

Министерство образования Российской Федерации

Алтайский государственный технический
университет им.И.И.Ползунова

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ

61-я научно-техническая конференция студентов,
аспирантов и профессорско-преподавательского
состава

**Часть 11.
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Барнаул – 2003

ББК 784.584(2 Рос 537)638.1

61-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. Часть 11. Энергетический Факультет./ Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2003. – 59 с.

В сборнике представлены работы научно-технической конференции студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава Алтайского государственного технического университета, проходившей в апреле 2003 г.

Ответственный редактор к.ф.–м.н., доцент Н.В.Бразовская

© Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова

СЕКЦИЯ «КОТЛО- И РЕАКТОРОСТРОЕНИЕ»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ.

Сафронов А.В. - студент гр.ЭМ-82
Пронь Г.П. - научный руководитель

В работе приводятся результаты промышленных испытаний водогрейного котла с кипящим слоем установленного в котельной ОАО "Форант".

Котел КВ-2.5-95 КС стальной водотрубный газо-плотный водогрейный с топкой кипящего слоя состоит из двух основных частей топочного устройства и конвективной части.

Топка имеет призматическую форму, со всех сторон ограничена газо-плотными экранами. В нижней части топки организован низкотемпературный кипящий слой, который поддерживается беспровальной колпачковой решеткой. Вдоль фронтального экрана решетка имеет провальную часть, через которую могут удалиться тяжелые и крупные инородные тела не более 100 мм. Короб сбора удаляемых частиц снабжен транспортирующим устройством с электроприводом. Воздух подается под распределительную решетку, которая монтируется на трубах заднего экрана.

Наполнитель слоя приводится в кипящее состояние с помощью воздуха. В разогретый до температуры воспламенения кипящий слой подается топливо, через амбразуру с помощью винтового питателя, где оно интенсивно перемешивается и сгорает.

Часть мелкого топлива уносится из слоя и догорает в надслоевом пространстве. Для эффективного выгорания уносимых частиц над слоем предусмотрено два яруса острого дутья.

Дымовые газы покидают топочное пространство через фестон, образованный трубами заднего экрана.

Газы омывают конвективный пучок в два хода и покидают котел через межтрубные щели потолочного экрана. Далее дымовые газы протягиваются дымососом через блок циклонов, где очищаются от твердых частиц золы и унесенных частиц наполнителя. В конвективном пучке при повороте дымовых газов на 180 градусов выпадают не догоревшие частицы топлива, которые с помощью воздушного эжектора возвращаются в топочное пространство для догорания.

В топке предусмотрен ремонтный лаз, гляделки и несколько лючков.

Вода поступает в нижний коллектор фронтального экрана и проходит все поверхности нагрева в соответствии со схемой показанной на рисунке 2. Экраны представляют собой газо-плотные панели из труб $\varnothing 60 \times 4$ мм с шагом 80 мм. Конвективный пучок двух поточный, четырехниточный, с двумя петлями, выполнен из труб $\varnothing 32 \times 4$ мм. Трубы расположены в шахматном порядке.

Все трубы, образующие экранные поверхности котла, сварены непосредственно в коллекторы $\varnothing 159 \times 6$ мм. Для удаления воздуха из трубной системы при заполнении котла водой на верхних коллекторах установлены воздушники. Вода из трубной системы котла при опорожнении удаляется через дренажные линии.

Котел выполнен бескаркасным. Нижние коллекторы экранов опираются на сварную раму, установленную на фундаменте.

Обмуровка котла облегченная, натрубная. На котле предусмотрена установка предохранительного клапана.

Для подачи наполнителя в кипящий слой предусмотрена установка бункера инертного материала и питателя с электроприводом. Инертный материал вводится в топку трубой $\varnothing 76$ мм.

Для подачи воздуха в котел и удаления из него продуктов сгорания котел оборудован дутьевым вентилятором 30-ЦС и дымососом ДН-9.

На котле за отопительный сезон 2002-2003 гг были проведены следующие пусконаладочные и экспериментальные работы:

- настройка и тарировка топливного питателя шнекового типа с ворошителем в бункере и со специальным запирающим устройством;
- исследование в широком диапазоне расхода воздуха внешней гидродинамики кипящего слоя с полифракционным наполнителем(речной песок);
- снятие гидродинамической характеристики газораспределительной решетки;
- наладка и исследование растопочных режимов из холодного состояния котла и из горячего резерва;
- снятие параметров теплового баланса котла в различных режимах;
- настройка автоматики;
- составлена временная режимная карта.

ГРАНУЛИРОВАНИЕ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА ПЕРЕД СЖИГАНИЕМ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ

Легостаев А.С. студент гр. ЭМ-91
Пронь Г.П. научный руководитель

В настоящее время, около 80% электроэнергии вырабатывается на ТЭС при этом основным является твердое топливо (уголь). Известно, что в настоящее время идет сокращение использования мазута и газа на ТЭС, путем замещения их на твердое топливо. Однако известна тенденция, роста зольности добываемых углей, что затрудняет их использование в ряде отраслей промышленности. Эта тенденция имеет объективный и закономерный характер и связана с общим уменьшением запасов угля и возрастающей потребностью в нем. В качественных, малозольных углях ощущается все возрастающий дефицит, а энергетические высокозольные угли марок Т, АРШ, АШ и шламы не находят сбыта. Поэтому в настоящее время актуальной проблемой является внедрение в энергетику техники, по сжиганию топлив в низкотемпературном кипящем слое, позволяющей применять в качестве топлива низкосортные угли и одновременно эффективно снижать выбросы вредных веществ.

Наряду с многими достоинствами методу, сжигания топлива в кипящем слое, свойственны следующие недостатки:

- неравномерность времени пребывания в псевдоожиженном слое частиц твердой фазы и оживающего агента;
- возможное изменение свойств твердых частиц (истирание, растрескивание, науглероживание, спекание);
- необходимость установки мощных пылеулавливающих аппаратов на выходе газов из котла, особенно при широком гранулометрическом составе;
- эрозия аппаратуры в пределах слоя, особенно значительный в случае использования частиц с высокими абразивными свойствами;
- ограниченность рабочих скоростей оживающего агента (воздуха) пределами соответствующими началу псевдоожижению частиц и их уносу из слоя;

Применение специальной подготовки топлива, как гранулирование позволяет избежать многих недостатков присущих кипящему слою.

Гранулирование - это совокупность физических и физико-химических процессов, обеспечивающих формирование частиц определенного спектра размеров, формы, необходимой структуры и физических свойств. Гранулирование проводят с целью улучшения качества как промежуточных так и готовых продуктов. Совместно с грануляцией топлива, непосредственно предназначенного для сжигания в слое, возможно гранулировать унос (по данным эксплуатации топок с кипящим слоем, содержащий от 4% до 25% горючих) и возвращать его в слой для полного догорания углерода.

Настоящая работа посвящена изучению гранулирования топлива и уносов, для получения гранул с необходимыми свойствами, обеспечивающими эффективное выгорание в слое.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С КИПЯЩИМ СЛОЕМ

Ефанов Е.Н. студент гр. ЭМ-91
Пронь Г.П. научный руководитель

Одним из перспективных направлений развития энергомашиностроения является разработка новых технологий сжигания твердого топлива в топках с кипящим слоем, проектирование и оптимизация конструкций таких топок, а также оптимизация режимов их работы. Однако в настоящее время теоретическая база для решения этих проблем явно слаба. При проектировании и реконструкции котлов с топками с кипящим слоем инженерам - конструкторам приходится принимать ответственные решения при отсутствии достаточно развитой теории кипящего слоя, при отсутствии апробированной методики расчета топок с кипящим слоем и практической невозможности физического моделирования процессов в топке. Возможности проведения натурных экспериментов также обычно весьма ограничены. По этим причинам топки с кипящим слоем относятся к тем объектам, для которых математическое и численное моделирование оказывается важнейшим и, зачастую, единственным средством для обоснованного выбора технического решения.

