ТЭЦ есть резерв мощности и было принято решение о строительстве теплофикационной установки (ТФУ) на турбине №3 ТоТЭЦ. Ввод ее в работу снимает с турбины ограничение по паропотреблению и увеличит вырабатываемую мощность до 50 МВт. В результате будут перегружаться трансформаторы связи. Были рассмотрены два варианта: первый - замена существующих трансформаторов связи на более мощные, с реконструкцией всех коммутационных аппаратов ГРУ; второй - установка одного дополнительного трансформатора и двух линейных разъединителей (6 и 110 кВ). Выбран второй вариант, так как он значительно ниже по капиталовложениям. При этом сохраняется возможность генератора работать как на ГРУ, так и отдельно блоком. Кроме того, в существующую схему ГРУ не вносятся больших изменений, что положительно скажется на надежности электроснабжения потребителей, а повышение эффективности работы оборудования позволит снизить затраты на себестоимость продукции и экономить энергоресурсы.

УДК 621.3:658.56

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЧАСТОТЫ НА АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Т.А. ЧАПЛИНА, М.С. МАКЕЕВ, ТГУ, г. Тольятти
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. В.В. ВАХНИНА

В соответствии с ГОСТ 13109-97 предъявляют жесткие требования к частоте питающей сети. Отклонение частоты от допустимых значений влечет за собой нарушение технологического процесса и как следствие, материальные затраты.

По статистике, около 80 % потребляемой электроэнергии потребляют электроприводы, причем 70 % из них – асинхронные

двигатели. Отклонение частоты от номинального значения неблагоприятным образом влияет на их работу, т. к. частота вращения ротора пропорциональна изменению частоты сети. Производительность двигателей напрямую зависит от частоты вращения: при снижении частоты снижается производительность, т.е. уменьшается мощность генератора. В данном случае имеем дефицит активной мощности и дальнейшее снижение частоты.

В работе была смоделирована реакция асинхронного двигателя 5AI180M2 на снижение частоты питающей сети (Рисунок 1). Следует учесть, что режим работы, когда $U = U_n = \text{const}$, $f = \text{var}$, является для асинхронных двигателей исключением из классических законов регулирования скорости двигателя. В данном случае речь идет не о глубоком регулировании, а о вынужденном снижении частоты питающей сети.

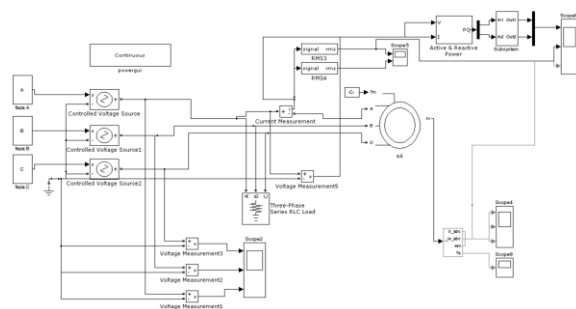


Рисунок 1- Исследуемая модель ре- асинхронного двигателя

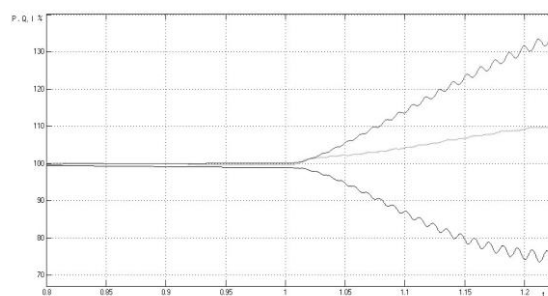


Рисунок 2 - Изменение активной, реактивной мощности и тока в статоре

Анализ полученных механических и электрических характеристик показал, что при изменении частоты питающей сети на 4 %, ток в статоре увеличивается на 5 % (Рисунок 2). Это может привести к перегреву статорной обмотки. Для безопасной и непрерывной работы технологического процесса необходимо правильно настраивать противоаварийную автоматику двигателя.

УДК 621.3

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Э.Ф. КАСИМОВА, А.М. ХАФИЗОВ, А.В. КУГАТОВ, (ф) УГНТУ, г. Салават
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. М.Г. БАШИРОВ;
асс. И.С. МИРОНОВА

Предприятия нефтегазовой отрасли являются серьезными источниками техногенной опасности для человека и окружающей среды, ввиду высокой опасности обращающихся в технологических циклах веществ. По данным МЧС России около 20 % пожаров в стране происходят по электротехническим причинам, включая возникшие при перерывах электроснабжения на промышленных предприятиях. Значительным является доля пожаров и аварий, возникших по электротехническим причинам, и на предприятиях нефтегазовой отрасли. Для обеспечения надежности и безопасности электрооборудования нефтегазовой отрасли требуется переход на более эффективную систему обслуживания и ремонта по техническому состоянию на основе применения методов и средств оценки технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации оборудования.

Для решения этой задачи необходимо использовать интегральные параметры, позволяющие идентифицировать текущее техническое состояние и прогнозировать остаточный ресурс, как отдельных экземпляров электрооборудования, так и предприятия в целом. В качестве интегрального параметра использован Фурье-образ, формируемый высшими гармоническими составляющими токов и напряжений, генерируемых двигателем электропривода. Как известно, высшие гармонические составляющие токов и напряжений, генерируемые электрооборудованием, зависят от его технического состояния. В соответствии с вышеизложенным, составлены алгоритмы идентификации технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации электрооборудования.

Для комплексного управления безопасностью предприятий нефтегазовой отрасли предлагается система автоматизации управления техническим состоянием электрооборудования нефтегазовой отрасли, основанная на SCADA-системе TRACE MODE 6, АСДУ «Нева», АИИС КУЭ

и АИИС ТУЭ, и средствах сбора первичной информации о техническом состоянии (датчиках фирм «Yokogawa», «VEGA», «Альбатрос»).

УДК 621.31

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

У.Ф. ЮМАГУЗИН, (ф) УГНТУ, г. Салават
Науч. рук. д-р. техн. наук, проф. М.Г. БАШИРОВ

В современных условиях задача обеспечения энергетической безопасности предприятий требует формирования единого подхода к предупреждению аварий и инцидентов, а также к прогнозированию ресурса электрооборудования. Для решения этой задачи предлагается использование автоматизированной системы мониторинга технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации электрооборудования. Структура системы состоит из трех уровней: нижний уровень – приборы сбора информации о текущем состоянии электрооборудования; средний уровень – устройства хранения и передачи данных; верхний уровень – блок управления и автоматизированные рабочие места. Для сбора информации о параметрах высших гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых электрооборудованием, используется автоматизированная система диспетчерского контроля и управления «Нева».

Существующие методы оценки технического состояния и прогнозирования ресурса электрооборудования сосредоточены на изучении отдельных элементов технической системы. Системный подход, основанный на ценологических представлениях, позволяет рассматривать не отдельно каждый элемент, а комплексно в виде техноценоза совокупность всего оборудования, расположенного на предприятии. Для описания техноценоза используется Фурье-образ, формируемый высшими гармоническими составляющими токов и напряжений, генерируемых электрооборудованием.

Предлагаемый метод оценки состояния и прогнозирования ресурса электрооборудования позволяет перейти от планово-предупредительного ремонта к системе обслуживания по фактическому техническому состоянию. Это способствует обнаружению дефектов, помогает своевременно

разработать и выполнить ряд мероприятий по предотвращению аварийной ситуации, повышению коэффициента готовности оборудования для дальнейшей эксплуатации, сокращению времени простоя, затрат на ремонт и, как следствие, к увеличению срока службы электрооборудования.

УДК 621.311

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

И.С. МИРОНОВА, В.Г. АКЧУЛПАНОВ, Н.Р. ЯСЬКО, (ф) УГНТУ, г. Салават
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. М.Г. БАШИРОВ

Устойчивость технологических процессов добычи, транспорта и переработки нефти и газа во многом зависит от надежности работы электрооборудования. Анализ статистических данных ВНИИПО показывает, что 50 % возгораний на предприятиях нефтегазовых производств происходит из-за неисправностей электрооборудования и перерывов электроснабжения. В современных условиях задача обеспечения безопасности предприятий нефтегазовой отрасли требует формирования единого подхода к предупреждению аварий и инцидентов, связанных с отказом электрооборудования, и к повышению эффективности производства, также зависящего от технического состояния оборудования.

Результаты исследований показывают, что параметры генерируемых гармонических составляющих токов и напряжений несут информацию о режимах работы, о характере и месте возникновения повреждений. Диагностический параметр D , основанный на использовании коэффициентов искажения кривых тока, позволяет идентифицировать вид дефекта:

$$D = f K_{I k} = f w_1 K_{I 1} + w_2 K_{I 2} + w_3 K_{I 3} + \dots \quad (1)$$

Уровень накопления поврежденности оценивается параметром:

$$P_t = 20 \lg \left(I_1 / \sqrt{\sum_{k=1}^n I_k^2} \right), \quad (2)$$

Для оценки ресурса электрооборудования предложен параметр $P_{(t)}^*$:

$$P_t^* = f P_t = f w_1 P_{t1} + w_2 P_{t2} + w_3 P_{t3} + \dots \quad (3)$$

Для повышения достоверности оценки технического состояния предложено использовать дополнительные параметры – коэффициенты искажения кривых напряжения $K_{U(k)}$ и углы сдвига по фазе между соответствующими гармоническими составляющими токов и напряжений. Задача распознавания вида дефекта, определения технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации электрооборудования решается на основе использования искусственной нейронной сети.

УДК 669.18.046.554 – 982

РАЗРАБОТКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ВАКУУМАТОРА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ТИПА

А.А. КОШКАРОВ, МГТУ им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Е.Б. АГАПИТОВ

Для рафинирования расплава стали от растворенных газов в кислородно-конвертерном производстве широко используют обработку металла в циркуляционных РН – вакууматорах.

Эксплуатационный персонал отмечает, что работа агрегата сопровождается неравномерным разъеданием футеровки погружных патрубков, связанным с различием скоростей металла в них и периодическим забиванием сопел, через которые в подъемный патрубок вводится продувочный аргон.

На ОАО ММК установлена установка внепечного вакуумирования стали (УВВС) работающая в РН режиме. Данная УВВС имеет следующие характеристики: высота вакууматора $H = 9450$ мм; диаметр вакуум – камеры $D = 2700$ мм; высота вакуум – камеры $H_{\text{вк}} = 2840$ мм; глубина ванны $h_{\text{ван}} = 1000$ мм; внутренний диаметр погружных патрубков $d_{\text{пп}} = 600$ мм; высота погружных патрубков $h_{\text{пп}} = 2000$ мм; внутренний диаметр продувочных сопел $d_{\text{соп}} = 5$ мм; количество продувочных сопел на погружном патрубке 12 штук. Во время работы УВВС в вакуум – камере создается давление 133 мбар, при этом глубина ванны вакууматора составляет 1 - 1,2 м. Затем в продувочные сопла подается аргон по аргонопроводу через два промежуточных коллектора, что приводит к циркуляционному движению расплава стали со скоростью порядка 1 м/с.

Для повышения стойкости погружных патрубков было предложено мероприятие по организации «переменной» циркуляции расплава за счет

установки продувочных сопел на обоих погружных патрубках. Для реализации данного предложения необходимо ответить на вопрос – какой минимальный расход аргона необходим для обеспечения «незабываемости» сопел при работе в холостом режиме и насколько ухудшится при этом циркуляция стали.

Целью данной работы является исследование гидрогазодинамики вакууматора усовершенствованной конструкции путем физического моделирования.

Для этого была создана лабораторная установка (рис. 1), разработанная на основе классической теории моделирования.

Целью данной работы является исследование гидрогазодинамики вакууматора усовершенствованной конструкции путем физического моделирования.

Для этого была создана лабораторная установка (рис. 1), разработанная на основе классической теории моделирования.

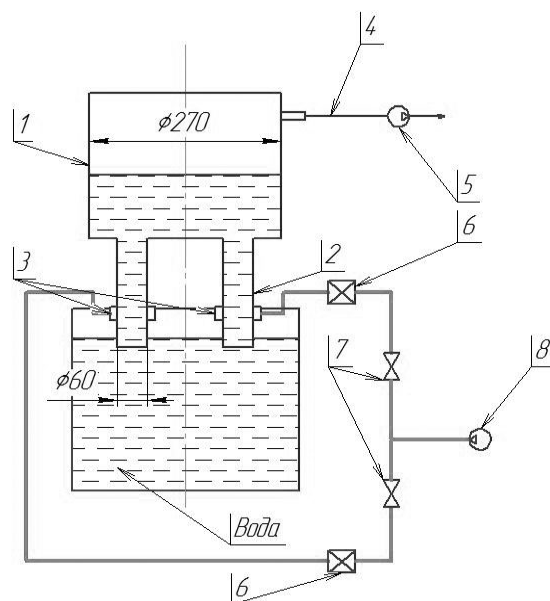


Рис.1. Схема экспериментальной установки для исследования процесса RH – обработки с «переменной» циркуляцией: 1 – вакуум-камера; 2 –погружные патрубки; 3 – сопла для ввода транспортирующего газа; 4 – вакуумпровод; 5 – вакуум-насос; 6 – расходомер газа; 7 – клапана; 8 – воздушный насос

Целью данной работы является исследование гидрогазодинамики вакууматора усовершенствованной конструкции путем физического моделирования.

Для этого была создана лабораторная установка (рис. 1), разработанная на основе классической теории моделирования.

Для переноса наблюдаемых явлений на промышленный объект крайне важным является выбор параметров модельной системы. Было решено выбрать два основных типа подобия: геометрическое и динамическое.

Модель была выполнена в масштабе 1:10, который был соблюден при сборке лабораторной установки. При этом соблюдалось подобие размеров всех элементов:

$$K = \frac{D_1}{D_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{2700}{270} = \frac{600}{60} = \frac{1000}{100} = 10;$$

где D_1 и D_2 – диаметры вакуум-камеры реальной и масштабной модели;

d_1 и d_2 – диаметры погружных патрубков реальной и масштабной модели;

h_1 и h_2 – глубина ванны реальной и масштабной модели.

Для соблюдения динамического подобия рассчитываем критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu},$$

где ω – скорость движения расплава стали (в вакууматоре $\omega = 1$ м/с);

d – диаметр погружных патрубков, м;

ν – кинематическая вязкость, м²/с.

Для реальной установки был определен критерий Рейнольдса, который составил $1,699 \cdot 10^8$. Для соблюдения условий подобия в масштабной модели - скорость рабочей среды (воды) в модели должна быть на уровне 10 - 11 м/с.

Вода для моделирования динамики движения расплава стали в УВВС была выбрана на основе подобия кинематической вязкости воды и стали.

Для получения гидродинамики в модели, подобной реальному образцу, необходимо дополнительно обосновать выбор подбора глубины вакуума в модельной камере и расхода продувочного воздуха, которые бы создавали скорости движения жидкости, найденные при расчетах.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УЗЛОВ НАГРУЗКИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Д.В. ВИЛЯВИН, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема устойчивости узлов нагрузки особенно остро стоит для систем электроснабжения крупных нефтегазовых комплексов, которые характеризуются большой мощностью электроприводов и непрерывными технологическими процессами, что обуславливает их чувствительность к кратковременным нарушениям электроснабжения.

При критических провалах напряжения предусматривается отключение узлов электрической нагрузки, с последующим повторным групповым пуском электроприводов. Существующие методики и программное обеспечение расчета переходных процессов в системах электроснабжения позволяют произвести расчет параметров устойчивости узлов нагрузки исходя из принятых исходных условий, что не совсем правильно, так как в процессе работы состав нагрузки и режим источника меняется. Следовательно, определение параметров устойчивости и выбор параметров релейной защиты в расчете на «худший случай» приводит к неполному использованию запаса устойчивости и к необоснованным массовым отключениям электрооборудования.