С целью развития теоретической базы для проектирования и оптимизации топочных устройств с кипящим слоем перед лабораторией физических процессов в котельных установках при кафедре котло - и реакторостроения АлтГТУ была поставлена задача разработки комплексной математической модели низкотемпературного кипящего слоя. Эта модель должна удовлетворить следующим требованиям:

- в математической модели должны учитываться особенности подачи оживающего агента, циркуляционные течения, пузыреобразование, сепарация в унос, межфазный и внутрифазный тепло - и массообмен, теплообмен между кипящим слоем и поверхностями нагрева, а также образование экологически вредных веществ;
- математическая модель должна обеспечивать выявление конструктивных, технологических и физических параметров, оказывающих определяющее влияние на процесс горения топлива в кипящем слое и позволяющих эффективно управлять этим процессом;
- модель может содержать некоторое количество эмпирических констант, однако значение этих констант должны определяться с помощью доступных физических и натурных экспериментов;
- модель должна быть надежна, по возможности проста и ориентирована на выполнение инженерных расчетов.

Возможные области применения математической модели:

- проектирование топочных устройств с кипящим слоем и разработка оптимальной технологии сжигания конкретных топлив в этих устройствах;
- использование в системах управления и регулирования технологическими процессами в топочных устройствах с кипящим слоем.

Кратко рассмотрим важнейшие из проблем, с которыми приходится сталкиваться при разработке подобных математических моделей.

В литературе, посвященной теории и моделированию процессов в псевдооживленном слое, излагаются главным образом результаты экспериментальных исследований, а также различные технологические аспекты применения псевдооживленного слоя для реализации тепло- и массообменных процессов. Подавляющее большинство встречающихся в монографиях теоретических задач решается на полуэмпирическом уровне. Такой подход к исследованию псевдооживленного слоя дал возможность получить ряд практических полезных формул для расчета важных с инженерной точки зрения характеристик этой физической системы - скорости начала псевдооживления, гидравлического сопротивления псевдооживленного слоя, расширение слоя и т.п. Эти эмпирические и полуэмпирические результаты позволили на первых этапах удовлетворить потребности инженеров в методах приближенного расчета аппаратов с псевдооживленным слоем и, несомненно, продолжают играть полезную роль. Но в настоящее время этого уровня понимания процессов в кипящем слое уже недостаточно и для

обеспечения нужд проектирования разнообразных по назначению топок с кипящим слоем стало необходимым дальнейшее продвижение в области теории кипящего слоя и методов математического и численного моделирования разнообразных физико-химических процессов в кипящем слое.

Казалось бы, что для математического моделирования процессов переноса в кипящем слое не должно быть особых препятствий: поскольку кипящий слой вместе с надслоевым пространством представляет собой двухфазную среду газ - твердые частицы (частицы золы и топлива), но топку с кипящим слоем нужно рассматривать как единую систему с распределенными параметрами, состояние которой описывается полями порозности, плотностей, скоростей и других локальных характеристик состояния фаз (их температур и т.п.). Математическая модель топки с кипящим слоем тогда может строиться, например, как система феноменологических уравнений переноса для каждого из этих независимых полей, которые замыкаются соответствующими полуэмпирическими или чисто эмпирическими соотношениями, определяющими плотности "микроскопических" потоков для различных полей (типа плотности диффузионного, теплового потока или потока импульса), а также краевыми и начальными условиями.

Уравнения переноса, входящие в математическую модель, отражают фундаментальные законы сохранения массы, импульса, момента импульса, энергии и второе начало термодинамики для каждой из фаз или двухфазной среды в целом, а выражения для плотностей потоков выбираются в соответствии с законами механики и неравновесной термодинамики с учетом специфики описываемых процессов. Краевые условия для этих уравнений ставятся на границах двухфазной среды - на поверхностях труб, погруженных в кипящий слой или омываемых газозоловым потоком в надслоевом пространстве, на различных ограждающих поверхностях и т.п. Уравнения переноса модели должны быть независимы друг от друга, а образуемая ими система должна быть корректна в том смысле, что вместе с выражениями для плотностей "микроскопических" потоков, краевыми и начальными условиями она должна однозначно определять все интересующие поля, причем получаемые решения должны быть устойчивы. Выполнение требования корректности, однако, обычно очень трудно проверить теоретически и корректность модели, как правило, проверяется лишь практикой численного моделирования.

Математические модели, подобные описанным выше, принято называть микромоделями (микроскопическими моделями) по той причине, что в этих моделях рассматривается внутренняя, "микроскопическая" структура объекта моделирования. Соответственно под микроскопическим или структурным подходом в математическом моделировании понимается метод построения модели, который основывается на явном рассмотрении внутренней структуры объекта моделирования, а микромоделированием называют разработку микромодели объекта. Математические модели объектов, в которых их внутренняя структура явно не рассматривается, называют микромоделями. Под макроскопическим подходом имеют в виду метод построения макромодели объекта без явного рассмотрения его внутренней структуры, а макромоделированием принято называть разработку макромодели объекта. Макромодели всегда менее полны, чем микромодели. Несмотря на естественность описанного выше подхода микромоделирование всей топки с кипящим слоем в целом не применяется. Дело в том, что двухфазные течение в кипящем слое и в надслоевом пространстве различаются настолько сильно, что их удобнее описывать в рамках различных математических моделей.

Малость объемной концентрации твердого вещества в надслоевом пространстве при описании движения фаз позволяет пренебречь механическим взаимодействием частиц твердой фазы и использовать математические модели типа модели пневмотранспорта или более сложные математические модели, учитывающие сепарацию частиц золы, турбулентность течения в надслоевом пространстве и т.п. Здесь важно подчеркнуть, что хотя двухфазное течение в надслоевом пространстве кипящего слоя и турбулентно, но ввиду малости объемной концентрации твердого вещества эта турбулентность близка к той классической турбулентности, с которой имеют дело в гидро- и газодинамике и поэтому общие подходы к математиче-

скому моделированию этого течения достаточно очевидны. Определенную сложность здесь представляет лишь сравнительно малоизученные вопросы о сепарации частиц, транспортирующей способности потока и влияния турбулентности на транспортирующую способность потока. Кроме того, возникает проблема учета подавления турбулентности частицами, выносимыми из кипящего слоя в надслоевое пространство, однако эффект подавления турбулентности частицами в какой-то мере уже научились учитывать в различных математических моделях турбулентных течений.

Для математического моделирования псевдооживленного слоя обычно используются иные микромодели, в которых явно учитываются механические взаимодействия и не сжимаемость частиц. Однако надо иметь в виду, что ламинарные течения в псевдооживленных слоях обычно наблюдаются только в случаях, когда оживляющим агентом является жидкость с плотностью, близкой по порядку величины к плотности твердых частиц. Течения же в кипящих слоях, оживляемых газом, обычно являются турбулентными, что объясняется, видимо, гидродинамической неустойчивостью ламинарных течений в таких слоях. Специфическая турбулентность, которая наблюдается в кипящих слоях, проявляется, в частности, в наличии в слое газовых пузырей и пакетов частиц, в проскоках газа через слой, в выбросах частиц в надслоевое пространство и т.п.