По предварительным оценкам доля необоснованных отключений узлов нагрузки может достигать 30 – 40 %. В связи с чем, необходимо адаптировать уставки срабатывания релейной защитной аппаратуры к реальным расчетным параметрам, при которых происходит нарушение устойчивости электроустановок. Данные уставки можно будет получить при использовании модели, в которой будут применены практические критерии определения устойчивости узлов нагрузки. Процесс нахождения данных для определения уставок срабатывания идет в три этапа. На первом этапе определяются необходимые параметры, при которых происходит нарушение устойчивости узлов нагрузки; на втором создается алгоритм расчета показателей устойчивости, то есть сама модель; на третьем происходит программная реализация полученной модели на компьютере.

Создание и апробация данной модели поможет более точно настроить уставки срабатывания релейной защиты для предотвращения необоснованных отключений узлов нагрузки и снижения экономических потерь.

УДК 621.311

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В УЛИЧНОМ ОСВЕЩЕНИИ

А.К. АБДРАХМАНОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Важную роль в благоустройстве города играет правильное функционирование системы уличного освещения. В том числе перевод всей сети на современное оборудование, отвечающая всем требованиям безопасности и энергосбережения.

Анализ существующей системы уличного освещения выявил ряд проблем, таких как: большие энергозатраты связанные с неточным контролем за включением/отключением светильников и применением в них ламп с низким КПД, так же не возможность точного определения места повреждения линий. Решением этих проблем может служить внедрение автоматического управления дорожным освещением, которая обеспечила бы автономное выполнение годового графика включения/отключения уличного освещения с организацией ночного режима освещения, а так же контроль за целостностью линии.

Преимущества от внедрения системы очевидны: происходит снижение потерь электроэнергии в линии за счет уменьшения активного тока нагрузки и, как правило, повышаются качественные показатели: уровень напряжения в конце линии и стабильность нормируемого значения светового потока.

Для наглядности эффективности внедрения данных мероприятий будет произведен расчет на примере одного микрорайона. Будут заменены светильники с лампами ДРЛ-250 и ДРЛ-350 на светодиодные светильники, а также внедрена автоматическая система управления(АСУ) работающая на основе годового графика естественного освещения.

УДК 621.3.072.9

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Б.Ф. АХМЕТОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Как известно, полная управляемость электропривода обеспечивается, если обеспечивается управление электромагнитным моментом двигателя. Во всех электромеханических преобразователях вращающий момент образуется в результате взаимодействия магнитных полей статора и ротора или, что тоже самое, магнитного поля одного элемента и тока другого. Для получения однозначных функций управления обе величины должны быть независимы друг от друга, и тогда одну из них можно поддерживать постоянной, а с помощью другой осуществлять регулирование. В ДПТ и синхронных двигателях существуют отдельные электрические цепи для управления магнитным потоком и моментом. В короткозамкнутых АД есть только один канал, в котором объединены обе составляющие тока и в задачу системы управления входит функция их разделения. Математически эта задача элементарно решается при использовании уравнений обобщённой электрической машины в векторной форме. В результате выбора пары векторов величин образующих электромагнитный момент и системы координат, в которой они представлены, можно получить уравнение момента в виде функции независимых проекций этих величин на координатные оси. И тогда управление моментом сведется к управлению проекциями векторов.

Простейший вид имеют уравнения электромагнитных процессов в АД в случае представления их через вектор потокосцепления ротора.

В результате анализа метода управления становится ясным, что проблемой является чувствительность электропривода к изменению его параметров в процессе работы. Изменение температуры элементов двигателя, приводит к изменению сопротивления статора и ротора, а также к изменению взаимной индуктивности в зависимости от тока цепи намагничивания.

Для решения этой проблемы предлагается применение системы параметрической адаптации, которая относительно наблюдаемых величин будет производить перерасчет параметров наиболее подверженных изменению в процессе работы привода.

УДК 621.3.077

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

А.Р. ГАРЕЕВА, КГЭУ, г. Казань

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

Электропривод потребляет около 60-65 % электрической энергии, производимой в стране, в связи с этим энергетические показатели и характеристики электропривода имеют первостепенное значение при решении задач энергосбережения и энергоэффективности в свете Закона РФ № 261 от 23 ноября 2009г. Переходный процесс – очень напряженный в энергетическом отношении режим для электропривода: потери энергии в десятки раз выше, чем за то же время в установившемся режиме. Существует задача, заключающаяся в снижении потерь при переходных процессах.

Для наилучшего использования асинхронного двигателя при регулировании угловой скорости изменением частоты необходимо регулировать напряжение одновременно в функции частоты и нагрузки, что реализуемо только в замкнутых системах электропривода. В разомкнутых системах напряжение регулируется лишь в функции частоты по некоторому закону, зависящему от вида нагрузки. Частотное регулирование угловой скорости электроприводов переменного тока с двигателями с короткозамкнутым ротором находит все большее применение в различных отраслях техники.

Экспериментально исследована возможность компенсации потерь с помощью инвертора реактивной мощности в программе MATLAB Simulink.

Полученные статистические данные наглядно показывают, что применение инвертора для компенсации позволяет улучшить показатели системы.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Р.М. ГИЗДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань

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

К 2009 году 80 млн. кВт мощностей электростанций России выработали свой ресурс, т.е. треть мощностей электростанций требует замены. Все это свидетельствует об увеличении вероятности аварийных перебоев в электроснабжении.

Таким образом, наряду с большой энергетикой в современных условиях весьма значительной становится и роль объектов малой энергетики, а именно создание автономных генераторов с диапазоном установленных мощностей порядка 3 кВт и выше, для маломоторного сектора и бытовых потребителей.

Очерченный круг проблем обозначает актуальность вопроса создания источника электроэнергии малой мощности, работающего либо параллельно с сетью, либо на выделенную нагрузку и исследования особенностей функционирования системы электроснабжения при наличии в ней генераторов малой мощности с приводом от газопоршневых двигателей.

Длительный перерыв в электропитании может привести материальному ущербу и другим, не менее серьезным последствиям. Бесперебойное питание, возможно реализовать, осуществив электропитание каждого потребителя от двух независимых источников одновременно, однако подобная схема имеет ряд недостатков.

Одним из вариантов возможно применение схемы работы автономного генератора на выделенную нагрузку. При этом необходимо, отметить малую проработанность процессов функционирования энергетических источников, работающих на выделенную нагрузку.

Для решения данной задачи был смоделирован лабораторный стенд и проведены серии практических исследований.

В результате исследованы особенности коммутационных процессов, возникающих при переключениях коммутационных аппаратов, и дальнейшего функционирования системы электроснабжения на базе автономных генераторов.

УДК 621.311

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ СОБСТВЕННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

Д.Ф. ГУЗАЕРОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Биогазовая энергетика является одним из альтернативных решений магистральному природному газу и централизованному электроснабжению. В настоящее время актуальность биогазовых технологий возрастает и происходит широкое внедрение по всему миру в связи с ростом тарифов на газ и соответственно электроэнергию. Применение биогазовой установки позволяет одновременно решать проблемы утилизации органических отходов и сокращать дефицит энергетических и агрохимических ресурсов.

Для получения электроэнергии и тепла применяют когенерационные установки. Они представляют собой оборудование для комбинированного производства электроэнергии и тепла, в них применяются преимущественно газопоршневые двигатели внутреннего сгорания. Из 1 м³ биогаза в когенерационной теплоэлектростанции возможно выработать 2,4 кВтч электроэнергии и 2,8 кВтч тепловой при условии 60 % метана в биогазе. При всех описанных выше преимуществах у биогазовой технологии существуют сложности в выборе когенерационной установки. Для решения данной проблемы был разработан алгоритм и программная реализация выбора элементов когенерационной установки.

Методика выбора включает в себя следующие этапы:

- выбор конструкции установки;
- выбор размеров реактора;
- выбор диаметра труб;
- выбор перемешивающих устройств;
- выбор системы подогрева;
- выбор поршневого двигателя и генератора.

Технические решения, использованные при разработке конструкции биогазовой установки позволят создать автономную экономичную биогазовую установку, позволяющую использовать традиционные источники энергии в качестве резерва.

УДК 621.314

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ХАРАКТЕРЕ НАГРУЗКИ

Д.О. ГУЩИН, КГЭУ, г. Казань

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

Важную роль в электроэнергетике играет качество электрической энергии. Каждый потребитель электрической энергии спроектирован для работы при ее нормальном качестве. В настоящее время в системах электроснабжения существуют потребители энергии имеющие резко-переменную нагрузку, нелинейные вольтамперные характеристики. Возникает проблема, качество электроэнергии далеко не всегда удаётся поддерживать на должном уровне. Проведены исследования различных методов регулирования напряжения посредством изменения коэффициента трансформации, тока возбуждения генераторов, сопротивления сети и ряда других методов. Моделирование метода встречного регулирования в программе MATLAB Simulink, позволило получить статистические результаты, на основании которых строится статистическая математическая модель. В результате предполагается, на основе модели определять мероприятия по обеспечению качества электрической энергии при переменном характере нагрузки.

УДК 621.316.761.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ ИСКАЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

С.С. ЕГОРОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Передача электрической энергии от электростанций к потребителю невозможна без кратковременных нарушений электроснабжения (КНЭ). Одной из самых основных причин таких нарушений являются кратковременные (не более 1-2 с) посадки и провалы напряжений в энергосистемах. Перерыв электроснабжения даже на такое короткое время ведет к нарушению всего технологического процесса и даже к остановке производства. В лучшем случае, это может привести к длительной

остановке работы предприятия, в худшем – повреждению дорогостоящего оборудования, а иногда и нарушению экологической безопасности.

Поскольку энергосистема не в состоянии обеспечить электроснабжение без КНЭ, а полностью защитить электрическую сеть от этого практически невозможно, то потребитель должен сделать для себя выбор: либо мириться с этими нарушениями, либо принимать какие-либо меры.

До последнего времени проблема влияния КНЭ на работу электроприемников решалась исключительно с помощью следующих технических решений: источников бесперебойного питания и инерционных накопителей энергии.

На современном этапе развития техники задачу устранения КНЭ возможно решить путем применения динамического компенсатора искажения напряжения (ДКИН). Использование ДКИН является решением, которое обеспечивает безаварийную работу оборудования, решая 90% из всех проблем качества электрической энергии. Однако не до конца исследованы особенности взаимодействия ДКИН и системы электроснабжения, а также влияние разнообразных возмущающих факторов на работу ДКИН.

Для решения обозначенных проблем в программном пакете Simulink была создана математическая модель ДКИН, использование которой позволяет на этапе проектирования проводить анализ совместимости системы электроснабжения и ДКИН.

УДК 658.264

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

А.С. ЗЕЙНЕТДИНОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

Постоянный рост тарифов на энергоносители ставит на первоочередной план решение вопросов не их прямой экономии, а энергоэффективного использования. Энергоэффективность потребления тепловой энергии в условиях централизованного теплоснабжения – это в первую очередь технологический процесс её оптимального использования при обязательном соблюдении требуемой комфортности в помещениях здания. В качестве альтернативы при решении данных вопросов нужно рассматривать замену нерегулируемых тепловых узлов зданий на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) – как

основной инструмент достижения требуемых показателей энергоэффективности.

К основным задачам ИТП относятся:

- учет расхода теплоты и теплоносителя;
- изменение параметров теплоносителя;
- регулирование отпуска теплоты теплопотребляющим системам;
- заполнение, подпитка теплопотребляющих систем;
- защита систем теплопотребления теплоты от опорожнения и аварийного превышения параметров теплоносителя;
- контроль параметров теплоносителя.

Решение задач массового внедрения современных энергосберегающих технологий на базе индивидуальных тепловых пунктов требует и соответствующих современных подходов к их конструктивным компоновкам, во многом определяющих их экономическую целесообразность на всех стадиях внедрения – проектирование, изготовление, монтаж.

УДК 621.311

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.Т. ЗИЯТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Опыт применения частотно-регулируемого эл.привода на котлах в системе Мосэнерго показал экономию электроэнергии на 35-45 %; позволяет создать всесезонный котел-регулятор, который обеспечивает требуемый режим теплостанции; возможность автоматизации технологического процесса; увеличивается межремонтный период, меньший износ технол.оборудования.

Теперь перспективы применения частотно-регулируемого эл.привода на рассмотрим в Республике Татарстан на ОАО «Генерирующей компании», где принята программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Татарстан на 2010-2015 годы».

Структурно следующие первоочередные программные мероприятия сформированы в шесть разделов исходя из оценок имеющегося потенциала повышения энергоэффективности компании: внедрение энергосберегающих технологий; реконструкция оборудования; внедрение регулируемых

приводов, для экономии электрической энергии, автоматизации технол. процесса. Регулирование параметров теплосети осуществляется в основном клапанами и задвижками, т.е. дросселированием, в результате насосами потребляется избыточная электроэнергия. Переход к регулируемому электроприводу насосов позволяет автоматически поддерживать требуемые технологические параметры и экономить до 50 % потребляемой электроэнергии; мероприятия по снижению потерь электроэнергии. На всех стадиях производства и распределения тепловой энергии, потери энергии неизбежны. Количество потерь определяется режимом теплосетей, способами регулирования параметров, применяемым оборудованием и его состоянием. Задача энергосбережения - минимизация этих потерь.

УДК 621.314

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Р.Р. ИБРАГИМОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема компенсации реактивной мощности в настоящее время занимает одно из первых мест, в свете улучшения качества работы систем со статическими преобразователями электрической энергии в целом.

В процессе преобразования энергии применяются элементы имеющие нелинейные вольтамперные характеристики, кроме того в последнее время характер нагрузки стал резко-переменным все это оказывает отрицательное воздействие на работу систем электроснабжения в целом, падает КПД системы, ухудшается $\cos \varphi$.

Экспериментально исследована возможность компенсации реактивной мощности с помощью инвертора реактивной мощности в программе MATLAB Simulink.

При подключении инвертора, напряжение имеет вид пилообразных импульсов, однако существуют потребители допускающие произвольную форму питающего напряжения (нагревательные элементы, котлы, печи, освещение и т.п.). Если нагрузка требует синусоидального напряжения, перед нагрузкой целесообразно включать фильтр. В процессе функционирования инвертора, ток потребляемый из сети опережает по фазе напряжение. В идеальном случае ток и напряжение должны быть смещены относительно друг друга по фазе на величину, как можно ближе к 90 градусов.

Полученные статистические данные наглядно показывают, что применение инвертора для компенсации позволяет улучшить показатели системы.

УДК 621.311

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

М.О. КОЗЛОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

В мире развитых технологий появилась возможность использование альтернативной энергии, которую можно получить, используя тепловой насос из окружающей среды.

Чаще всего потребители вынуждены отказаться от использования системы с тепловым насосом, и выбирают более привычное отопление в качестве газовых котлов. Газовые котлы полностью обеспечивают комфортное жилье, их стоимость ниже, что и создает привлекательность со стороны потребителя.

Одним из преимуществ теплового насоса это возможность полностью обеспечить его автономную работу, за счет использования альтернативных источников электроэнергии, такие как ветрогенераторы и солнечные батареи. Эффективность использования альтернативных источников в различных регионах страны различна, что откладывает повышенные требования на этапе проектирования.

Целью данной работы является анализ путей использования солнечных батарей для питания потребителей теплового насоса в течении года.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ КОРПУСА «Д» КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

П.А. КРАСИЛЬНИКОВ, КГЭУ, г. Казань

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

В соответствии с Федеральным законом РФ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской

Федерации» бюджетные учреждения до 2014 года обязаны снизить потребление ресурсов не менее чем на 15 % от фактического потребленного ими в 2009 г.

Для реализации сложившегося потенциала сбережения энергии необходима разработка качественных энергосберегающих мероприятий в трех направлениях: по электрической энергии, по тепловой энергии и организационные мероприятия.

Энергоэффективные мероприятия корпуса «Д» Казанского государственного энергетического университета по электрической части предполагают модернизацию системы освещения.

Мероприятия по тепловой части предполагают установку регуляторов температуры на радиаторы, замену двойного остекления на современные энергосберегающие аргоновые стеклопакеты и утепление фасада, стен и крыши здания теплоизоляционными материалами.

Организационные мероприятия включают в себя повышение уровня технической культуры среди персонала учебного корпуса, установка оповещающих табличек в корпусе, а также своевременная проверка и корректировка договоров с энергоснабжающими организациями.

УДК 621.311

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.И. РОЖЕНЦОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Политика успешной реализации ресурсоэффективности и энергосбережения проводится во многих направлениях и является одной из приоритетных. Одним из важных направлений является проведение работ по минимизации потребления электроэнергии энергоемкими предприятиями на этапе эксплуатации. Однако на данном этапе возникает целый ряд проблем, связанных прежде всего с выяснением очередности оборудования, подлежащего замене на более энергосберегающее или его частичной реконструкции.

Изучение путей снижения расхода электроэнергии на предприятие машиностроительного комплекса, затрачиваемой на выпуск продукции, выявило необходимость применения нового подхода в решении этой проблемы, который заключается в изучении потребления электроэнергии

отдельными технологическими линиями в зависимости от объема выпускаемой продукции. Вторым, не менее важным, этапом снижения энергозатрат является планирование электропотребления, которое позволит четко разделять технологические и общепроизводственные энергозатраты, что в свою очередь выявит эффективность оборудования с энергетической точки зрения.

Использование современной методики планирования потребления электроэнергии позволит снизить производственные затраты электроэнергии, ускорить внедрение энергосберегающих программ на производстве при существующей технологии, составлять точную оценку будущего электропотребления на технологические нужды.

В настоящее время используются два типа моделей: модели временных рядов и причинные модели. Анализ временных рядов использует исторические данные для выявления трендов и циклических составляющих, и планирование осуществляется экстраполяцией временного ряда. Причинные модели используют связь между временным рядом электропотребления и одним или несколькими временными рядами технологических факторов.

УДК 621.311.243

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ КАБЕЛЬНОГО ОБОГРЕВА КРОВЛИ

Т.Г. СЕМЕНОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

Поступление солнечной радиации на поверхность земли по территории России вплоть до 65° северной широты за летний период, характеризуются примерно одинаковыми высокими значениями среднедневной радиации от 4,5 до 5 кВт ч/м² день, и с этой точки зрения энергетическая эффективность солнечных батарей на всей этой территории оказывается приблизительно одинаковой.

Сильные снегопады, образование сосулек и ледяных наростов на крышах домов, зданий и сооружений способны повредить кровлю домов, водосточные системы, повредить инженерные кабельные сети, повредить автомобили, припаркованные под подъездами и у входных групп, и что самое страшное, в результате неконтролируемого падения способны нанести тяжкие телесные повреждения или даже лишить жизни.

Образование наледи и сосулек на крышах вызывает большую опасность – снег тает на крыше, в результате чего талая вода скапливается и снова замерзает по краю крыши и в водосточных желобах, лед нарастает и образует большие блоки, которые затрудняют регулярный водосток, тем самым, позволяя воде скапливаться на крыше, массивные образования льда на карнизах вызывают наиболее значительный риск для безопасности на предприятиях и для владельцев жилья.

Удаление снега и льда с крыш ручным способом опасно для жизни и может привести к повреждениям кровли.

Целью данной работы является оценка возможности использования солнечной энергии для удаления наледи с кровли за счет использования кабельного обогрева который получает электрическую энергию от солнечных батарей.

УДК 621.31

ПРИМЕНЕНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Р.А. СИТДИКОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.Ю. МАРКИН

Во многих странах наблюдается ежегодное увеличение энергопотребления, одновременно с этим растет и цена за электроэнергию, что негативно сказывается на потребителях. Поэтому актуальной является задача разработки новых генерирующих устройств, не требующих сжигания топлива или газа и расположенных рядом с потребителями.

Перспективным направлением является использование пьезоэлементов в качестве генераторов электроэнергии. Принцип генерации основан на прямом пьезоэффекте. Генерация электрического заряда начинается во время механического воздействия на пьезоэлемент. Преимущества использования пьезоэлектрических генераторов в том, что при их эксплуатации не требуется выделения дополнительной территории под застройку, не наносится ущерб окружающей среде, система работает независимо от погодных условий. Как показывает статистика, наибольшее распространение получил следующий способ установки пьезоэлектрических генераторов: закладка под дорожное полотно или под рельсы железной дороги. В этом

случае источником энергии является давление, которое оказывает на поверхность движущийся автомобиль или поезд.

Расчет эффективности применения пьезоэлектрических генераторов сложен и зависит от многих факторов. При расчетах необходимо учитывать: геометрические размеры поверхности, где производится установка пьезоэлектрических генераторов, количество людей, проходящих по этой поверхности, характеристики самого пьезоэлектрического генератора.

Для расчетов возможно использование следующей формулы:

$$P = K \cdot m \cdot S$$

где K - коэффициент, зависящий от массы человека $\frac{\text{Вт}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$ (Вт/кг · м²); m - масса человека; S - площадь, на которую человек оказывает давление.

Ведется работа по созданию экспериментальной установки и расчеты возможности применения пьезоэлектрических генераторов для установки в оживленных коридорах, холлах с большим потоком людей.

УДК 681.3:620.10

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЗЫ ФЛИКЕРА С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ MATLAB

И.И. АХАТОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема качества электрической энергии одна из актуальных проблем развития энергетики. Одновременно наблюдается повышение потребления электрической энергии, при малом вводе новых мощностей и появление более высокотехнологического оборудования, как в крупных промышленных предприятиях, так и в мелкомоторном секторе.

Использование современных информационных технологий, а в частности компьютерного моделирования позволяет создать эффективную информационно-методическую среду для исследования и контроля качества электрической энергии. Исследование влияния дозы фликера на работу оборудования и на организм человека возможно производит более эффективно, если использовать математическую модель, обеспечивающую детальное изучение явления фликера.

Выбор программного обеспечения для проведения выше обозначенной задачи является важнейшим этапом для получения полноценной математической модели. Программные обеспечения имеют

свои преимущества и недостатки. Проведенный анализ которых показал оптимальность использования программного обеспечения Simulink, которое является приложением к пакету MATLAB.

Для создания математической модели использовалась блок схема приведенная на рис. 1. [1]

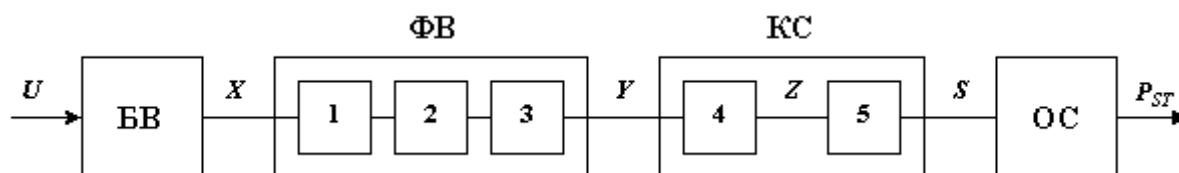


Рис. 1. Структурная схема фликер-модели

Результаты моделирования позволят в интерактивной среде исследовать взаимосвязь дозы фликера и работоспособности оборудования промышленного производства.

Литература

1. Э.Г. Куренный, Е.Н. Дмитриева, Н.В. Цыганкова, Л.В. Черникова. Донецкий государственный технический университет.

УДК 621.182

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Р.Р. АХМАДУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

Проблема улучшения работы котельных установок становится все более актуальной по мере исчерпания природных ресурсов. Учитывая нынешние возрастающие цены на природное топливо, появляется необходимость повышения производительности котлов.

К основным технологическим процессам в котельных установках можно отнести:

- подготовка топлива, подача рабочей смеси в котел;
- процесс сжигания рабочей смеси в камере сгорания;
- процесс теплопередачи, нагрев рабочей жидкости;
- обеспечение выхода отработавших газов, удаление продуктов сгорания.

сгорания.

Повысив эффективность основных технологических процессов, можно повысить качество выпускаемой продукции, потратив при этом меньшее количество топлива.

Большинство котельных установок эксплуатируемые в наше время произведены еще в советские времена, поэтому горелки этих котлов, как правило, бывают засоренными, из-за чего ухудшается качество готовой продукции и изнашивается оборудование. Данную проблему возможно избежать проводя плановые или внеплановые технические и очистные мероприятия. Избежав эту проблему, становится возможным получение качественного конечного продукта в максимально короткое время. Так же ускорить процесс выхода рабочей жидкости возможно при подаче ее в котел в предварительно подогретом состоянии, например, подогрев ее от тепла уходящих отработавших газов.

В больших котельных установках необходима система вытяжки отработавших газов для разряжения камеры сгорания и для поддержания интенсивного горения. За вытяжным вентилятором возможна установка теплообменника, которая будет предварительно подогревать рабочую жидкость для котла.

Данные операции будут способствовать повышению эффективности основных технологических процессов в котельных установках, а так же повысят их производительность.

УДК 621.314

ОБОСНОВАНИЕ ПОТОЛОЧНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ВНУТРИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

А.А. ГИЗДАТУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук.канд. техн. наук, доц. О.Ю. МАРКИН

Все электроэнергетические системы имеют трансформаторные подстанции для регулирования напряжения. Надежность их работы зависит от температурного режима внутри закрытой подстанции. Поэтому, важно, чтобы трансформаторные подстанции были оборудованы системами вентиляции, позволяющими эффективно удалять тепло, и охлаждать трансформатор.

Потолочные системы охлаждения помещений – это комбинированные системы, которые ассимилируют избыточное тепло. Система состоит из подвесной панели, внутри панели располагается змеевик, по которому движется охлажденная вода, что обеспечивает

равномерное распределение температуры по поверхности. Вода, протекая по внутренней полости трубопровода, охлаждает его. В свою очередь трубопровод, соприкасаясь охлаждает потолок. Вследствие, воздух в верхней части рабочей зоны кондиционируемого помещения охлаждается. Воздух, охлажденный в верхней части рабочей зоны помещения опускается вниз, в то время как теплый воздух поднимается вверх.

Использование охлаждающего потолка делает возможным существенно экономить на эксплуатационных расходах и высвободить значительные площади для иного применения. Охлаждающие потолки несут приличную нагрузку, при этом не занимают пространство. Они понижают лучистую температуру в помещении, их применение повышает температуры сверх пределов, допустимых при ином охлаждении.

Таким образом, можно считать, что потолочные системы охлаждения помещений являются наиболее экономичными и эффективными для установки в закрытых трансформаторных подстанциях.

УДК 621.392

ЭЛЕКТРОГИДРОУДАРНЫЙ КАВИТАЦИОННЫЙ ТЕПЛОГЕНЕРАТОР

Д.Р. ДАВЛЕТОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.Ю. МАРКИН

Современное отопительное оборудование имеет ряд недостатков: низкий КПД, образование накипи на стенках и т.д. Поэтому разработка энергоэффективного теплогенератора является актуальной задачей.

Устройство кавитационно-электрогидроударного теплогенератора состоит из внешней полый прочной металлической сферы, не полностью заполненной водой, с наружными радиаторными ребрами, служащих для передачи тепла в окружающее пространство из двух кавитаторов выполненных в виде концентрических полых сфер с множеством отверстий в виде двухсторонних усеченных конусов.

Теплогенератор работает следующим образом: благодаря созданию циклических электрогидроударных волн давления, жидкость в емкости в виде тора, приходит во вращение, возникает интенсивная кавитация, в результате этого она нагревается. По радиальным трубкам горячая вода устремляется в центр тора, откуда поступает в специальную емкость и далее используется для отопления или горячего водоснабжения.

Существующие аналоги имеют ряд недостатков, которых нет в разрабатываемом теплогенераторе. По сравнению с газовыми котлами кавитационный теплогенератор обладает рядом преимуществ: он безопасен, экологичен и перспективен. Установка работает от электричества и позволяет получать самую дешевую на сегодня тепловую энергию. С помощью электрогидроударного кавитационного нагревателя можно разогревать любые жидкости. При разогреве воды с помощью электрогидроударного кавитационного теплогенератора накипь не образуется. Нагреватель является автономным тепловым агрегатом.

УДК 621.313

УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Д.С. ДИХТЕНКО, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема, изменения скорости движения элементов различных машин и механизмов с целью экономии электроэнергии решается путем применения регулируемых электроприводов. Их использование позволяет существенно снизить потребление электроэнергии и одновременно улучшить условия работы и продлить срок службы двигателей и механизмов благодаря исключению динамических ударов и ограничению тока в обмотках.

Устройства плавного пуска широко используется в холодильном оборудовании, кондиционерах, системах управления насосами, ленточными конвейерами и многих других применениях. За счёт двухфазного управления на протяжении всего разгона ток во всех трёх фазах поддерживается на уровне минимальных значений. Благодаря непрерывному действию напряжения здесь не возникают неизбежные, например, для пускателей типа «звезда–треугольник» пиковые токи и моменты. Применение этих устройств снижает нагрузку на сеть электропитания.

Экспериментально исследована возможность применения данных устройств, в программе MATLAB Simulink. Полученные данные позволяют определить дальнейшее направление в работе. Построение математической модели. Выбор способа управления, с целью снижения потребляемой энергии.

УДК 621.311.25

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МИНИ-ТЭЦ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.С. ЕГОРОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

Мини-ТЭЦ — это электростанции с комбинированным производством электричества и тепловой энергии. Основные преимущества мини-ТЭЦ - близость к потребителям тепловой энергии и низкая себестоимость вырабатываемой электроэнергии, тепла и холода.

На сегодняшний день проблемы энергосбережения и энергоэффективности являются наиболее актуальными в мировой энергетике.

Целью данной работы является исследование путей повышения эффективности совместного производства тепловой и электрической энергий и снижению потребления топливно-энергетических ресурсов на мини-ТЭЦ промышленных предприятий.

Решение проблемы энергосбережения мини-ТЭЦ планируется получить следующими методами:

- анализом электрических и тепловых нагрузок предприятий и гармонизация их с режимами энергопроизводства;
- обеспечение режимов энергопотребления по теплу и электроэнергии близкие к графику номинального энергопотребления;
- применением автоматизированной системы контроля и управления мини-ТЭЦ;
- внедрением энергоэффективного оборудования на мини-ТЭЦ.

Таким образом, планируется провести анализ энергосберегающих мероприятий режимов работы мини-ТЭЦ промышленных предприятий для достижения наибольшей эффективности функционирования мини-ТЭЦ.

УДК 621.311.4

ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

А.Р. ИСМАГИЛОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Л.В. ФЕТИСОВ

В настоящее время большое внимание уделяется защите электроприемников от плохого качества электроэнергии в быту. Отклонения в параметрах питающего напряжения являются наиболее частой причиной выхода из строя бытовых электроприборов или их работы в нештатных режимах. Защита электроприемников невозможна без контроля качества параметров электрической энергии, таких как скачки напряжения и колебания частоты.

Целью работы является анализ параметров электрической энергии, в большей степени влияющих на работу потребителей, а также поиск решений по созданию эффективных систем бесперебойной подачи электрической энергии к потребителям при отключении централизованного электроснабжения.

Система бесперебойного питания состоит из анализатора качества электроэнергии, автомата выбора линии, альтернативного источника электрической энергии.

Анализаторы качества электроэнергии позволяют всесторонне проанализировать события в сети, произвести анализ тенденций и оценить соответствие «качества услуг» требованиям класса А за периоды времени, определенные пользователем.

Автомат выбора линии гарантирует бесперебойную работу нагрузки, которую питают два независимых источника, имеет ключи автоматического или ручного переключения нагрузки между двумя независимыми источниками энергии, не прерывая питания. В случае отказа одного источника переход на другой происходит автоматически и мгновенно.

После возобновления подачи электроэнергии автомат выбора линии осуществляет переключение на систему централизованного электроснабжения.

Использование альтернативных источников электрической энергии, таких как ветрогенераторы, солнечные батареи, бензо- и дизель генераторы обеспечивает питание электроприемников и позволяет оптимизировать расходы на электрическую энергию.