Несмотря на очевидный успех применения микромоделей турбулентности подобные модели в настоящее время можно широко использовать лишь для моделирования локальных течений в кипящем слое. Попытки их применения ко всей области, занятой кипящим слоем, были бы вполне аналогичны попыткам расчета естественной турбулентной конвекции в слое кипящей ньютоновской жидкости, занимающей ту же область, при интенсивном подогреве этого слоя снизу. Очевидно, что при множественном образовании пузырей численное решение такой задачи невозможно из-за нехватки машинных ресурсов. Кроме этих основных проблем при моделировании топок с кипящим слоем необходимо разработать и ряд других моделей.

Для решения поставленной задачи предполагается использовать следующие методы.

Для совместного моделирования физически различных процессов, происходящих в разных областях топки, представляется единственно возможным использовать блочно-иерархический подход. В рамках такого подхода математическая модель кипящего слоя строится в виде иерархической структуры, состоящей из отдельных блоков - согласованных по своим входам и выходам математических моделей, которые описывают функционирование отдельных частей топки с кипящим слоем. Полная модель топки комплектуется из отдельных блоков, набор которых диктуется конкретным содержанием поставленной задачи.

Представляется, что основные блоки модели целесообразно привязать к тем трехмерным областям и ограничивающим их поверхностям, в которых или на которых свойства двухфазной среды газ - твердые частицы описываются с помощью одинаковых уравнений. Исходя из этих соображений можно выделить следующие объекты, расположенные внутри топки или образующие ее границу, к которым должны быть привязаны основные блоки комплексной модели топки:

- кипящий слой;
- сепарационное пространство (зона динамических выбросов);
- зона установившегося пневмотранспорта в надслоевом пространстве;
- газораспределительная решетка;
- погруженные в кипящий слой поверхности нагрева;
- условная граница раздела между кипящим слоем и сепарационным пространством;
- омываемые дымовыми газами поверхности нагрева в надслоевом пространстве;
- остальные поверхности, ограничивающие кипящий слой и надслоевое пространство.

При разработке математических моделей, реализующих отдельные блоки комплексной модели, предполагается пробелы теории, насколько это удастся, преодолевать полуэмпирическими или чисто эмпирическими методами, используя физическое моделирование на крупномасштабных моделях топок кипящего слоя (в том числе, на огневых экспериментальных

установках) и натурные эксперименты. В тех же случаях, когда и это окажется невозможным, разработку модели следует проводить на основе обобщения накопленного опыта проектирования и эксплуатации котлов с топками с кипящим слоем.

Некоторые из блоков комплексной модели фактически уже реализованы.

Так, проблема математического моделирования газораспределительного устройства в целом уже решена. Для расчета отдельной газовой струи, истекающей из колпачка газораспределительной решетки в кипящий слой, уже в настоящее время в зависимости от целей моделирования можно ограничиться макро моделированием и использовать простейшие полуэмпирические расчетные.

В значительной мере решена проблема микро моделирования слабозапыленных двухфазных потоков в зоне пневмотранспорта надслоевого пространства и в газовых трактах котельных агрегатов

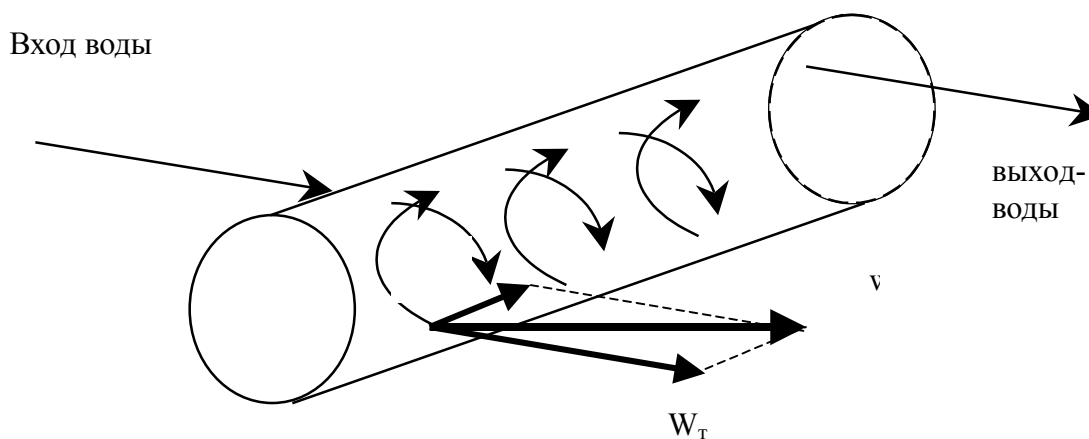
Проводились работы по математическому моделированию процесса растопки кипящего слоя.

РАЗРАБОТКА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА С ЦИКЛОННЫМИ ТРУБАМИ.

Белоруков А.В. - студент гр.ЭМ-82
Пронь Г.П. - научный руководитель

Для повышения надежности работы внутренних поверхностей котла т. е. отсутствия накипи необходимо турбулизовать движения рабочей среды около стенки. Это возможно сделать путем крутки воды. Внутреннюю гидродинамику в циклонных трубах водяного тракта котла можно представить следующим образом.

Циклонная труба является основным элементом трубной системы котла и представляет собой прямой участок трубы с тангенсальным подводом воды и с тангенсальным отводом воды см. рисунок 1



W_0 - осевая скорость; $W_τ$ - тангенсальная скорость; $W_Σ$ - результирующая скорость.

Рисунок 1 - Схема циклонной трубы.

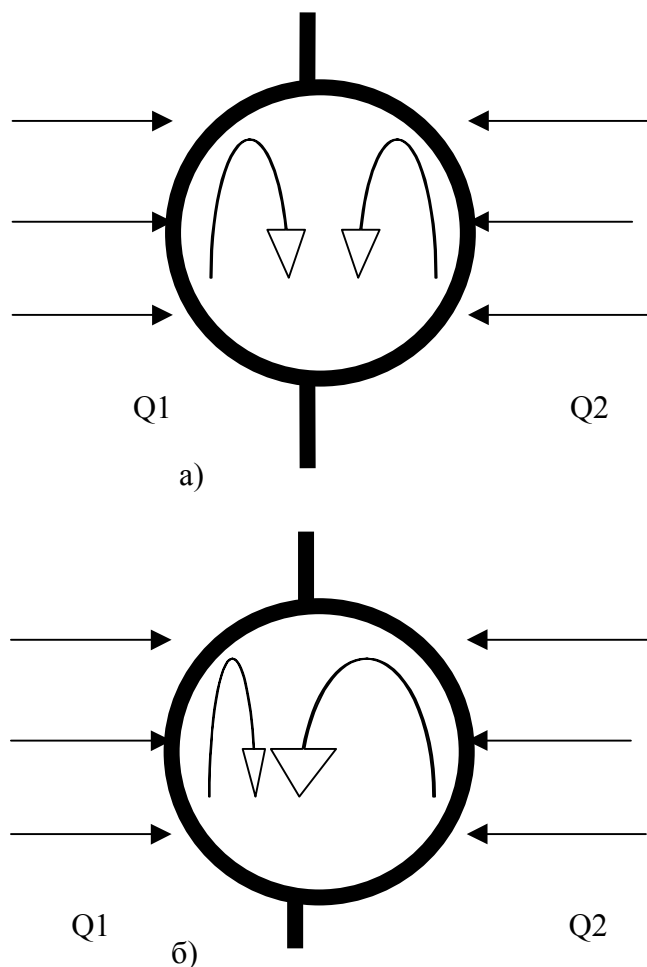
Такая схема подвода и отвода воды вызывает вихревое циркуляционное движение (вынужденную конвекцию) внутри трубы.