УДК 620.9

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ С УЧЁТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЁМА ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ

В.Н. КАПИТОВА, КГЭУ, г. Казань

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

Планирование электропотребления является одной из первоочередных задач для уменьшения затрат на энергоресурсы. Прогноз потребления является опорным показателем для последующего планирования балансов электроэнергии, мощности, а также расчетов электрических режимов. Необходимость точного планирования обусловлена технологическими и экономическими причинами. Точные расчеты ожидаемого потребления обеспечивают оптимальное планирование режимов, в первую очередь оптимальное распределение нагрузок между потребителями, способствуют осуществлению экономически целесообразных операций по покупке электроэнергии. Следовательно, проблема энергосбережения становится одной из центральных для российской экономики, стремящейся к прибыльности и эффективности. Одним из важных этапов процесса энергосбережения является планирование электропотребления, в связи с чем, необходимы обоснованные прогнозы потребления энергии. Важно правильно определить, значения, потребляемой мощности для заданных объемов производства при существующей технологии, перестраивающейся под требования рынка. Соответственно, становятся актуальными планирование и определение параметров электропотребления в различные интервалы времени для эффективного управления расходом электроэнергии на предприятиях.

Систематизация и анализ существующих методик планирования потребления электроэнергии применительно к условиям рыночных отношений и создание обоснованных приемов расчета, позволят предприятиям делать заключение о таких важных показателях, как: расход электроэнергии, стоимость продукции и прибыль. Таким образом, имеется противоречие, заключающееся в том, что, несмотря на актуальность и практическую значимость рассматриваемого вопроса, отсутствуют достоверные методики текущей оценки электропотребления, учитывающие влияние рыночных условий на работу предприятий с непрерывной технологией производства.

Указанное противоречие определило проблему обоснования методов планирования потребления электроэнергии и нормирования потерь электроэнергии при изменяющемся выпуске товарной продукции.

УДК 620.9

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМА ПРОДУКЦИИ

Е.А. МИНЬКИНА, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема мощности является одним из исходных пунктом планирования производственной программы предприятия. С каждым годом путем внедрения вычислительной техники становятся все более актуальными планирование и определение параметров электропотребления в различные интервалы времени для эффективного управления расходом электроэнергии на предприятиях.

В планировании производственно-хозяйственной деятельности среди экономико-математических методов широко используют математическую модель, которая позволяет на основе оптимизационных расчетов с использованием программного обеспечения Matlab выбрать наиболее приемлемые варианты планов по различным заданным критериям.

Планирование математической модели позволяет решить проблему долгосрочного прогнозирования потребления энергоресурсов. Несложный в использовании модельный инструментарий дает возможность уже на этапе расчета уровней потребления энергии предусмотреть ограничения размещения потребителей по условию энергообеспечения, выявить временной период возникновения этой проблемы.

Модель производства позволяет также оценить перспективный диапазон неопределенности потребления и уменьшить его с учетом вероятности прогноза развития отдельных потребителей. Пример использования модели для прогноза перспективных уровней потребления электроэнергии показал, что при прогнозировании предприятия необходимо предусмотреть опережающее развитие электро- и теплоэнергетики.

Внедрение этого метода позволяет, в частности, электросбытовым организациям энергосистем получать объективную информацию о доле постоянной составляющей электропотребления на предприятиях, а предприятиям — количественно оценивать эффективность мероприятий,

направленных на снижение этой составляющей. Таким образом, разработан пакет программ для анализа планирования электропотребления предприятия, управляемый с помощью системы меню для облегчения работы с ним. Он может быть применен на любых предприятиях для нормирования и анализа расходования различных энергоресурсов.

УДК 620.9:697

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ ТЕПЛОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕСУРСА НА ОБЪЕКТАХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

М.А. МОРОЗОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Усиление роли энергосбережения во всех областях экономики, в том числе и в жилищно-коммунальном хозяйстве, связано с объективной тенденцией повсеместного увеличения спроса на энергетические ресурсы при их недостатке и неэффективном использовании, а также постоянным ростом стоимости энергоносителей.

В жилищно-коммунальном хозяйстве на протяжении последних десятилетий поддерживается постоянный рост цен на тепловые энергоресурсы.

Важнейшей задачей проводимой в нашей стране реформы жилищно-коммунального хозяйства является проведение действенной политики энергосбережения как со стороны жилищно-коммунальных предприятий, так и со стороны потребителей.

Разработка мероприятий по энергосбережению тепловых ресурсов на конкретном объекте жилищно-коммунальном хозяйстве включают в себя:

- проведение энергетического аудита;
- установка приборов учета энергоресурсов;
- применение энергосберегающих технологий;
- применение альтернативных источников энергии;
- применение индивидуальных тепловых пунктов (ИТП);
- теплоизоляция внутренних трубопроводов систем отопления в неотапливаемых подвалах и на чердаках;
- оптимизация работы вентиляционных систем;
- установка автоматического регулирования приточных камер системы вентиляции в зависимости от температуры наружного воздуха;

- утилизация теплоты вентиляционных выбросов (рециркуляция, теплообменники-утилизаторы);

- внедрение централизованной системы кондиционирования.

Данные мероприятия позволят снизить существующие затраты на тепловые энергоресурсы.

УДК 621.313

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Л.Р. МУХАММАДИЕВА, КГЭУ, г. Казань

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

Преобразователи частоты предназначены для управления скоростью вращения трехфазных асинхронных двигателей, обеспечивающих плавный пуск, остановку и защиту электродвигателя. Сегодня нельзя найти отрасль, где не применялись бы частотно-регулируемые электроприводы с приводными асинхронными двигателями. Большинство производственных машин и механизмов общепромышленного применения (насосы, вентиляторы, конвейеры, компрессоры и т.п.) требуют относительно небольшого диапазона и невысокой точности регулирования скорости, относительно низкого быстродействия.

Функциональные возможности современного частотного преобразователя по мере их важности:

- работа при нестабильном питании;
- исключение работы на резонансных частотах;
- средства последовательной связи;
- автоматическая настройка;
- принцип управления - скалярное или векторное управление.

Последнее поколение частотных преобразователей имеют функциональную возможность выбирать различные комбинации настроек для нескольких режимов работы одного и того же двигателя или для нескольких двигателей, имеющих различные технические параметры.

Современные частотные преобразователи сочетают в себе уникальные качества, высокий технический уровень и надежность. На базе частотных преобразователей можно создавать гибкие системы электропривода и регулирования технологических параметров. Преобразователи легко встраиваются в существующие системы практически без останова управляемого технологического процесса, легко

модифицируются и адаптируются в соответствии со всеми аспектами их применения. Широкий диапазон мощностей и различные варианты систем управления позволяют подобрать решение для многих задач управления.

УДК 621.311

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

А.А. НАСЫБУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань

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

Ограниченность природных ресурсов в эпоху глобализации мировой экономики поставила перед человечеством задачу разработки ресурсосберегающих технологий. Аккумуляция энергии играет все возрастающую роль в мировой энергетике и позволяет увеличить КПД использования природных энергоресурсов.

В настоящее время одним из перспективных способов аккумуляции энергии является тепловое аккумуляция с использованием скрытой теплоты фазового перехода «твердое тело - жидкость» неорганических, органических соединений и эвтектических композиций. Большое значение приобретает поиск и разработка новых энергоёмких фазопереходных теплоаккумулирующих материалов на основе многокомпонентных солевых систем. Тепловое аккумуляция (ТА) является важной и неотъемлемой составной частью стабилизации рабочего режима тепловых сетей, позволяющей регулировать в оптимальных пределах неравномерность, как поступления энергии, так и её потребления.

Одним из важнейших направлений исследований многокомпонентных систем является получение низкоплавких сплавов и оценка целесообразности их использования в качестве фазопереходных теплоаккумулирующих материалов.

Анализ имеющихся в литературе сведений о фазовых диаграммах, термодинамических и теплофизических свойствах хлоридов и нитратов щелочных и щелочноземельных металлов, позволяет сделать вывод об их перспективности в качестве фазопереходных теплоаккумулирующих материалов.

Целью нашей работы является исследование теплоаккумулирующих систем с использованием фазопереходных материалов для аккумуляции солнечной энергии, впоследствии, предложение более

эффективного метода с экономической точки зрения и точки зрения производительности.

УДК 681.3:620.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Т.П. ТЕЛИЦЫН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Г.В. ВАГАПОВ

С постоянным ростом степени автоматизации производства, внедрением новых машин и механизмов, остро встает проблема питания оборудования, чувствительного к качеству напряжения. Проблема низкого качества электроэнергии может приводить к значительным убыткам, связанными с отказами и сбоями в работе технологического оборудования и как следствие, снижением объемов выпуска продукции, а также выходом оборудования из строя.

Наличие большого количества современного программного обеспечения (ПО) в области компьютерного моделирования позволяет создать эффективную информационно-методическую среду для анализа показателей качества электрической энергии (ПКЭ). Исследование данного вопроса требует создания базы данных, обеспечивающей детальное изучение влияния на качество электроэнергии, как отдельных потребителей, так и всей системы электропотребления промышленного предприятия в целом.

Выбор программного обеспечения для проведения анализа ПКЭ является важнейшим этапом для определения степени влияния, поставщика и потребителей, на это качество в отдельности.

В результате исследования был выбран интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем (Simulink), который является приложением к пакету прикладных программ MATLAB.

УДК 620.9:621.311

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.Д. УСАЧЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема энергосбережения одна из актуальных проблем на современном этапе развития энергетики. Одновременно наблюдается повышение износа оборудования как в энергосистеме, так и в системах электроснабжения отдельных промышленных предприятий.

Широкое внедрение современных информационных технологий в производстве, применение цифровых приборов контроля и учета в системе электроснабжения, а также развитие программного обеспечения с формированием базы данных позволяет создать эффективную информационно-методическую среду для планирования и контроля потребления энергии. Исследование вопросов энергосбережения требует создания базы данных, обеспечивающих детальное изучение как отдельных видов потребителей так и всей системы электропотребления промышленных предприятий в целом.

Выбор программного обеспечения для проведения энергосберегающих исследований является необходимым этапом для получения достоверной полноценной картины расхода энергии на предприятиях. Каждое программное обеспечение имеет свои преимущества и недостатки, исходя из которых, должен производиться выбор для каждого предприятия в отдельности.

Составление математической модели производства предприятия позволяет в дальнейшем оценить динамику работы всего оборудования. С помощью программ компьютерного моделирования такие модели могут быть протестированы, а их результаты сравниваются с измерениями реального объекта для того, чтобы оценить их точность и адекватность.

Выбор осуществлен в пользу программного обеспечения Matlab по причине присутствия высокопроизводительного матричного процессора, разнообразных библиотек стандартных блоков, благодаря которым можно без больших затрат времени произвести моделирование абсолютно любого электро-технического процесса.

УДК 621.36

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧАХ

Р.Н. ХАЙРУТДИНОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.Е. СИДОРОВ

Из анализа потерь при эксплуатации электрических печей в промышленности и способов экономии в них следует, что наиболее актуальным и экономически обоснованным мероприятием по энергосбережению является применение автоматического регулирования температуры электрических печей. При этом происходит снижение расхода электроэнергии на выработку тепла до 25 %.

На данном этапе целесообразно сформировать модель автоматической системы управления температурного режима электрической печи, оценить экономические выгоды, а также исследовать процесс автоматического регулирования температуры печи, с целью получения статистических данных.

Для решения сформулированной задачи необходимо провести экспериментальное исследование модели температурного режима и определить на основе полученных данных пути проведения модернизации.

УДК 621.311

АКТУАЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Д.В. ХАТАНОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Н.В. РОЖЕНЦОВА

Автоматизации объектов распределительных сетей отводится ведущая роль в повышении эффективности функционирования и управления всего сетевого технологического комплекса, обеспечении требуемых качественных показателей электроэнергии, улучшении обслуживания участников рынка электроэнергии, снижении ущерба и сокращении срока ликвидации аварий, обеспечении безопасности электрических сетей, повышения их энергоэффективности и создания условий для энергосбережения.

Комплексная автоматизация, охватывающая все объекты распределительной сетевой компании (РСК) – от питающих центров до отходящих фидеров потребителей, позволяет осуществить переход от традиционных сетей с прямым локальным управлением к интеллектуальным распределительным сетям высокой степени автоматизации.

При этом решаются следующие задачи: повышение наблюдаемости сетевых объектов РСК средствами телемеханики и системами технологического управления и мониторинга текущего состояния оборудования и режимов его работы, позволяющими эффективно отслеживать состояние сети в реальном времени; минимизация потерь и повышение эффективности функционирования и управления всего комплекса сетей РСК; обеспечение требуемых качественных показателей электроэнергии и уровня обслуживания участников рынка при решении задач распределения энергии; повышение безопасности энергообъектов, снижение ущерба от аварий, сокращение сроков ликвидации аварий; обеспечение эффективного взаимодействия организаций, участвующих в управлении электрическими сетями; создание условий для энергосбережения.

УДК 621.3: 614 – 31.2 - 23

ЭКРАНИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ

В.В. ШИПИЛОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Одним из основных методов защиты оборудования от паразитных электромагнитных процессов является экранирование.

Экранирование является конструкторским средством ослабления электромагнитного поля помех в пределах определенного пространства и предназначено для повышения помехозащищенности и обеспечения электромагнитной совместимости. Экраны применяются как для отдельных элементов, функциональных узлов, блоков аппаратуры, так и для радиоэлектронных устройств в целом, которые могут быть либо источниками, либо рецепторами помех.

Для проведения исследования различных материалов, на предмет их сопротивляемости паразитным электромагнитным помехам, необходим аппарат для производства электрических токов высокой частоты и потенциала, создающий электромагнитное поле высокой напряженности.

Методом проверки видов защиты на степень их сопротивления внешнему электромагнитному воздействию будет являться непосредственное создание управляемого электромагнитного воздействия и замер параметров токов и напряжения, при которых материал не будет справляться с этим воздействием.

В ходе данной работы будет сконструирована лабораторная установка, позволяющая внедрить в учебный процесс практические испытания оборудования по тематике: «Сопротивляемость различных материалов электромагнитному полю высокой частоты».

УДК 621.313

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СНИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Э.А. ЮНУСОВ, КГЭУ, г. Казань

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

В ходе исследования проблематики, связанной с рассмотрением существующих потерь в трехфазном асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором, был проведен анализ всех видов потерь. В результате был выявлен тот факт, что мероприятия по снижению именно электрических потерь являются наиболее оптимальными и эффективными. Ключевым моментом в проведении данных мероприятий является нетрадиционность метода. Предлагается использовать дополнительные обмотки с емкостным элементом для компенсации реактивной составляющей индуктивного характера, которая обусловлена самими обмотками. Снижение реактивно-индуктивной составляющей позволит улучшить $\cos\varphi$ двигателя. Предполагаемые изменения в конструкции электродвигателя подразумевают более глубокий и тщательный анализ схемы замещения и её основных элементов.

Проведение данного этапа исследовательской работы предполагает моделирование процесса работы электродвигателя с внесенными конструктивными модификациями и получение статистических данных на основе схемы замещения двигателя.

Выполнение процесса экспериментального моделирования будет реализовано благодаря использованию пакета прикладных программ в вычислительной среде MatLab и включает в себя три стадии:

- создание виртуальной модели схемы замещения без внесения конструктивных изменений;
- преобразование исходной схемы замещения, путем внедрения дополнительных элементов;
- обработка и сравнение полученных статистических данных, обоснование полученного результата.