Средняя скорость $\bar{w}_{cp} = \sqrt{w_{тр}^2 + w_{корб}^2}$ м/с

Время прохождения потока через трубу $\tau = \frac{V_{тр}}{3600G/\rho} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} l}{3600G/\rho}$

Однако необходимо отметить, что на трубу со стороны топочного объема воздействует тепловой поток, который вызывает движения воды у внутренней поверхности трубы вертикально вверх за счет гравитационных сил (естественная конвекция).

Направления движения вынужденной конвекции и естественной конвекции могут совпадать, а могут и не совпадать, как в горизонтальных, так и вертикальных трубах (см. рис.2). Эти явления необходимо учитывать при выборе скоростей в трубе.



а) $Q_1 = Q_2$; б) $Q_1 < Q_2$;

Рисунок 2. Движение воды в зависимости от величины тепловых потоков в двухсветной трубе

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВ В МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ.

Жуков Е.Б. – аспирант II года обучения
Фурсов И.Д. – научный руководитель

На сегодняшний день, в коммунальной энергетике Сибири и Алтайского края, в частности, широко распространены водогрейные котлы малой мощности, работающие на каменных, бурых углях и на природном газе. В связи с серьезным увеличением цен на энергоносители многие предприятия и отопительные котельные всё больше отдают предпочтение более дешёвым видам топлива, использование которых, не потребует больших капитальных затрат на их разработку и транспортировку. А напротив, позволит максимально выгодно и рационально использовать имеющиеся у них в распоряжении топливные ресурсы. К альтернативным видам топлива применяемых в малой энергетике можно отнести:

- Древесные отходы, образующиеся как в лесозаготовительной отрасли, так и при экологическом прореживании лесов;
- Отходы сельскохозяйственной промышленности;
- Отходы сточных вод, иловые осадки;

- Бытовые отходы – биомассы;

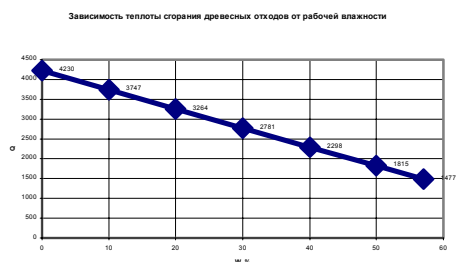
Лесные отходы являются наиболее легкодоступным, не требующим больших капитальных затрат и специальных технических разработок источником энергии. Известно, что от 20 до 50% леса, поступающего на лесопилки, теряется в виде опилок, обрезков и коры, которые могут быть использованы в качестве топлива. Сжигание их в котлах сможет обеспечить серьезную экономию средств для предприятий лесозаготовительной отрасли.

Другими видами древесных отходов являются сучья, листья и корни, остающиеся при лесозаготовках, сухие, гнилые и нестандартные деревья, отходы при обрезке городских насаждений, старые шпалы, остающиеся после ремонта железнодорожных путей.

Кроме того, древесные отходы могут быть получены при экологическом прореживании лесов для улучшения лесостоя. Перезревшие, мертвые или больные деревья представляют собой значительный источник топлива. Удаление древесных остатков, больных деревьев и бурелома, стимулирует рост более молодых и незрелых деревьев за счет увеличения количества питательных веществ, солнечного света и влаги. Более того, мертвые деревья и древесные остатки, включая остатки от лесозаготовительных работ, представляют собой потенциальный источник лесных пожаров.

Отходы сельскохозяйственной промышленности представлены в основном гречишной и рисовой лузгой, жмыхом подсолнечника. Последнее время появился некоторый конъюнктурный интерес к утилизации соломы.

При использовании вышеперечисленных отходов в качестве альтернативных видов топлива большое значение имеет их состав, так как характеристика этих отходов определяет необходимую степень их подготовки к сжиганию, сложность топочного оборудования и систем очистки дымовых газов. Несмотря на то, что древесные отходы являются легкодоступным источником энергии, использование, на практике, их в качестве энергетического топлива связано с рядом существенных проблем. И одна из них это высокая влажность древесных отходов, порой достигающая 57 %.



Все существующие на данный момент технологии сжигания древесных отходов имеют огромное количество недостатков, не позволяя полностью использовать заложенную в них энергию.

Высокая влажность древесных отходов обеспечивает топливу низкую теплоту сгорания и дает определённый балласт в топочных газах, что снижает КПД котлоагрегата в целом. На рисунке 1. представлена зависимость теплоты сгорания древесных отходов от ра-

бочей влажности.

Как известно, древесина обладает большим выходом летучих $V^{daf} = 85\%$. При попадании топлива в топочную камеру происходит интенсивный разогрев частицы и испарение влаги содержащейся в топливе, основной величиной определяющей динамику сушки является температура среды.

Интенсивный выход летучих препятствует доступу кислорода к древесному коксу. В этом случае, необходимо более длительное удержание в топочной камере частиц во время горения, что не всегда возможно, так как коксовые частицы обладают высокой парусностью при плотности около 100 кг/м^3 и легко выносятся из топки.

При горении древесных отходов, основное тепловыделение происходит за счет выгорания летучих, по этому топочная камера для данного вида топлива должна по своим аэродинамическим характеристикам соответствовать топочной камере для сжигания газообразных топлив, т.е. в топке должно обеспечиваться качественное перемешивание горючих газов с кислородом воздуха.

Эксперименты проведенные в лабораториях АлтГТУ показали что в ряде случаев целесообразно бертенирование древесины, т.е. предварительное «облагораживание» топлива, путём удаления пиролитической воды.

Но следует помнить, что невозможно предложить универсальное топочное устройство для всех видов лесных отходов. Из общего понятия «древесные отходы» необходимо дифференцировать тот вид топлива который мы хотим сжигать, учитывая при этом все физические и химические характеристики топлива (влажность, размер и т.д.) предложить тот или иной способ сжигания древесины. То же самое касается и отходов сельскохозяйственной промышленности, и бытовых отходов.

На кафедре ведётся постоянная работа по определению некоторого ряда свойств данных альтернативных вид топлив, которые отсутствуют в нужном объеме в научной литературе, но которые помогут в выборе правильного способа сжигания, и рационального использования этого нетрадиционного источника энергии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМОРАЗМОЛА ПРИ НАГРЕВЕ ЧАСТИЦ БУРОГО УГЛЯ

Плесовских М.В.–студент гр.ЭМ-82
Лихачева Г.Н.-научный руководитель

Сжигание в топках котлов немолотого угля позволяет получить значительные экономические преимущества перед традиционным пылеугольным сжиганием. У таких котлов отсутствует система пылеприготовления, то есть полностью устранена взрывоопасность установок, облегчена и удешевлена их эксплуатация и ремонт. Безразмольное сжигание угля может использоваться в топочных устройствах с кипящим слоем, а также в низкотемпературной вихревой топке ЛПИ.

Сжигание в топочном объеме немолотого топлива резко отличается от сжигания пыли, как по протеканию процесса горения, так и по теплообмену и аэродинамике, причем наибольший интерес представляет поведение относительно крупных частиц топлива.