УДК 621.311

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ПОДЗЕМНОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Д.И. ЮСУПОВА, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. О.Ю. МАРКИН

Проблема энергосбережения в последние годы приобрела особую актуальность. Самый лучший способ экономии электроэнергии - использование энергии солнца. В среднем по году поток солнечного излучения на земную поверхность составляет от 100 до 250 Вт/м². В последние годы широкое распространение получили установки подземного аккумулирования тепла и холода в водоносных пластах. Подземное аккумулирование тепловой энергии позволяет реализовать летнее охлаждение с помощью зимнего холода, а зимний подогрев - с помощью летнего тепла. Такие установки позволяют сэкономить порядка 50-75 % эксплуатационных затрат на тепло- и холодоснабжение по сравнению с традиционными установками (отопительными котлами и холодильными машинами). Учитывая особенности климата и актуальность вопросов энергосбережения, технология подземного аккумулирования тепловой энергии в водоносных слоях может представлять интерес и найти возможное применение в большом числе российских регионов. Зимой холод имеется в изобилии, тогда как летом в наличии «бесплатное» тепло. Сезонное аккумулирование энергии - решение, позволяющее справиться с проблемой несинхронного спроса и предложения тепла и холода. Для тепло- и холодоснабжения зданий и сооружений требуется большое количество тепла и холода и, следовательно, большие объемы для аккумулирования. Подземные водоносные пласты могут быть средой, подходящей для долгосрочного аккумулирования тепла и холода. Система подземного аккумулирования энергии состоит из двух скважин, через которые откачивается или закачивается вода из водоносного слоя, являющегося

аккумулирующей средой. Одна скважина используется для аккумуляции тепла, другая - холода. Скважины находятся на расстоянии нескольких десятков метров друг от друга, исключая взаимное влияние теплого и холодного «колоколов» и наземно соединены между собой трубопроводом с включенным туда теплообменником. Аккумуляция тепловой энергии в подземных водоносных пластах - это новая нетрадиционная энергосберегающая технология для тепло- и холодоснабжения.

УДК 620.9:621.365

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ЭЛЕКТРООБОГРЕВЕ

А.Р. ИМАМИЕВ, КГЭУ, г. Казань

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

В промышленности установилась устойчивая тенденция перехода к энергосберегающим технологиям. Одной из мер по внедрению новых технологий в промышленности стало переход от парового обогрева к электрообогреву. Системы электрообогрева получили широкое распространение и технология этих систем активно развивается.

Экономическая эффективность электрообогрева связана в первую очередь с тем, что в такой системе горячим элементом является только греющий кабель. Различные типы греющих кабелей позволяют поддерживать температуру в диапазоне от +5 до +1000 °С. Подбор кабелей осуществляется на основании расчета теплопотерь рассматриваемого объекта с учетом типа и толщины теплоизоляции, при самых критических заданных условиях (например, температура окружающей среды порядка -40 °С и ниже). Тип кабеля подбирается таким образом, чтобы компенсировать возможные теплопотери. Из этого складывается высокая экономичность электрообогрева объектов греющими кабелями. Таким образом, потери на подвод энергии к теплоспутнику сведены к минимуму. Чтобы дополнительно сократить расход электроэнергии и уменьшить пусковые токи нужно использовать хорошую теплоизоляцию (на заводах самой распространенной теплоизоляцией остается стекловата), которая в разы уменьшит потребление электроэнергии.

Главным преимуществом эффективности системы обогрева является срок службы. По данному параметру электрообогрев имеет преимущество по сравнению с паровым обогревом. Так, срок службы систем электрообогрева

составляет не менее 30 лет, тогда как срок службы паробогрева, как правило, не превышает 10 лет. Кроме того, увеличивается срок службы теплоизоляции.

Проведение исследования эффективности электрообогрева проводится на лабораторной установке, которая позволяет провести измерения процессов протекающих в греющем кабеле при различных условиях. Установка включает в себя отрезок тестовой трубы, на которой закреплен греющий кабель, накрытый теплоизоляцией. Установка управляется контроллером с датчиком размещенным под теплоизоляцию на трубе.

Решение проблемы энергосбережения в промышленном электрообогреве не ограничимся использованием только саморегулируемых греющих кабелей, эту проблему целесообразно решать в комплексе: с трубопроводом из более теплопроводного материала, теплоизоляцией с наименьшими потерями тепла и т.д.

УДК 620.179.14

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИНДЕНТОРНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРУПНОГАБАРИТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Р. ЯСАФОВА, Г.В. ДМИТРИЕВ, И.Г. ХУСНУТДИНОВА, филиал
УГНТУ в г. Салавате, г. Салават
Науч. рук. д-р техн. наук, проф. М.Г. БАШИРОВ

В настоящее время для оценки предельного состояния металла оборудования нефтегазовых производств применяются различные методы неразрушающего контроля. Все методы имеют как неоспоримые достоинства, так и недостатки, ограничивающие области их практического применения. С точки зрения экспресс-оценки состояния металлических конструкций в производственных условиях наибольший интерес представляют метод вихревых токов и инденторный метод. Метод вихревых токов позволяет бесконтактно считывать информацию об изменениях электрофизических параметров материала под воздействием механических нагрузок. Достоинством инденторного метода является то, что в процессе испытания в зоне вдавливания шарового индентора возникает пластическая деформация материала, это позволяет получить комплексную информацию о напряженно-деформированном состоянии исследуемой конструкции. Одним из приборов для определения напряженно–деформированного состояния металла является

электромагнитный индукторный датчик. Электромагнитное поле, создаваемое возбуждающей катушкой преобразователя, наводит в контролируемом объекте вихревые токи. Поле рассеяния вихревых токов наводит в измерительной катушке преобразователя вносимую электродвижущую силу. Изменения параметров измерительной катушки, вызванные изменением температуры окружающей среды и другими внешними помехами, компенсируются изменениями параметров компенсационной катушки. Магнитный поток, создаваемый возбуждающей катушкой, замыкается по магнитной цепи: контролируемое изделие - ферритовый корпус. В компенсационной катушке наводится ЭДС, определяемая только магнитным потоком, циркулирующим в магнитной цепи. При дифференциальном соединении измерительной и компенсационной катушек, результирующий выходной сигнал определяется лишь магнитным полем вихревых токов и однозначно связан с электрофизическими параметрами материала изделия в зоне контроля.

Литература

1 Патент РФ на полезную модель 76459, МПК G 01 N 3/30. Электромагнитный индукторный датчик / В.С. Ишмухаметов, И.Р. Кузеев, М.Г. Баширов, Э.М. Баширова (РФ). 2007108607; Заявлено 07.03.2007; Оpubл. 20.09.2008. Бюл. 20.

СЕКЦИЯ 10. ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЯ НА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ V64.3A

Р.Р. АБДУЛХАКИМОВА, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

Как известно, газотурбинные установки получили в настоящее время признание в энергетике, как полностью освоенное, энергоэффективное оборудование.

Малый удельный вес, компактность, простота транспортировки и легкость монтажа являются одними из основных достоинств газотурбинных

установок, наиболее привлекательным с точки зрения их использования при высоких эксплуатационных технико-экономических показателях.

К преимуществам ГТУ также относятся короткие сроки строительства, повышение надежности тепло и электро-снабжения потребителей, минимальные объемы вредных выбросов в окружающую среду, снижение инерционности теплового регулирования и потерь в тепловых сетях, относительно сетей подключенных к крупным РТС и ТЭЦ. Но на этапе проектирования парогазовых установок возникает необходимость в создании программ и решением этих задач являются применение математических моделей.

Данная работа заключается в изучение двигателя и создания ее математической модели. Математическая модель двигателя, лежащая в основе программного комплекса ГРЭТ, позволяет выполнять расчеты газотурбинных двигателей любых реальных схем. Программа включает в себя набор основных модулей узлов (МУ) компоновка которых в заданной последовательности позволяет описать различные конструктивные решения. Модули узлов, входящие в математическую модель, могут обеспечивать проведение термогазодинамического расчета соответствующего узла двигателя с разной степенью детализации.

В данной работе было проведено математическое моделирование газовой турбины Siemens V64.3A. В нем приводится описание краткого алгоритма расчетов, структуры и состава входных и выходных данных модулей узлов (МУ), а также других данных, касающихся двигателя (установки) в целом. В результате проведения математических исследований на программном комплексе ГРЭТ, мы получили более точные параметры двигателя V64.3A.

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ НК-37 ТЭЦ-1

А.В. БАСТРИКОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

Исследуемый двигатель НК-37 является модификацией НК-36СТ и имеет параметры, не уступающие лучшим мировым образцам. Данный двигатель может использоваться в парогазовых установках, установках на плавучей платформе, а также в качестве привода воздушных компрессоров в металлургической промышленности.

Автоматическая система запуска, высокая предпусковая готовность, возможность работы в автоматическом режиме позволяют использовать энергетические установки с двигателем НК-37 как в обычном режиме выработки энергии, так и компенсационных пиковых нагрузках в аварийных ситуациях.

Заводом изготовителем указываются обычно только основные технические параметры двигателя, это – мощность, расход топлива, температура в камере сгорания, КПД, которые рассчитаны при номинальной нагрузке. Но как правило, двигатель работает на переменных нагрузках, и эти режимы работы не указываются изготовителем.

Целью работы является исследование всех основных параметров двигателя при различных нагрузках, при работе на различных видах топлива, при изменении климатических условий эксплуатации и других условиях работы, путем составления математической модели двигателя в программном комплексе АС ГРАД. Этот комплекс позволяет выполнить все необходимые расчеты, Расчет характеристик: (дрессельные, высотно-скоростные, климатические, ходовые и пр.) на установившихся режимах; различные характеристики на переходных режимах работы, включая приемистость, встречную приемистость, сброс и встречный сброс оборотов, а также запуск двигателя и другие расчеты.

УДК 621.438

ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЕ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫЕ УСТАНОВКИ НА НИЗКОКИПЯЩИХ РАБОЧИХ ТЕЛАХ

А.М. ГАФУРОВ, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. Б.М. ОСИПОВ

Высокая эффективность этих установок обусловлена использованием в качестве рабочего тела в тепловом контуре не водяного пара, а пентана.

Технология использования сбросной теплоты газотурбинных установок на основе парогазовых установок, где реализуется два рабочих цикла – газовый Брайтона и пароводяной Ренкина, достаточно хорошо разработана и нашла широчайшее применение при выработке электроэнергии в большой энергетике.

В основе работы установки – органический цикл Ренкина. В отличие от классического цикла Ренкина, где в качестве рабочего тела используется пар, здесь применяется органический газ.

Таким образом, для энергетических установок, утилизирующих низкопотенциальную энергию, применяют низкокипящие рабочие тела (НРТ), которые имеют достаточно высокие давления насыщенных паров при низких температурах, и поэтому давно привлекают внимание разработчиков в различных областях энергетики и, в частности, в геотермальной энергетике. В качестве НРТ применяют фреоны, водный раствор аммиака, пентан, изопентан, бутан, изобутан и др. Аналогами газовых турбин применяемых в контурах с НРТ являются турбодетандерные установки, предназначенные для охлаждения газа при его расширении с совершением внешней работы.

Создание теплоутилизирующих энергетических установок, использующих сбросную теплоту камер сгораний, решает ряд важных задач, прежде всего в проблеме энергосбережения. Такие установки позволяют без затрат дополнительного топлива полностью обеспечить дешевой электроэнергией для собственных технологических нужд (от 1 до 5 МВт), а также производить электроэнергию на продажу во внешнюю сеть. Кроме того, утилизация сбросной низкопотенциальной энергии позволяет уменьшить уровень теплового загрязнения окружающей среды.

УДК 621.438

РАСЧЕТ ВЫГОРАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

А.А. ГИРФАНОВ, Р.В. БУСКИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.Б. ШИГАПОВ

Сгорание частиц твердого топлива проводился тремя независимыми методами: а) приведенной пленки; б) по формулам, рекомендованными В.И. Бабием и Ю.Ф. Куваевым; в) по соотношениям Е.А. Бойко. Результаты расчетов представлены в виде обобщенных графиков. Сопоставление результатов расчетов между собой стало возможным благодаря обобщению кинетических свойств по степени метаморфизма углей различного месторождения. Расчеты проводились применительно к тощим углям Кузнецкого месторождения, используемом на Казанской ТЭЦ-2.

При реализации метода приведенной пленки коэффициенты диффузий индивидуальных веществ рассчитывались по молекулярно-кинетической теории газов Чепмена–Энскога с использованием аппроксимаций интегралов столкновений, предложенных авторами. Толщина приведенной пленки определялась по формулам для обобщенных

коэффициентов диффузий Фреслинга, В.И. Бабия и Д.Н. Вырубова. Правомерность использования указанных формул выполнена авторами численными исследованиями. Рассчитывалась диффузия в многокомпонентных газовых смесях, состоящих из O_2 , CO_2 , CO , N_2 . по формулам Сазерленда–Косова.

При расчете коэффициентов диффузий индивидуальных веществ концентрация кислорода вне границ приведенной пленки рассчитывалась с учетом расходования ее на процессы горения, а также разбавления топливоздушнoй смеси с образовавшимися продуктами сгорания. Часто последнее обстоятельство не учитывается в расчетах горения пылеугольных частиц. Реальное снижение концентрации кислорода больше, это приводит к замедлению процесса выгорания частиц.

Деструктивное разложение и выгорание летучих рассчитывались по рекомендациям и с использованием результатов исследований Е.А. Бойко. Учитывалась кинетика разложения и выгорания компонентов: H_2 , CO , CH_4 , синтетических смол общей формулы $C_6H_4(OH)_2$.

С целью использования формализованных расчетных соотношений физхимии, рабочая масса топлива записывалась в виде условной формулы содержания химических элементов. Для обобщения расчета коэффициентов диффузий эквивалентную формулу лучше записать на беззольную массу.

УДК 536.3:621.181

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ТОПКАХ КОТЛОВ

А.А. ГИРФАНОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. А.Б. ШИГАПОВ

В качестве топлива выбран тощий уголь Кузнецкого бассейна следующего состава рабочей массы: $C=10,2$; $H=3,0$; $N=1,7$; $O=3,0$; $S=0,5$; влажностью $W=7,0$; зольностью $A=14,6$ % по массе. Размеры топки выбраны равными $5 \times 10 \times 36$ м, количество расчетных сеток – 6, 12 и 50 по глубине, ширине и высоте, отсчет нумераций точек в поперечных сечениях приведены на рис. 1а.

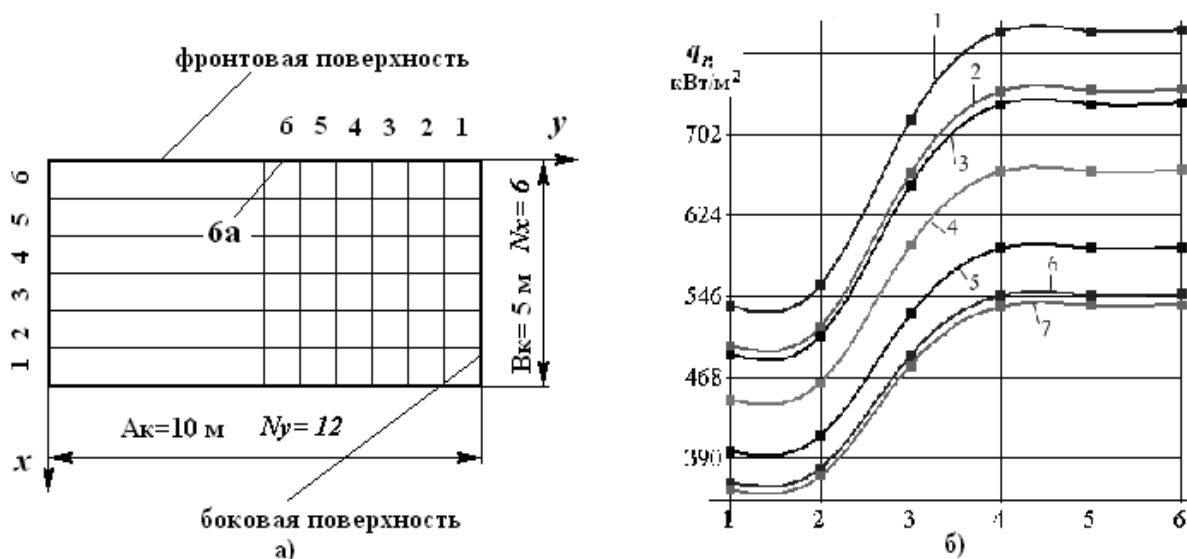


Рис. 1: а) – расчетная сетка в сечениях топки; б) – распределение q_r по ширине экранных поверхностей на высотах топки: 1– 12; 2– 16; 3– 8; 4– 20; 5– 24; 6– 28; 7–32 м

Радиационные тепловые потоки q_r определены в средних точках ячеек сеток, например в точке б а фронтальной поверхности. Размеры расчетных сеток по осям x и y равны 0,833 м, существенно больше толщины относительно холодного пристенного слоя, принятой в подавляющей части расчетов, равной $\delta_{\text{пс}} = 0,5 \text{ м}$. С целью сокращения машинного времени расчеты выполнялись при ограничении верхнего предела длин волн 10 мкм.

Радиационные тепловые потоки крайне неравномерны по ширине и по высоте экранных поверхностей, это оказывает отрицательное влияние на устойчивость процессов парообразования в трубных системах. Особенно в неблагоприятных условиях находятся экранные трубки вблизи угловых зон, опасность возникновения аномальных режимов в них наиболее вероятна.

УДК 621.438

ВНЕДРЕНИЕ ТУРБОКОМПРЕССОРНЫХ ТЕПЛОАСОСНЫХ УСТАНОВОК В ТЕПЛОВУЮ СХЕМУ ТЭС

Д.Д. ЗАРИПОВ, КГЭУ, г. Казань

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

Проблема обеспечения растущих потребностей в топливно-энергетических ресурсах включает комплекс задач по поиску и разработке альтернативных источников энергии и внедрению рациональных способов сокращения расхода топлива. Одним из эффективных мероприятий по

экономии топлива и воды, а также по защите окружающей среды, представляется широкое использование теплонаносных установок (ТНУ), преобразующих природную низкопотенциальную теплоту (НПТ) и тепловые отходы (например, выбрасываемая теплота от градирен, дымовые газы и т.д.) в теплоту более высокой температурой, пригодную, в частности, для теплоснабжения. На ТЭС и котельных, эксергия топлива преобразуется в эксергию продуктов сгорания, которая используется для получения электроэнергии и передается другим энергоносителям (воде, водяному пару). В традиционных системах теплоснабжения для получения новых количеств эксергии потребляется новые количества первичных энергоресурсов. В ТНУ значительная часть значительная часть (70-80 %) эксергии преобразуется из НПТ (в особенности тепловые отходы ТЭС) с затратой некоторой доли (20-30 %) первичной эксергии. Таким образом, имеется большой потенциал внедрения ТНУ в ТЭС, в качестве альтернативного источника теплоснабжения. Но климатические условия нашей страны условия нашей страны заставляют нас в некоторых случаях отказаться от разработок базовых ТНУ. Это связано с тем, что базовые ТНУ имеют склонность к снижению коэффициента преобразования при увеличении тепловой нагрузки, также в них сложно утилизировать тепловые отходы с большим расходом, а ТЭС в большинстве случаев имеют такие потоки. Поэтому предлагается использовать турбокомпрессорные теплонаносные установки (ТТНУ), работающий по циклу Лоренца, в котором можно получить коэффициент преобразования 2,5-3,2 и греющую температуру более 300 °С, что и благоприятно в условиях нашего климата. Также для создания ТТНУ можно использовать авиационный двигатель, снятый с летнего ресурса, и на его базе создать ТНУ замкнутого цикла, которая может преобразовать колоссальное количество тепловых отходов от промышленных ТЭС.

УДК 621.438.081

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
ПРИ СОЗДАНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЁРОВ
ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА
ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК**

А.А. КРАСНОВ, ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. канд. техн. наук, доц. А.И. КИСЕЛЕВ

С внедрением компьютерных технологий в повседневную жизнь всё более актуальным становится вопрос об их использовании также в сфере обучения работников электростанций. С другой стороны, нынешняя

тенденция в энергетике, связанная с внедрением современных парогазовых блоков, всё более усугубляет проблему квалификации эксплуатационного персонала.

Преимущества компьютерного тренажёра в данном случае очевидны – простота в использовании, компактность, практически безграничные возможности для моделирования различных внештатных ситуаций и программирования сбоев работы оборудования.

Несмотря на то, что рассматриваемые системы присутствуют на рынке уже несколько лет, до сих пор не выработано определенного стандарта по их разработке и продукция различных организаций имеет сильные отличия, как по внутренней структуре, так и по функциональности. Однако, в той или иной степени, все они основаны на принципах математического моделирования.

В представленных материалах рассматриваются способы и приемы, использованные при моделировании работы ГТУ-110 в составе блока ПГУ-420 Рязанской ГРЭС.

Рассмотрены вопросы, связанные с вводимыми допущениями и приближениями и их влияние на показатели модели.

Также освещаются отдельные моменты, относящиеся непосредственно к построению математических моделей основного оборудования газотурбинной установки.

Обучение эксплуатационного персонала на полноценном тренажёре, точно имитирующем работу основного и вспомогательного оборудования, безусловно, позволит повысить квалификацию эксплуатационного персонала, снизить аварийность и повысить надежность работы всей электростанции в целом.

Литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева – М: Издательство МЭИ, 2002. – 584с., ил.

УДК 621.311

ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ANSYS CFX ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОСЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА

А.С. КРЕМЛЕВ, ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. асс. Е.Ю. ГРИГОРЬЕВ

Точный расчет размеров нагнетателей представляет большие трудности из-за сложной структуры потока в рабочих полостях нагнетателя. Поэтому при проектировании нагнетателей обычно используются данные, полученные при испытании нагнетателей, подобных проектируемым. Однако это допустимо лишь при соблюдении определенных условий - законов подобия.

В настоящее время применяется испытание моделей проектируемых нагнетателей, выполненных в уменьшенном масштабе, с целью проверки проекта и его корректирования. Модели строятся, как правило, с соблюдением условий подобия.

Принципиально иным подходом в проектировании нового вентилятора является проектирование на основе численного моделирования. Постепенное развитие вычислительной газодинамики в сочетании с развитием вычислительной техники позволяет решать серьезные задачи по моделированию аэродинамических процессов в турбоустановках, вентиляторах, компрессорах. С подобными задачами успешно справляется пакет Ansys CFX. Выбор пакета Ansys CFX в качестве средства моделирования связан с тем, что ряд компаний, например «Siemens», используют CFX при проектировании следующего поколения паровых и газовых турбин.

Применение подобных инженерных пакетов позволяет еще на стадии проектирования выявить особенности течения в проектируемом нагнетателе, провести оптимизацию проточной части, импортировать результаты аэродинамического расчета в другие пакеты Ansys (например, ANSYS/Multiphysics) для выявления прочностных особенностей работы соплового аппарата.

Задача по моделированию течения в осевом вентиляторе решалась путем создания геометрии исследуемой модели в Blade Modeler, генерация расчетной сетки – CFX-Mesh, расчет течения – Ansys CFX и поспроцессорная обработка результатов в CFD-Post.

Необходимо отметить, что в целях верификации был выбран к моделированию существующий вентилятор. Результаты расчета показывают достаточно высокую сходимость с заводскими характеристиками.

Литература

1. Berlamri T., P.Garplin etc. CFD analysis of a 15 stage axial compressor. p.1, p.11, 2005, Nevada, USA.

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ГТУ SIEMENS SGT-100

М.Б. КУЗНЕЦОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

В наше время газотурбинные установки применяются в самых различных областях жизнедеятельности – одной из таких областей является использование их в паре с насосным оборудованием большой мощности в качестве механического привода. Область применения двигателей внутреннего сгорания ограничена их мощностью, а использование электродвигателей экономически менее целесообразно в связи с множественными преобразованиями энергии из механической в электрическую и обратно. Более уместным в данной ситуации будет использование ГТУ малой мощности в качестве механического привода насоса.

В данной работе исследуется газотурбинная установка фирмы Siemens SGT-100 и её модификации, а также возможность работы данной установки в качестве привода различных типов насосов (жидкостных, фекальных и др.).

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВОДА РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГТУ

Г.Е. МАРЬИН, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

В последние годы газотурбинные установки с впрыском пара получают все более широкое применение как энергетические установки

средней и большой мощности. В парогазовых установках с впрыском пара в воздушный или газовый тракт энергетической газотурбинной установки используются продукты сгорания топлива и пароводяное рабочее тело, которые в виде парогазовой смеси расширяются в газовой турбине установки. Такие установки характеризуются относительной простотой технологического процесса и высокими показателями экономичности.

В газотурбинной установке (ГТУ) простой схемы увеличение удельной полезной работы установки кроме обычного повышения температуры газа и оптимизации степени сжатия в цикле может обеспечиваться сокращением затрат работы на привод компрессора. Это сокращение можно осуществить либо охлаждением воздуха в тракте компрессора, либо вводом в расширительную часть тракта ГТУ дополнительного рабочего тела — воды или водяного пара.

В данной работе рассматривается методика вычисления теплового расчета параметров ГТУ, с учетом впрыска пароводяной смеси в газовую турбину. При взаимодействии пароводяной смеси с рабочим телом (продуктами сгорания) ГТУ происходят изменения термодинамических свойств, таких как температура T , теплоемкость C_p , показатель процессов расширения k , работоспособность R , а также изменяется массовый расход рабочего тела.

Расчёт эффективности впрыска пара проводился на математической модели, созданной с помощью автоматизированной системы газодинамического расчёта энергетических турбомашин (АС ГРЭТ).

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОВАЛЬНОЙ ОДНОКОНТУРНОЙ ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ ГТЭ-65

М.И. РАЗОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

ГТЭ-65 — стационарная газотурбинная установка. Создана концерном «Силловые машины» для использования технического перевооружения действующих электростанций и новом строительстве. ГТЭ-65 предназначена для использования в парогазовых блоках мощностью 90 и 180 МВт: с паровой турбиной мощностью 30 МВт, а также с двумя газотурбинными установками, двумя котлами-утилизаторами и паровой турбиной мощностью 60 МВт. Установка

способна обеспечивать теплофикационные нужды и работать как в парогазовых блоках, так и автономно.

Исследования данной газотурбинной установки актуальны, т.к. она имеет широкие перспективы на энергетическом рынке. По ценовым и техническим характеристикам ГТЭ-65, как машина средней мощности, отвечает возможностям и потребностям отечественных электростанций и энергосистем, более того она являясь новой моделью на энергетическом рынке способствует расширению спектра продукции, выпускаемой предприятиями и укреплению их позиций в энергомашиностроительной отрасли России.

Возможные направления использования газотурбинной установки ГТЭ-65 таковы: ГТЭ-65 может использоваться в действующих ТЭС с энергоблоками, имеющими значительный остаточный ресурс.

Установку можно использовать (это наиболее эффективный способ с точки зрения монтажа и удовлетворения требований потребителя) в схемах ПГУ-90 и ПГУ-180, также для строительства новых или для ввода замещающих мощностей при реконструкции отопительных и промышленно-отопительных ТЭЦ.

ГТЭ-65 – далеко не самая совершенная в мире газотурбинная установка: об этом говорят и сами создатели. Однако по сравнению с мировыми аналогами она существенно дешевле. А если учесть, что стоимость изготовления одной только лопатки может достигать десятков тысяч долларов, становится понятно, что не всегда мы можем позволить себе поставить более совершенный агрегат. Впрочем, в России такой установки до последнего времени не было.

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СХЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГТУ

М.А. РАХИМОВ, КГЭУ, г. Казань

Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ

Котлы-утилизаторы – важный элемент технологической схемы большинства ПГУ, выполняющий во всех случаях роль утилизатора плоты выходных газов энергетической ГТУ в зависимости от схем и ПГУ в КУ генерируется пар от одного до трех давлений, подогревается вода и конденсат, вырабатывается технологический пар и другое. КУ, спроектированные только для подогрева воды, называют еще газоводяными теплообменниками (ГВТО). Таким образом, КУ

подразделяются на паровые, пар, которых используется для работы в паровых турбинах или направляется технологическим потребителем, водяные, в которых нагреваются сетевая вода, конденсат или питательная вода ПТУ энергоблоков, и комбинированные.

Температура газов за ГТУ и ее показатели оказывают существенное влияние на тепловую схему, параметры пара, показатели паротурбинной части и ПГУ в целом. Максимальная электрическая мощность, вырабатываемая паротурбинной частью ПГУ, зависит от совершенства процесса преобразования теплоты выхлопных газов ГТУ в расход и энергетический потенциал водяного пара.

Результаты исследования показали, что КПД и мощность возрастают с увеличением количества контуров и при использовании промперегрева пара.

УДК 621.311.22

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ ДИФфуЗОРОВ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

О.А. ТРУХИН, ИГЭУ, г. Иваново
Науч. рук. асс. Е.Ю. ГРИГОРЬЕВ

Осесимметричные кольцевые диффузоры являются неотъемлемым элементом всех крупных энергетических газовых турбин, т.к. позволяют увеличить фактический перепад энтальпий на проточную часть турбины и, тем самым, увеличить её внутренний относительный КПД.

Однако условия течения газа в указанных диффузорах оказываются крайне сложными, так как поток рабочего тела за последней ступенью характеризуется высокой степенью нестационарности при очень высоких амплитудах пульсаций давления. Соответственно, силы, действующие на стенки диффузоров, оказываются очень высокими, а основные несущие частоты оказываются достаточно низкими.

По указанным причинам уровень вибрации стенок диффузоров в ряде случаев достигает недопустимо высоких значений, способных вызвать их разрушение.

В представленных материалах рассматриваются способы снижения динамических нагрузок на стенки кольцевых диффузоров как за счет гашения пульсаций давления, так и за счет демпфирования динамических нагрузок в пристеночных областях трубы.

Для практической реализации указанных задач на внешнем обводе кольцевого диффузора были установлены продольные клиновидные ребра причем вершина клиновидных ребер располагалась во входном сечении диффузора, а свободные ребра клина располагались параллельно продольной оси диффузора.

При использовании подобного клиновидного оребрения динамическая нагрузка на стенке диффузора с углом раскрытия $\alpha=15^\circ$ удалось снизить более, чем на порядок. Одновременно подобное оребрение резко увеличивает жесткость конструкции.

Второй путь снижения вибрации стенок диффузора предусматривает установку внутри трубы около стенок перфорированной обечайки, отделяющей основной поток от прямого контакта со стенкой трубы.

Проведение исследования показали весьма высокую эффективность подобной защиты обтекаемых поверхностей от действия высоко-нестационарного потока.

Литература

1. Дейч М. Е., Зарянкин А. Е. Газодинамика диффузоров и выхлопных патрубков турбомашин. — М.: Энергия, 1970.

УДК 621.311.22

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ГИБРИДНОЙ МИНИ-ТЭЦ С ДОЖИГАНИЕМ АНОДНЫХ ГАЗОВ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ПЕРЕД ГАЗОВОЙ ТУРБИНОЙ

А.Е. ТУМАНОВ, ИГЭУ, г. Иваново

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

Для увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении, а также для повышения общей экономичности мини-ТЭЦ с газотурбинной установкой возможно использование гибридных первичных двигателей с высоким электрическим КПД [1]. В данном случае вместо камеры сгорания ГТУ устанавливаются топливные элементы с твердоокисным электролитом.

Данный тип энергоустановок только ещё начинает развиваться. Тепловые схемы гибридных энергоустановок пока не оптимизированы.

Поэтому актуальной является задача моделирования схем мини-ТЭЦ с такими энергоустановками.

Для расчётного исследования тепловой схемы была разработана её статическая модель. Методика расчёта гибридной установки аналогична расчёту ГТУ за исключением уравнений для расчёта топливного элемента и камеры дожигания. При расчёте топливного элемента и камеры дожигания определялись электрическая мощность топливного элемента; состав, значения температуры и теплоёмкостей газов, на выходе из топливного элемента и после их дожигания в зависимости от расходов топлива и воздуха.

Разработанная модель позволяет рассчитывать технико-экономические показатели мини-ТЭЦ как в зависимости от температуры наружного воздуха, так и в течение всего года.

Применение гибридного двигателя в схеме мини-ТЭЦ вместо газовой турбины увеличивает годовую выработку электроэнергии и общую эффективность использования топлива на ТЭЦ, однако требует увеличения годового расхода газа на ТЭЦ и увеличивает срок окупаемости проекта из-за большой стоимости топливных элементов.