Нами проведены эксперименты по исследованию разрушения частиц бурого угля в результате воздействия на них высоких температур. Для опытов отобраны пробы Назаровского бурого угля, прошедшего стадию дробления в системе топливоподготовки БТЭЦ-3. Предварительная рассевка проб топлива показала характерный для дробленки фракционный состав с максимальным размером кусочка $\delta_{\max}=15\text{мм}$. Отобранные пробы угля подвергались воздействию высоких температур в муфельной печи с последующим определением фракционного состава проб угля после термовоздействия.

Выявлено, что в процессах сушки и последующего выхода летучих прочность частиц угля значительно уменьшается за счет образования большого количества микротрещин как на поверхности, так и внутри частицы. В результате этого происходит разрушение крупных частиц топлива. Доля частиц крупнее 1мм уменьшилась с 51% у дробленого угля до 29% после терморазмола. Количество частиц крупнее 5мм уменьшилось с 10 до 2%.Повышение температуры нагрева частиц от 850 до 1100°С приводит к незначительному усилению эффекта терморазрушения

.Проведено исследование поведения монофракций топлива при нагреве. Для этого нами отобраны пробы частиц с каждого сита, использовавшегося для определения фракционного состава дробленки. Для каждой фракции процесс нагрева осуществлялся в муфельной печи при температуре 1050°С. После этого определена доля частиц, подвергшихся терморазмолу. Выявлено разрушение 70-65% частиц размером от 400 мкм до 5,6 мм. При этом доля разрушившихся частиц почти одинакова во всех фракциях. Вместе с тем, частицы размером от 3 до 4 мм практически не подверглись разрушению. Полученный результат можно объяснить высокой зольностью частиц этого размера. По данным исследований, проведенных в СПбГТУ, частицы с зольностью больше 40% не разрушаются при нагреве в топочной камере.

Полученные результаты, подтверждающие наличие терморазмола частиц угля в топочной камере, могут быть использованы в математической модели, применяемой для расчета процессов в топочной камере котла.

СЕКЦИЯ "НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ"

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ГРУНТОВОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ

Михеев Д.Д. – студент гр. Э-01
Федянин В.Я. – научный руководитель

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Достоверно известно, что поверхностные слои Земли запасают огромное количество низкопотенциального тепла. Известны методы полезного использования этой энергии при помощи тепловых насосов. Одним из способов добычи энергии из недр Земли является вертикальный грунтовый теплообменник, который построен на эффекте теплообмена между более и менее нагретыми веществами. Внутри теплообменника течет жидкость, имеющая более низкую температуру, чем земля, которая и забирает тепло из недр и доставляет его в накопители тепла. После этого полученное тепло можно использовать, например, для обогрева помещений.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГРУНТА

Теплопроводность минералов и горных пород уменьшается с ростом температуры, особенно значительно при нагревании до 473 - 700 К. Общее понижение теплопроводности изверженных пород происходит в 2 - 4 раза.

Теплопроводность пород можно подразделять на две составляющие: электронную $\lambda_{эл}$ и решеточную $\lambda_{р}$. Значение $\lambda_{эл}$ изменяется в интервале $10^{-8} - 10^{-3}$ Вт/(м·К) при 300 и 1470 К соответственно. Для изверженных пород эти значения максимальны.

Лабораторные измерения во всем интервале температур для общей теплопроводности дают величину порядка нескольких единиц Вт/(м·К). Таким образом, электронная компонента составляет незначительную часть общей теплопроводности, следовательно, определяющей является решеточная составляющая $\lambda_{р}$.

Задачу о передаче тепла кристаллической решеткой обычно сводят к изучению фононов в созданном ею потенциальном поле, поэтому $\lambda_{р}$ зависит от структуры породы. В кристаллических структурах теплопроводность определяется рассеянием фононов как на кристаллических зернах, так и друг на друге вследствие ангармоничности. Выше температуры Дебая последний механизм приводит к зависимости

$$\lambda = f(\lambda_0 / T), \quad (1)$$

где λ_0 — значение теплопроводности при 293 К.

К настоящему времени получены сведения о температурной зависимости горных пород разного состава для регионов страны, где подобные исследования ранее не проводились. В результате математической обработки экспериментальных данных получены уравнения температурной зависимости теплопроводности слоев земной коры и верхней мантии (У.И. Моисеенко, В.В. Гордиенко, С.В. Завгородняя, И.В. Голованова, Л.У. Ахметова, Ю.Н. Зуев, Ю.Г. Шварцман, 1989г.). Имеющиеся экспериментальные данные позволили также составить уравнения температурной зависимости теплопроводности слоев земной коры и верхней мантии отдельных регионов. Например, для осадочного слоя Сибири теплопроводность равна (Петрофизика: справочник: В 3 кн. – М.: Недра, 1992.):

$$\lambda = 0.555 + 0.0079\tau^{-4} - 0.063\tau^{-2}, \quad (2)$$

где n – число использованных кривых; $\tau = (t + 273)/1000$.

2. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГРУНТА

В реальных условиях в грунте имеется вода, которая постоянно движется, а следовательно, нужно учитывать и конвективный теплообмен.

Согласно гипотезе Мятиева – Гиринского движение подземных вод преимущественно горизонтально в водоносных пластах и вертикально в относительных водоупорах, разделяю-

щих водоносные горизонты. Если допустить отсутствие теплообмена в плоскости, перпендикулярной оси Z (вдоль которой движется вода), что может быть обусловлено значительными размерами пластов, задачу можно считать однородной по оси Z.

Для слабопроницаемых пластов (малые скорости фильтрации) и при условиях однозначности $Z = z_1, T = T_1, Z = z_2, T = T_2$ (Тепло земли и его извлечение. Отв. ред. акад. А. Н. Шербань. Киев, «Наук. Думка», 1974.):

$$T = T_1 + (T_2 - T_1) \frac{e^{P(z-z_1)} - 1}{e^{P(z_2-z_1)} - 1}, \text{ где } P = \frac{\rho C v}{\lambda}; \quad (3)$$

ρ - плотность грунта; v - скорости фильтрации; C - теплоемкость грунта.

Произведя некоторые математические действия, получаем, что эффективная теплопроводность равна:

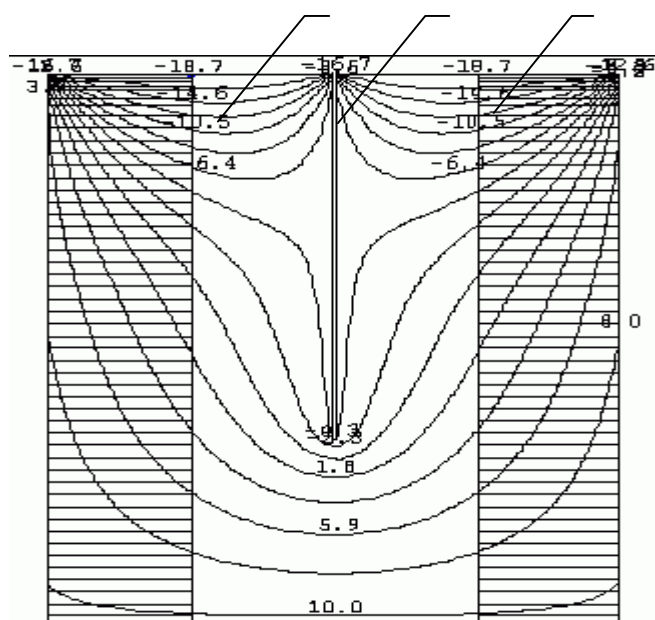
$$\lambda_{\text{эф}} = -\frac{q_{\text{сум}}}{\left(\frac{dT}{dz}\right)} = \lambda \left(1 + \frac{T_1}{T_2 - T_1} \frac{1 - e^{P(z_2-z_1)}}{e^{P(z-z_1)}} + \frac{1 - e^{P(z-z_1)}}{e^{P(z-z_1)}} \right) \quad (4)$$

Отсюда следует, что эффективная теплопроводность меняется по координате и зависит от скорости фильтрации.

3. РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА НА ГРАНИЦЕ ТЕПЛООБМЕННИК ГРУНТ (сухой грунт)

Установим вертикальный теплообменник в сухом грунте и попробуем рассчитать его, решая основное дифференциальное уравнение теплообмена без учета конвекции. Решение уравнения будем производить с помощью программы Therm.

В качестве граничных условий возьмем метеорологические данные для января Чемальского района, Республики Алтай (температура поверхности Земли равна 19°C, температура на глубине 45м 10.3°C, температура на глубине 3,5 м 6.1°C). Теплопроводность грунта рассчитаем по формуле (2). Диаметр теплообменника возьмем равный 168мм, длину 30м, а температуру жидкости внутри теплообменника +5°C. Зону влияния возьмем приблизительно равную 10м по радиусу и 45м по глубине.



- 1 – зона влияния теплообменника
- 2 – тело теплообменника
- 3 – системы полигонов, расположенных с обеих сторон зоны влияния и предназначенные для задания в программе изменения температуры по глубине. Размеры этих полигонов выбраны таким образом, чтобы они не оказывали влияния на «зону влияния теплообменника».

Рисунок 3.1. Поперечный разрез теплообменника и зона его влияния, переданная в программу для расчета теплового потока

Рисунок 1 был нарисован и передан в программу для расчета теплового потока в тело теплообменника. При этом градиент температуры после глубины 3,5 м был выбран равный 0,1°C на 1 м.

В итоге получили: при данных условиях и размерах вертикального теплообменника поток тепла в тело теплообменника на метр длины равен $-8,36E-01$ Вт/м. Знак «минус» означает, что теплообменник не забирает тепло из земли, а наоборот греет ее.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ГРУНТОВОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Для определения зоны влияния теплообменника использовалась программа Therm. А именно, был построен и рассчитан полигон (рис 4.1). В качестве граничных условий были взяты данные из предыдущего расчета.

Далее, взяв точки на изотермах, после которых они выходят на практически ровную площадку, аппроксимировали их. После чего получили следующее уравнение зоны влияния грунтового теплообменника:

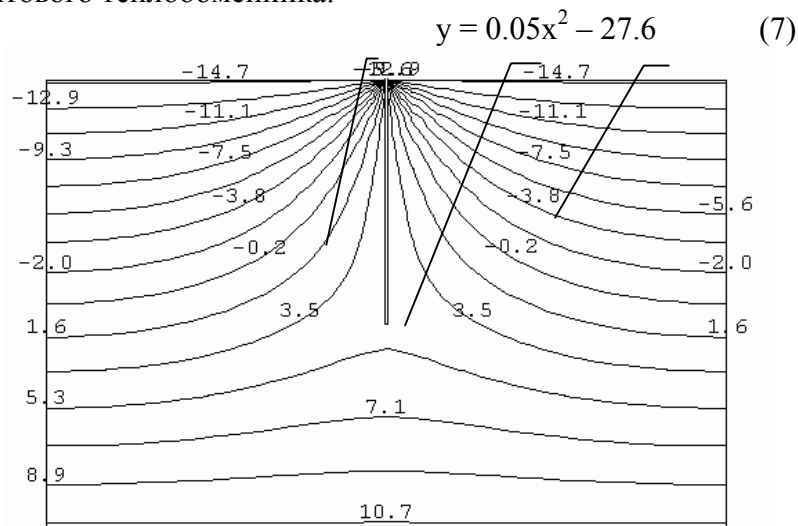


Рисунок 4.1. Вид полигона, построенного и рассчитанного в программе Therm:

1 – тело теплообменника (диаметр 1,68м, длина 30м); 2 – толщина земли (диаметр 82м, глубина 55м); 3 – изотермы.

На рисунке 4.2 показаны исходные точки и аппроксимированная по ним кривая.

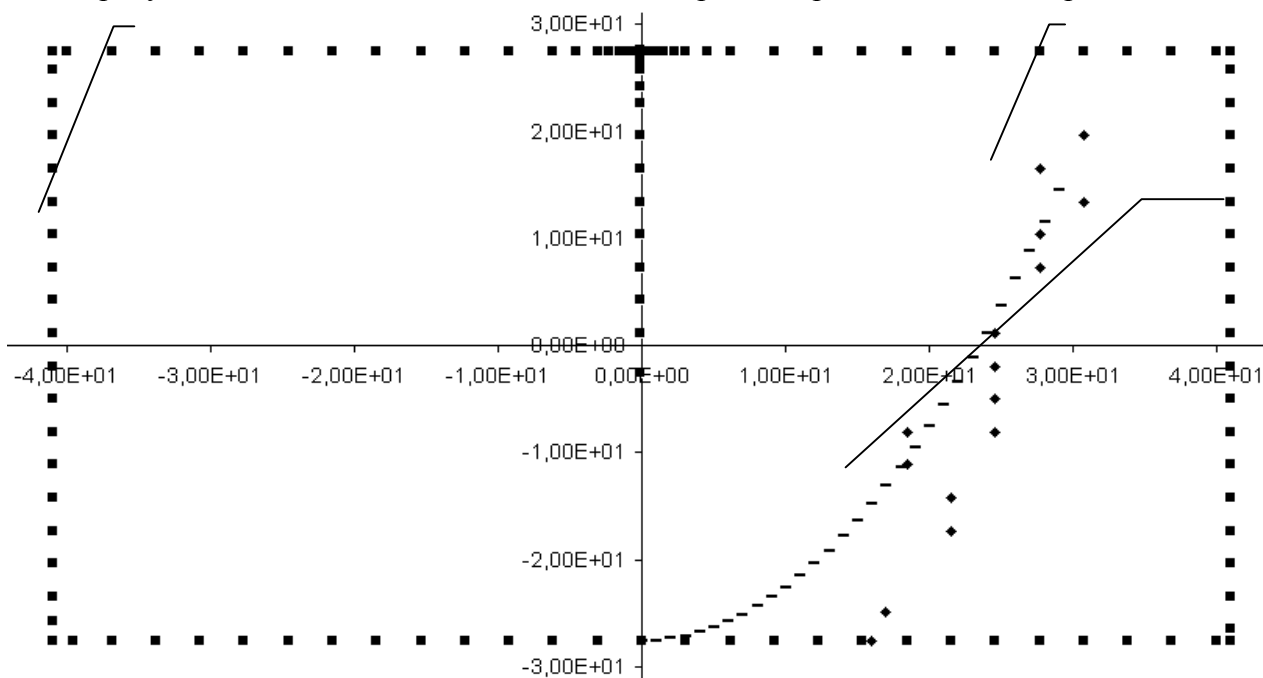


Рисунок 4.2. Зона влияния грунтового теплообменника

1 – границы полигона; 2 – исходные точки изотерм; 3 – граница зоны влияния.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Карпов М.К. – студент гр. Э-94
Федянин В.Я. – научный руководитель

Как известно, одной из основных проблем освоения нетрадиционных источников энергии (солнца и ветра) является резервирование их энергии из-за существенно неравномерного режима генерирования. Резервирование электроэнергии осуществляется зарядным устройством в аккумуляторных батареях. Задача выбора оптимального значения емкости аккумуляторной батареи решается созданием общей модели энергетических процессов энергоавтономного дома и реализацией стратегии автоматического управления этими процессами. Однако на этапе предварительного расчета мы можем выбрать минимальное значение емкости аккумуляторов, исходя из следующих соображений. Резервируемая в аккумуляторах энергия должна обеспечить график нагрузок в паузе, характеризуемой отсутствием притока электроэнергии как от ветроагрегата (ВЭУ), так и от фотоэлектрической станции (ФЭС). Такая пауза в течение суток наиболее вероятна в ночное время. При этом следует учесть, что с точки зрения повышения срока службы аккумуляторов разрядная емкость не должна снижаться более чем на 30% от номинального значения.