УДК 621.438

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ВТОРОГО КАСКАДА В ДВУХКАСКАДНОМ КОМПРЕССОРЕ НА МОЩНОСТЬ И КПД ГТУ

А.А. ШИГАПОВ, Р.Р. СИБГАТУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ;
д-р техн. наук, проф. А.А. ШИГАПОВ

Аналитическое описание основных характеристик газотурбинных установок, например, таких как полезная мощность, удельный расход топлива на единицу полезной мощности и других, от эксплуатационных и режимных параметров может быть выполнен только при очень грубых допущениях и предположениях. Реальные параметры ГТУ можно получить только численным моделированием рабочих процессов на компьютерах. В работе авторов [1] дан численный анализ некоторых показателей ГТУ в виде зависимостей от степени сжатия первого каскада компрессора $\pi_k^{(1)}$. Температура воздуха на входе во второй каскад $T_1^{(2)}$ принималась равной начальной температуре. В данной работе приводятся результаты численных

исследований параметров ГТУ при вариации $T_1^{(2)}$, рис.1. Расход воздуха ГТУ принят равным 150 кг/с. Как видно из графиков, степень охлаждения воздуха между каскадами компрессора оказывает заметное влияние на полезную мощность и в меньшей степени на удельный расход топлива ГТУ.

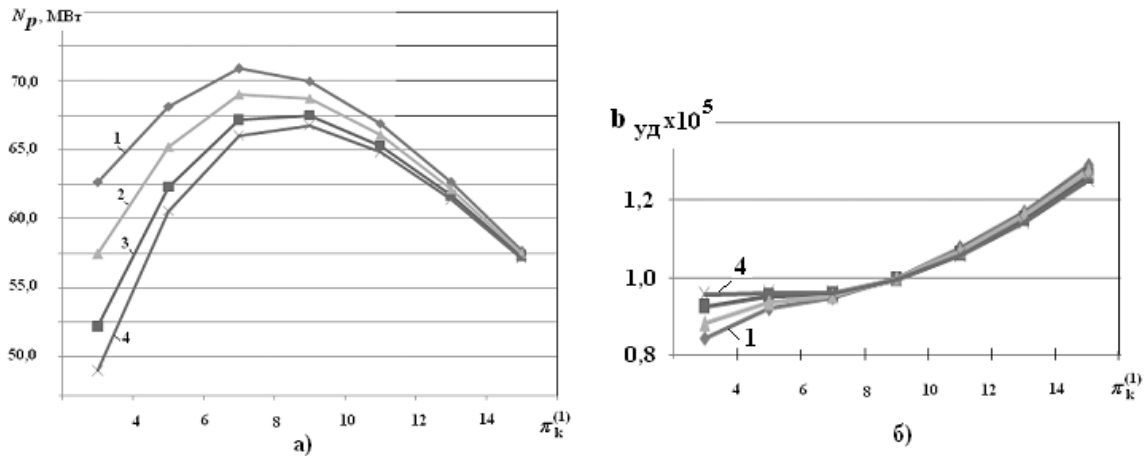


Рис.1.: а)–полезная мощность; б)– удельный расход топлива при $T_1^{(2)} = 262; 250,5; 240; 234$ К (графики 1,2,3,4 – соответственно)

Литература

1. Шигапов А.А. Регенерация теплоты отработавших газов ГТУ в схемах с промежуточным охлаждением воздуха / А.Б. Шигапов, А.А. Шигапов // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2010. № 7–8, С. 20–28.

УДК 621.438

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ВПРЫСКА ВОДЫ В ОСЕВОМ КОМПРЕССОРЕ ГТУ

А.А. ШИГАПОВ, М.Х. ЗИННАТУЛЛИН, КГЭУ, г. Казань
Науч. рук. канд. техн. наук, проф. А.В. ТИТОВ;
д-р техн. наук, проф. А.А. ШИГАПОВ

Оптимизация многофакторных задач требует выработки нестандартных подходов. Задача в общем случае сводится к выработке целевой функции и достижения условного экстремума.

Процессы в газотурбинных установках можно представить в виде функций с многими входными параметрами – факторами. В качестве

целевых функций могут быть выбраны мощность брутто N_b , удельный расход топлива b_u на единицу N_b , надежность, ресурс, затраты на разработку (включая технологию изготовления), эксплуатацию и другие. Одно перечисление показателей представляет сложность формирования целевых функций. Более сложной задачей является исследование и оптимизация перечисленных параметров. Данная задача решается численным моделированием параметров ГТУ. Разумеется, задача оптимизации может быть реализована только на компьютерах при разработке специальных программных средств. Такая задача решается творческой группой, в состав которой входят авторы данного доклада. Решено на первом этапе ограничиваться выбором целевых функций, которые относятся к теории рабочих процессов. Это позволяет сузить область исследований, теоретическая и материальная база приведена в работе. Авторы в настоящее время располагают следующими программными модулями, необходимыми для решения глобальной задачи оптимизации: а) математической моделью изменения основных термодинамических свойств продуктов сгорания всех используемых и потенциально пригодных для использования в ГТУ топлив; б) газо–термодинамического расчета многоступенчатых осевых компрессоров; в) расчета термодинамических и теплофизических свойств воды и водяного пара, адаптированного для работы в программном комплексе оптимизации; г) программы расчета свойств паровоздушной смеси с учетом испарения и конденсации.

Реальные сроки отработки программного комплекса оптимизации планируется к середине 2012 г.

УДК 621.311.22

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО РАСЧЕТА ПАРОВЫХ ТУРБИН

А.В. ЛИНЬКОВ, ИГЭУ, г. Иваново

Науч. рук. канд. техн. наук Л.Д. ЯБЛОКОВ;

канд. техн. наук А.И. КИСЕЛЕВ

Одним из этапов проектирования паровой турбины является тепловой расчет, который включает в себя два расчета: ориентировочный и подробный. Задачей ориентировочного расчета является: определение

размеров проточной части, числа ступеней и распределения теплового перепада по ступеням.

Разработанный программный продукт предназначен для учебного ориентировочного расчета противодавленческих и конденсационных турбин, в том числе и турбин АЭС, работающих на влажном насыщенном паре.

Расчет можно вести как по цилиндрам, так и по отсекам, что позволяет учитывать изменение расхода в проточной части турбины при регенеративных отборах.

Программа разработана на основе платформы .NET Framework 4.0 с использованием языка программирования C++.

Интерфейс программы достаточно удобен и прост, основан на интуитивном восприятии пользователя, разработана система рекомендаций и защит при вводе данных.

Одним из компонентов программы является встроенная библиотека, включающая в себя таблицы свойств воды и водяного пара («электронная h-s-диаграмма»), с помощью которой автоматически находятся все параметры в характерных точках процесса расширения пара и тепловые перепады, что значительно облегчает расчет и экономит время пользователя.

Верификация по полученным геометрическим, теплогидравлическим характеристикам проточной части показала достаточно хорошую сходимость расчета с реальным объектом проектирования. Для верификации использовались данные цилиндра низкого давления существующей турбины К-300-240 ЛМЗ.

Программный продукт прошел регистрацию в РОСПАТЕНТЕ об официальной регистрации программы для ЭВМ и с 2012 года используется в курсовом и дипломном проектировании студентами специальности «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели» ИГЭУ.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ: ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Иванов И.Ю. Повышение чувствительности, селективности и быстродействия дифференциальной защиты линий электропередачи напряжением 110-220 кВ	3
Денисенко С.А. Влияние переходного сопротивления на работу дистанционной защиты	4
Исаков Р.Г. Анализ работы двухступенчатой токовой защиты с зависимой времятоковой характеристикой срабатывания в различных сетях электроснабжения	5
Разумов Р.В., Петров А.А., Наумов В.А. Типовые решения по противоаварийной автоматике для ВЛ 330-750 кВ	6
Ахмадиев И.Р. Противоаварийная автоматика разгрузки автотрансформатора на подстанции 500/220/110/10 кВ	8
Кропин А.В. Управление потоками реактивной мощности, применение управляемого шунтирующего реактора.	9
Васильева Ю.В. Контроль тока вводов при блокировке АЧР . .	10
Ахметов И.М. Фазоповоротные устройства и способы их защиты	12
Шлёнский А.Г. Цифровая тепловая защита на основе тепловой модели	13
Романов Ю.В., Гиндин Л.И. Сингулярный спектральный анализ для целей релейной защиты.	14
Насыров И.И. Система беспроводной оптической связи на объектах электроэнергетики.	15
Исаев И.А. Внедрение цифровой подстанции	16
Баженов А.А. Автоматизированная система управления технологическим процессом подстанции без оперативного персонала. .	17
Лагойкин В.П. Повышение надежности цепей оперативного питания постоянного тока	17
Михайлов Р.А. Диагностика измерительных трансформаторов напряжения	18
Сагитов А.А. Реконструкция системы оперативного постоянного тока подстанции 110/10 кВ.	19

Касимов В.А., Яруллин М.Р. Вариации амплитуды и запаздывания импульсов локационного зондирования на линиях электропередачи 110 кВ.	20
Яруллин М.Р., Касимов В.А. Расчет затухания зондирующего сигнала в высокочастотном тракте.	21

СЕКЦИЯ 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Абдрахманов Н.Н. Эксплуатация контактной сети.	22
Гатиятов И.З. Влияние уровня напряжения в контактной сети на характеристики системы тягового электроснабжения.	23
Загидуллин И.Р. Техническое обслуживание мотор-вагонного состава ЭД 9М с использованием средств вибродиагностики.	24
Зайнуллов Ф.Р. Защита тяговой сети от малых токов короткого замыкания.	25
Мингалеев Л.Р. Анализ применения синхронного привода в автомобилях с гибридным силовым агрегатом.	26
Мударисов Э.А. Внедрение полимерных изоляторов контактной сети троллейбуса.	27
Мухамеджанова Г.Р. Модернизация привода электроподвижного состава за счет использования энергосберегающих двигателей.	28
Наматов И.М. Совершенствование системы управления асинхронным двигателем в силовом приводе подвижного состава ГЭТ.	29
Потехин А.А. Инерционные накопители энергии в системах тягового электроснабжения метрополитена.	30
Сулейманов И.Р., Гатиятов И.З. Анализ современного состояния и проблем развития транспорта в России.	31
Тхач Ч.В. Моделирование алгоритма тепловой защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.	32
Файзрахманова Э.З. Частотное управление силовыми приводами электрического подвижного состава.	33
Филина О.А. Применение спектральных методов для диагностирования класса чистоты масла.	34
Хамидуллин Р.Д. Специфика передачи электрической энергии по длинным линиям.	35
Хамитов А.А., Гатиятов И.З. Специфические особенности системы электроснабжения тяговых потребителей.	36

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

Артемьев С.А. Перспективные материалы для литиевых источников тока	37
Белькова Т.А., Теслева Е.П. Коэффициенты поперечной деформации и ангармонизм межатомных колебаний в кристаллах оксида магния.	38
Бунтин А.Е., Шibaев П.Б. К вопросу оценки гибкости цепи полимеров	39
Варганова Э.И. Изменение прочностных характеристик картона под влиянием плазмообработки.	40
Веселухина С.В. Изменение гранулометрического состава металлических и керамических порошков при термомеханической обработке в зависимости от степени их кристалличности.	41
Гришина И.П., Дударева О.А., Протасова Н.В. Обеспечение качества плазмонапыленных покрытий изделий машиностроения и медицинской техники за счет использования различных методов активации напыляемой поверхности.	42
Кузнецов А.А., Терешина А.В. Синтез смешанных металл-фосфатов.	44
Мусатаева Н.Б., Маканкызы А. Рекомендации по проектированию управляемой технологической оснастки.	45
Мусатаева Н.Б., Маканкызы А. Технологическая оснастка для управления упругими отжатыми режущего инструмента.	46
Никифорова Е.Л. Разработка технологии получения низкотемпературных дизельных топлив, применяемых в условиях Крайнего Севера.	47
Павлов Д.Ю., Трубачева А.М. Химическая природа неорганических веществ, специфика их свойств и технологий их практического использования и оптимизации дальнейшей переработки.	48
Седов М.С. Исследование процесса импульсного компактирования порошковой смеси на основе железа с добавлением нанопорошка монокарбида вольфрама.	49
Дударева О.А., Маркелова О.А. Имитационная компьютерная модель работы масс-сепаратора.	50
Терентьев А.В. Исследование процесса импульсного прессования порошковых композиций железа с нанопорошком вольфрама.	52

Торопов И.В., Загриев М.Р., Иванов Д.Ю., Ямщиков А.О. Осцилляции на металлической поверхности.	53
Черкасова Е.В., Горюнова И.П., Продан Д.Н. Биметаллические комплексы-предшественники для энергоэффективных технологий получения новых материалов.	54
Шайхутдинов А.А. Магнитные свойства катализаторов окисления аммиака.	55
Яковлева Е.А. Пеноцементные материалы с добавкой ЛК.	56
Бородулин А.В. Исследование особенностей поляризации диэлектриков, применяемых в электротехнических конструкциях. . .	57
Лёзина Л.В. Исследование свойств электротехнического стекла для рационального применения его в электрооборудовании на территории Вологодской области.	58
Онисов Ю.А. Исследование диэлектрических свойств компаундов, применяемых для изоляции в электрооборудовании. . .	59
Соколова В.И. Исследование влияния гальваномагнитных эффектов на свойства полупроводниковых материалов.	60
Трянничева А.А. Исследование тепловых свойств газообразных диэлектриков, применяемых для дугогашения в электрическом оборудовании.	61

СЕКЦИЯ 4. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СИЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шаякберов Р.А., Контанистов В.С., Мифтахов Ф.Н. Исследование эксплуатационной надежности элементов электрооборудования локомотивов.	62
Хуснутдинов А.Н., Гатин Б.Ф., Хамидуллин И.И. Анализ результатов исследования многослойных труб.	63
Тюменева О.И., Месса Ф.К., Давлетшин А.А. Основные параметры колесных пар для высокоскоростного наземного транспорта.	64
Тюменева О.И., Давлетшин А.А., Хаертдинова А.Р. Основные требования предъявляемые к колесным парам высокоскоростного наземного транспорта.	65
Савельев А.А., Хаертдинова А.Р., Ибрагимов А.А. Отказоустойчивость аппаратуры высокоскоростного наземного транспорта.	66

Озерова Е.В. Рабочие и механические характеристики асинхронного двигателя с индивидуальной компенсацией реактивной мощности с учетом нелинейности системы и магнитных потерь.	67
Савельев А.А., Хуснутдинов А.Н., Разяпов Л.И. Перспективные системы электроснабжения.	69
Сайгафарова Л.Х. Высокочастотный сварочный трансформатор с магнитопроводом из аморфной стали.	70
Савельев А.А., Хаертдинова А.Р., Ракипов Ф.Ф., Усманов Т.Г. Интеллектуальный электропривод в электромеханических системах. . .	71
Лазарев И.И., Закиров З.М., Камидуллин Р.М., Усманов Т.Г. Проблемы энергосбережения в России.	72
Балахонцев А.О., Шаймарданов Т.Р. Оценка технологической себестоимости взрывозащищенных двигателей для атомной энергетики.	73

СЕКЦИЯ 5. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Хайбуллина А.А. Очистка сточных вод предприятия автомобильной промышленности от тяжёлых металлов.	75
Шамсутдинов А.А. Разработка метода утилизации резинотехнических отходов промышленного предприятия.	76
Тараканов А.В. Технологические решения по минимизации пыли на предприятиях строительной промышленности.	77
Сахабутдинова А.М. Система усовершенствования очистных сооружений на предприятии ОАО «Вамин-Татарстан».	78
Осташенков А.П. Комплексное использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для энергообеспечения зданий . . .	78
Хайруллин А.Р. Технология переработки древесных отходов с помощью реактора БиоРЕКС	79
Камалиева А.Ф. Методы по утилизации шлаковых отходов. . .	80
Васильева А.Ю. Применение золошлаковых отходов ТЭЦ в производстве бетона.	81
Кабирова Г.Р. Очистка сточных вод пищевой промышленности . .	82
Кабирова Г.Р., Латыпова Г.Ф. Технология очистки сточных вод от тяжелых металлов.	83