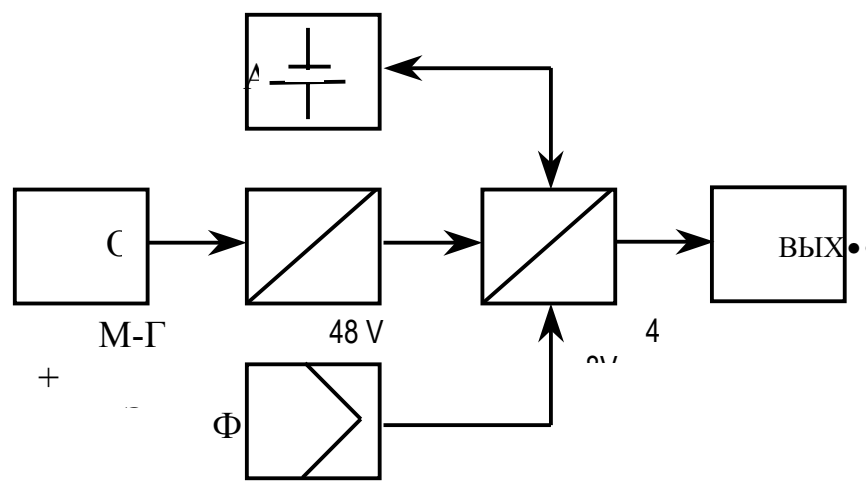


Рисунок 1

Работа по оптимизации параметров аккумуляторных батарей АБ была проведена с помощью специальной программы PVS 2000. Кроме того она может быть применена для выбора генерирующего устройства (солнечных батарей) и составления теоретической модели выработки электроэнергии источником питания. Эта программа составляет вероятностную модель уровня солнечной радиации за год на основании географического расположения батареи. Затем она рассчитывает на основе составленного здесь же графика нагрузки суммарное значение потребляемой энергии, а на основе выбранных генерирующих устройств - количество выработанной электроэнергии и энергии, которую солнечные батареи не покрывают (дополнительная – вырабатываемая ветроагрегатом и мотор-генератором МГ+ВЭУ). Результат выдается в виде графика электроэнергетического баланса энергоавтономного дома.

Как уже было сказано выбор оптимальной емкости АБ может проводиться в соответствии с тем, что резервируемая в аккумуляторах энергия должна обеспечить график нагрузок в паузе, характеризуемой отсутствием притока электроэнергии как от ветроагрегата, так и от фотоэлектрической станции. Но этот принцип так же прост, как и труден в осуществлении, так как для этого необходимо определить какое количество энергии требуется запасти для того времени, когда приток ее отсутствует. При этом сюда накладывается тот факт, что АБ необходима и в том случае, когда приток энергии есть, но ее недостаточно для покрытия графика нагрузки.

В дополнении к этому можно сказать, что выбор величины зарядной емкости ведется между двумя факторами, которые в любом случае следует учитывать. С одной стороны – это цена, с другой – надежность и долговечность. Стратегия выбора емкости очень проста. Дело в том, что чем меньше емкость батареи, тем больше батарея должна совершить зарядно-разрядных циклов для обеспечения своего главного назначения – осуществлять накопление энергии. Но к одной из главных характеристик, определяющих долговечность работы батареи, относится число таких циклов. Поэтому, как следствие, падает срок службы. С помощью все той же программы была проведена серия расчетов, из которых было выяснено, что при малых емкостях батарея в течении суток совершает несколько циклов «заряд-разряд» (например при емкости АБ 90 А·ч совершается в среднем 6 циклов). Но с другой стороны любое увеличение емкости ведет к увеличению стоимости АБ, что дает повод для ограничения чрезмерного увеличения емкости.

Был выбран наиболее оптимальный вариант, когда емкость батареи обеспечивала бы такую ее работу, при которой в наиболее загруженные дни (зимние, рабочие) совершалось бы около одного цикла «заряд-разряд». Справедливо предположить, что эта емкость примерно равна дневной среднегодовой электроэнергии (1300 А ч).

Возможен выбор оптимального значения зарядной емкости батареи еще по одному показателю – дополнительно требуемой энергии (выработанной мотор-генератором), которая выдается в результате расчетов на программе.

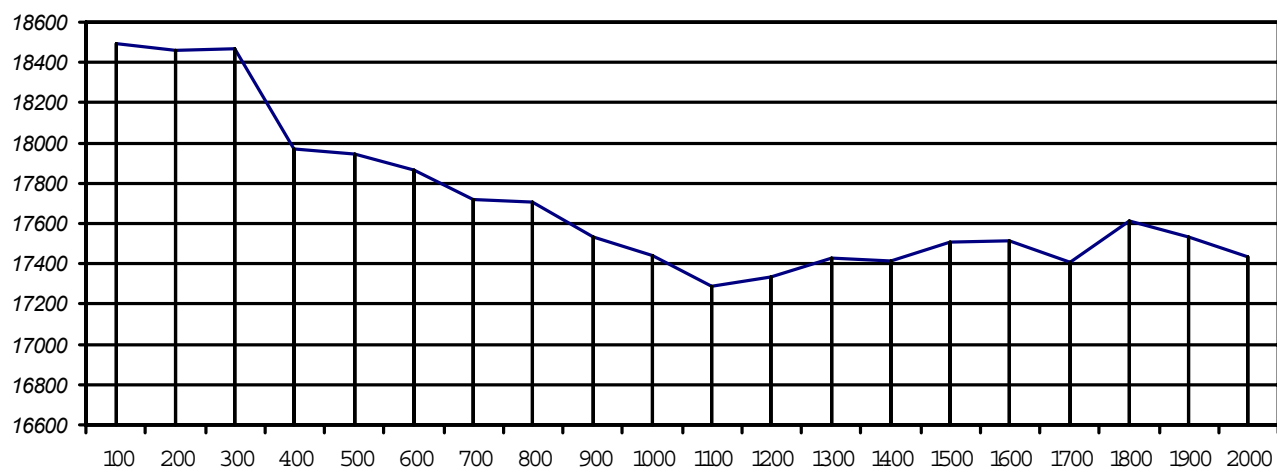


Рисунок 2

Существует несколько основных направлений использования накопителей. Их основная роль может сводиться к аккумулярованию избыточной энергии при отключении значительной части потребителей и последующему использованию накопителей энергии в периоды интенсивного энергопотребления. Устройства могут использоваться для улучшения показателей энергосистем при кратковременном включении потребителей повышенной мощности (компенсировать пиковые нагрузки) и улучшать устойчивость работы энергоустановок и систем. Накопители в этом случае являются демпфирующими элементами между генерирующими установками и потребителями, работающими в нестационарных режимах. И эффективность работы АБ в этом качестве может оцениваться как раз с помощью значения требуемой дополнительной энергии. На основании этих соображений была проведена серия расчетов с разными значениями емкостей и установлена обратная зависимость между емкостью батареи и количеством энергии, которую необходимо дополнительно выработать в дополнении к полученной с помощью солнечных батарей и накопленной аккумуляторами. Причем более выраженная зависимость наблюдается лишь на начальном участке графика (Рис.2) до значения, примерно равного 1100–1300 А·ч. При дальнейшем повышении емкости выше емкости, необходимой в среднем для обеспечения энергией на одни сутки (1300 А·ч или иначе

62,4 кВт·ч), эта тенденция прекращается и дальнейшее увеличение емкости не ведет к существенному уменьшению дополнительно требуемой энергии.