Латыпова Г.Ф. Термическое обезвреживание нефтесодержащих отходов.	84
Праслова Е.А. Исследование проблемы влияния нелинейной нагрузки на качество электроэнергии.	85
Семенова Ж.В. Оценка целесообразности внедрения демеркуризационной установки	86
Балобанова И.Б., Валиахметов И.Р. Перспективы развития методики покомпонентного сбора ТБО в г. Казань	87
Ахметшин И.Р., Князева А.В. Биохимическая переработка органических отходов в биогаз	88
Горинов К.А. Тенденции развития ветроэнергетики	89
Дунаева К.И. Сравнительный анализ оборудования для механической очистки сточных вод от взвешенных веществ на химическом предприятии.	90
Флягина Л.В. Зарубежный опыт очистки вод питьевого назначения.	91
Заретдинова Л.М. Модернизация системы хранения отходов. .	92
Шигабетдинова Л.М. Усовершенствование технологий водоподготовки в теплоэнергетике	93
Сахабутдинова Л.Ф. Усовершенствование методов очистки газовых выбросов при производстве асфальта	94
Павлов М.С. Способ получения водорода с помощью утилизации отходов тепловых электрических станций	95
Алексеева М.Ю. Обоснование технических характеристик и режима работы, эффективности выбора и использования ветроэнергетических установок.	96
Бабушкин Н.А. Возможные варианты использования сбросного сепарата от Мутновской ГеоЭС	97
Петров Н.В. Анализ способов получения альтернативной энергии в условиях Якутии.	99
Головина О.Н. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии.	100
Хамидуллин Р.Х. Решение природоохранных проблем при обращении с бытовыми отходами. Разработка проекта по вторичной переработке макулатуры.	101
Осипченко Т.И. Регенерация извести из шлама оствелителей химводоподготовки ТЭС.	102
Ахмеров Ш.Р. Вопросы контроля работы станций катодной защиты.	103

Ягафарова Э.А. Усовершенствование технологии очистки выбросов на предприятиях шинной промышленности.	104
Курмашева Э.И. Сравнительный анализ технологий переработки ТБО методами сжигания и высокоскоростного пиролиза.	105
Елесин М.В., Кошкарлов А.А. Оценка потенциала неиспользованной энергии конверторного газа.	106
Фадеева М.А. Способы переработки осадка сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности.	107
Беляева Ю.С. Анализ жизнедеятельности микробиологических сообществ участвующих в процессе метанообразования.	109
Афанасьев К.Ю. Потенциал использования газотурбинных установок на нефтепроводах сети «Восточная Сибирь – Тихий океан». .	110
Бабошина Э.С. Методические подходы к экономической оценке природных ресурсов.	111
Бухонов В.О., Васильев В.А. Анализ источников и результаты измерения электромагнитных полей на территории городского Округа Тольятти.	112
Грошева А.Р., Васильев В.А., Шалыгин В.В. Результаты измерений объемной активности радона на территории Самарской области.	113
Хамидуллова Л.Р. Методологические основы снижения токсического воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и окружающую среду.	114
Хамидуллин Э.П. Модернизация системы очистки сточных вод на филиале ОАО «Вамин Татарстан»	116

СЕКЦИЯ 6. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

Али Салама А.А. Сравнение производительности пропорционально-интегрального и нейросетевого регуляторов при векторном управлении асинхронным двигателем по модели потока статора.	117
Ананьев А.С. Сравнительная оценка методов синтеза систем управления электроприводов роботов точного позиционирования. . .	118
Арзютова Е.М., Мухаметгараев Д.М. Разработка и исследование автоматизированной установки контроля концентрации органических примесей в сточных водах.	119

Батыршин Р.Р. Система точного позиционирования с использованием аппаратуры National Instruments.	120
Гаязов Р.И. Программатор для контроллеров.	121
Гумеров Р.З. Фазовая система стабилизации угловой скорости синхронного микродвигателя.	122
Зиятдинов А.М. Оптимизация режимов работы электротехнического комплекса дожимной насосной станции.	123
Иньков В.Н. Исследование пьезоэлектрического модуля с рычажной системой мультиплекции.	124
Латипов И.Р. Параметрический анализ эффективности функционирования электротехнических комплексов ремонтных предприятий.	125
Малацион А.С. Исследование характеристик звуковой эхо-импульсной диагностической системы трубопроводов.	126
Масиаб А.Г.Н. Тепловые аккумуляторы, основанные на фазовых переходах.	127
Мваку У.М. Теоретико-экспериментальные основы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами подготовки и транспортировки нефти.	128
Муковозов В.Ю., Лоцицкий Р.В. Модернизация электропривода роликов травильных ванн термотравильного отделения ЛПЦ2, ОАО «Уральская Сталь».	129
Мухаметшин Ш.Р. Применение программного комплекса LabView при управлении движением электроприводов	130
Сергеев А.А. Пьезоэлектрический преобразователь.	131
Чирков И.А., Набиев С.Р. К вопросу о унификации, классификации, моделирования и визуализации работы систем ЧПУ	132
Чан К.Х. Частотное управление асинхронным электроприводом с использованием аппаратуры фирмы Mitsubishielectric.	133
Хуинь Ч.Ф. Совместное применение модуля FX2N-10PG и программируемого контроллера FX3U для управления перемещением сервопривода	134
Швецова Л.В. Разработка математической модели электротехнического комплекса винтовой насосной установки с поверхностным приводом.	135
Шелихов Е.С., Осипов В.В. К вопросу о математическом моделировании и синтезе системы преобразователь частоты – двигатель	136

Шигапов А.А. Применение искусственных нейронных сетей в системах управления асинхронного двигателя.	137
Achunov D.D., Andreeva N.V. Imitating modelling of channels of control of information-measuring and operating systems	138

СЕКЦИЯ 7. ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Калимуллин И.М., Симаков А.В. Устранение наброса факела на задние экраны топки в котлах ТГМ-84А.	139
Фадькин А.А., Жбанов А.А. Совершенствование конструкции воздухоподачи для улучшения подготовки газозвушной смеси . . .	139
Хафизов А.Д., Егоров В.А., Коваленко В.В. Комбинированный способ распыливания жидкого топлива, совмещающий центробежный эффект и эффект гидродинамической и ультрозвуковой кавитации.	140
Лавриненко С.В. Замена медьсодержащих сплавов в теплообменных аппаратах ПТУ АЭС	141
Ислямов И.Ш. Математические модели для описания теплообменных процессов в энергетических установках.	142
Ижболдин С.В. Теоретические аспекты внутренней баллистики твёрдого ракетного топлива при использовании нанодисперсных порошков металлов.	143

СЕКЦИЯ 8. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ

Галеева М.Э. Оценка качества вод озера в условиях антропогенного воздействия.	144
Хамитова М.Ф. Оценка качества вод в районе сброса сточных вод ОАО «МЦБК».	145
Удачина М.А. Исследование антиоксидантной активности яиц и процента выклева <i>Artemia salina</i> L. в зависимости от технологии декапсуляции	146
Удачин С.А. Перспективы развития производства рыбы на базе УЗВ ООО «Авто-транс»	147
Галимова Р.Ш. Использование микроорганизмов для оценки качества вод.	148

Гречухина Л.Г. Изучение антиоксидантной активности кормовой добавки «Экстрафит» для выращивания гидробионтов . . .	149
Габидуллин Р.Р. Показатели, используемые при оценке качества воды оз. Средний Кабан в зоне работы Казанской ТЭЦ-1. . .	150
Царева А.А. Судак как перспективный объект аквакультуры на участке Куйбышевского водохранилища в районе г. Болгар.	151
Ганеев А.Г. Установки для очистки воды морских рифовых аквариумов.	152
Хабибуллина Л.Р. Исследование физико-химических характеристик водных растений в Авачинской губе Камчатки.	153
Еникеева И.Р. Изучение нанодисперсного кремнезема в качестве кормовой добавки для рыб.	154

СЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Быстров А.В. Критерий выбора системы заземления экранов однофазных силовых кабелей 6-500 кВ	155
Герасимова О.А. Сравнительный анализ заземляющих электродов из различных материалов по коррозионной стойкости. . . .	156
Давыдкина Ю.А. Влияние на электромагнитную совместимость сети потребителей электроэнергии с нелинейной характеристикой.	157
Егоров М.С. Энергоэффективность в системе освещения.	158
Казанов М.С. Анализ селективности и замена коммутационного оборудования в электрической сети организации до 1000 В.	159
Киселев М.Н. Разработка системы управления гибридного фильтра.	160
Мухин Ф.Н. Исследование методов и способов снижения потерь электроэнергии в цеховых сетях	161
Нурмеева Д.Р. Выбор оптимальных параметров пассивных элементов силовых гибридных фильтров.	162
Ридзель А.Н. Топливные элементы для электроснабжения ответственных потребителей.	163
Фомин М.А. О режимах заземления нейтрали электрических сетей 6-35 кВ	164
Янченко С.А. Помехообразование источника питания компьютера	165

Кузнецов В.А. Геомагнитно-индуцированные токи в электроэнергетических системах при геомагнитных бурях.	166
Лазуко Н.С. Реконструкция генераторного распределительного устройства Тольяттинской теплоэлектроцентрали.	167
Чаплина Т.А., Макеев М.С. Влияние отклонения частоты на асинхронный двигатель.	168
Касимова Э.Ф., Хафизов А.М., Кугатов А.В. Система автоматизации управления техническим состоянием электрооборудования нефтегазовой отрасли.	170
Юмагузин Ю.Ф. Автоматизированная система мониторинга технического состояния и прогнозирования электрооборудования предприятий с использованием техноценологического метода.	171
Миронова И.С., Акчулпанов В.Г., Ясько Н.Р. Интегральные параметры для оценки технического состояния электрооборудования нефтегазовых производств.	172
Кошкарров А.А. Разработка гидродинамической модели циркуляционного вакууматора усовершенствованного типа.	173
Вилявин Д.В. Исследование устойчивости узлов нагрузки систем электроснабжения крупных нефтегазовых комплексов.	176
Абдрахманов А.К. Энергосбережение в уличном освещении.	177
Ахметов Б.Ф. Решение некоторых проблем векторного управления асинхронным двигателем.	178
Гареева А.Р. Повышение качества регулирования переходных процессов в электроприводе.	179
Гиздуллин Р.М. Исследование схем автоматизации когенерационных энергетических источников.	180
Гузаеров Д.Ф. Системы электроснабжения на базе собственных возобновляемых источников.	181
Гущин Д.О. Обеспечение качества электрической энергии при переменном характере нагрузки.	182
Егорова С.С. Повышение энергоэффективности при использовании динамических компенсаторов искажения напряжения в энергосистеме.	182
Зейнетдинов А.С. Эффективность потребления тепловой энергии при внедрении индивидуального теплового пункта.	183
Зиятдинова А.Т. Расчет эффективности внедрения частотно-регулируемого электропривода на теплоснабжающих предприятиях.	184
Ибрагимов Р.Р. Компенсация реактивной мощности преобразователей напряжения.	185

Козлов М.О. Анализ возможности использования солнечных батарей для питания теплового насоса.	186
Красильников П.А. Разработка энергоэффективных мероприятий корпуса «Д» Казанского государственного энергетического университета.	186
Роженцова Н.И. Планирование потребления электрической энергии на основе математического моделирования.	187
Семенов Т.Г. Возможность использования солнечной энергии для кабельного обогрева кровли.	188
Ситдиков Р.А. Применение пьезоэлектрических элементов для генерации электроэнергии.	189
Ахатов И.И. Исследование дозы фликера с помощью использования программного обеспечения MATLAB.	190
Ахмадуллин Р.Р. Повышение эффективности технологических процессов в котельных установках.	191
Гиздатуллин А.А. Обоснование потолочных систем охлаждения помещений внутри трансформаторных подстанций.	192
Давлетов Д.Р. Электрогидроударный кавитационный теплогенератор.	193
Дихтенко Д.С. Устройства плавного пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.	194
Егоров И.С. Энергосберегающие мероприятия режимов работы мини-ТЭЦ промышленных предприятий.	195
Исмагилов А.Р. Параметры электрической энергии, влияющие на работоспособность потребителей	196
Капитова В.Н. Оптимизация планирования электропотребления с учётом изменения объёма выпуска продукции.	197
Минькина Е.А. Планирование потребления электроэнергии в зависимости от объёма продукции.	198
Морозов М.А. Разработка мероприятий по энергосбережению теплового энергетического ресурса на объектах жилищно-коммунальных хозяйств.	199
Мухаммадиева Л.Р. Современные преобразователи частоты.	200
Насыбуллин А.А. Исследование тепловых систем для аккумулирования солнечной энергии.	201
Телицын Т.П. Использование программного обеспечения для анализа показателей качества электроэнергии.	202
Усачев Е.Д. Выбор программного обеспечения для моделирования энергосберегающих исследований.	203

Хайрутдинова Р.Н. Исследование автоматического регулирования температуры в электрических печах.	204
Хатанов Д.В. Актуальность автоматизации в распределительных сетях.	204
Шипилов В.В. Экранирование как метод защиты оборудования от внешних электромагнитных процессов.	205
Юнусов Э.А. Моделирование процесса снижения электрических потерь в асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором.	206
Юсупова Д.И. Энергосберегающая система подземного аккумулирования энергии.	207
Иمامиев А.Р. Энергосберегающие технологии в промышленном электрообогреве.	208
Ясафова А.Р., Дмитриев Г.В., Хуснутдинова И.Г. Электромагнитный индукторный метод диагностики напряженно-деформированного состояния крупногабаритного оборудования.	209

СЕКЦИЯ 10. ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

Абдулхакимова Р.Р. Исследование на математических моделях газовой турбины V64.3A.	210
Бастриков А.В. Исследование газовой турбины НК-37 ТЭЦ-1.	211
Гафуров А.М. Теплоутилизационные турбодетандерные установки на низкокипящих рабочих телах.	212
Гирфанов А.А., Бускин Р.В. Расчет выгорания пылеугольных частиц.	213
Гирфанов А.А. Распределение радиационных тепловых потоков в топках котлов.	214
Зарипов Д.Д. Внедрение турбокомпрессорных теплонасосных установок в тепловую схему ТЭС.	215
Краснов А.А. Использование математических моделей при создании компьютерных тренажёров для эксплуатационного персонала газотурбинных установок.	216
Кремлев А.С. Опыт освоения программного пакета Ansys CFX при моделировании осевого вентилятора.	218
Кузнецов М.Б. Исследование ГТУ SIEMENS SGT-100.	219

Марьин Г.И. Исследование подвода различных веществ для повышения экономических и энергетических характеристик ГТУ . . .	219
Разов М.И. Исследование одновальной одноконтурной газовой турбины ГТЭ-65.	220
Рахимов М.А. Исследование сложных схем энергетических ГТУ.	221
Трухин О.А. Аэродинамические способы повышения вибрационной надежности кольцевых диффузоров газовых турбин. . .	222
Туманов А.Е. Расчетное моделирование и оценка эффективности тепловой схемы гибридной мини-ТЭЦ с дожиганием анодных газов топливного элемента перед газовой турбиной.	223
Шигапов А.А., Сибгатуллин Р.Р. О влиянии температуры воздуха второго каскада в двухкаскадном компрессоре на мощность и КПД ГТУ.	224
Шигапов А.А., Зинатуллин М.Х. Оптимизация параметров впрыска воды в осевом компрессоре ГТУ.	225
Линьков А.В. Компьютерная программа для ориентировочного расчета паровых турбин.	226

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ
VII МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»

25–27 апреля 2012 г.

Казань

В четырех томах

*Под общей редакцией
кандидата технических наук
Э.Ю. Абдуллазянова*

Том 3

Компьютерная верстка *А.В. Заяц*

Подписано в печать 20.03.12.

Формат 60×84/16. Бумага ВХИ. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.

Усл. печ. л. 14,24. Уч.-изд. л. 15,81. Тираж 500 экз. Заказ № 4314.

Издательство КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51

Типография КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51

Для заметок