Особое значение уделяется также типу АБ. При выборе можно руководствоваться следующими соображениями. При эксплуатации свинцово-кислотных АБ соблюдается следующий принцип: АБ недопустимо разряжать полностью или оставлять частично заряженной в течение длительного промежутка времени, ее необходимо заряжать как можно раньше после окончания режима разряда. Строгое соблюдение этого принципа способствует увеличению ресурса АБ. Если свинцово-кислотная АБ перезаряжена, то активное вещество положительных электродов может разрыхлиться. В недозаряженной АБ имеет место пониженная емкость, что приводит к увеличению скорости водорода и явлению сульфатации электродов, избыток серы на которых затем очень трудно устранить. Щелочные никель-кадмиевые АБ мало критичны к перезаряду, если он не сопровождается повышением температуры более 318 К (45°C). Если $T > 298^\circ\text{K}$, то происходит саморазряд и емкость АБ несколько уменьшается. В разряженном состоянии эти АБ могут храниться достаточно долго без каких-либо изменений, после чего легко заряжаются. Срок службы их достигает 10 лет.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕПЛОПТЕРЬ ЗДАНИЙ

Зуев М.Г. – аспирант

Федянин В.Я. – научный руководитель

Под действием перепада давлений воздух может двигаться сквозь пористые материалы, т.е. по каналам-капиллярам между отдельными частицами материала (через его поры). Разность давлений по обе стороны ограждающих конструкций определяется гравитационным давлением, являющимся следствием, как разности температур, так и ветрового давления на сооружение. При небольших размерах пор и незначительных скоростях воздуха фильтрация проходит при ламинарном режиме. При ламинарном режиме фильтрации, из закона фильтрации Дарси следует, что воздухопроницаемость ограждающих конструкций можно определить по формуле:

$$G = \rho \cdot v = C_k \cdot \Delta p,$$

где $C_k = k/(v \cdot l)$ – коэффициент, численно равный величине воздухопроницаемости ограждающих конструкций при $\Delta p = 1$, C_k зависит от пористости материала, толщины ограждающей конструкции и вязкости воздуха.

Используя следствие из закона Дарси, воздухопроницаемость ограждающих конструкций можно определить только для стен, так как материал стен имеет мелкие поры, небольшие сечения и незначительные скорости, а значит фильтрация проходит в ламинарном режиме.

При движении воздуха со значительными скоростями в крупнозернистых материалах с большими порами ламинарное движение переходит в турбулентное. При турбулентной фильтрации закон Дарси недействителен и для определения скорости фильтрации пользуются эмпирическими зависимостями:

$$v = C_k \cdot \Delta p^n$$

Воздухопроницаемость ограждающих конструкций в таком случае находится по формуле:

$$G = C_k \cdot \Delta p^n,$$

где n – меняется от 1 до 0,5.

Согласно СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” для окон и дверей $n = 2/3$, для дефектов и трещин в ограждающих конструкциях $n = 1/2$.

Для определения сверхнормативных вентиляционных потерь определим фактическое $g_{\text{ф}}$ и нормативное значение массового расхода воздуха $g_{\text{н}}$ для всего здания. Фактическое значение массового расхода воздуха определяем по формуле: $g_{\text{ф}} = C_{\text{ф}} \cdot \Delta p_{\text{ф}}^n$. Для этого эксперимен-

тальные значения объемного расхода воздуха для различных значений Δp (10 - 50 Па) переводим в массовый расход воздуха и определяем коэффициенты C_ϕ и n с помощью аппроксимации методом наименьших квадратов. Разность давлений Δp рассчитывается с учетом максимальных значений климатических условий местности (скорость ветра, внутренняя и наружная температура) по формуле:

$$\Delta p_\phi = 0,55(\gamma_n - \gamma_v) + 0,03\gamma_n \cdot v^2,$$

где v – средняя скорость ветра за отопительный период, м/с;

γ_n, γ_v – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³.

Среднюю скорость ветра определяем, используя данные “Справочника по климату СССР” с помощью функции Вейбулла.

Используя данные из справочника, определяем вероятность появления ветра со скоростью U , больше некоторой заданной величины U' , $\Phi_{U>U'} = \exp[-\left(\frac{U'}{c}\right)^k]$. Затем находим вероятность распределения скорости ветра $f_u = k/c(U/c)^{k-1} \exp[-(U/c)^k]$, представив $\Phi_{U>U'}$ в линейной форме как $\ln(-\ln\Phi_{U>U'}) = k \cdot (\ln U^k - \ln c)$ и используя аппроксимацию по методу наименьших квадратов, найдем k и c . Далее найдем среднее значение скорости ветра

$v_{cp} = \sum U \cdot f_u$ и v_{cp}^{2n} . Определим v_{cp}^{2n} для каждого месяца из отопляемого периода (октябрь - апрель).

Удельный вес воздуха определяем согласно СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” $\gamma = 3463/(273+t)$, где t – температура внутреннего воздуха (для определения γ_v) и наружного воздуха (для определения γ_n). γ_n определяем при максимальном значении температуры наружного воздуха для каждого месяца отопительного периода. Для каждого месяца отопляемого периода находим Δp_ϕ и среднюю разность давления за весь отопляемый период. Подставив все полученные значения, получим фактическое значение массового расхода воздуха для всего здания с учетом влияния климатических условий.

Нормативное значение массового расхода воздуха g_n равно $3\text{м}^3/\text{м}^2$.

Сравнив две полученные величины фактического массового расхода воздуха и нормативное значение, можем определить величину превышения. При превышении нормативной величины массового расхода воздуха можно определить что дает такие вентиляционные потери и оценить сверхнормативную величину теплопотерь здания.

Используя полученные экспериментальные замеры воздухопроницаемости ограждающих конструкций всего здания G_s , определим воздухопроницаемость окон, балконных дверей, трещин и дефектов ограждающих конструкций. Воздухопроницаемость окон, балконных дверей, трещин и дефектов ограждающих конструкций найдем как разность экспериментальной воздухопроницаемости и воздухопроницаемости стен $G_d = G_s - G_{ст}$. Воздухопроницаемость стен при различных значениях разности давлений (10 - 50Па) находим по формуле:

$$G_{ст} = \Delta p/R,$$

где Δp – разность давления воздуха;

R – сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, которое согласно СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” определяется по формуле:

$$R = \Delta p_n/G^n,$$

где Δp_n – разность давления воздуха на наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции, согласно СНиП II-3-79 определяются по формуле:

$$\Delta p_n = 0,55(\gamma_n - \gamma_v) + 0,03\gamma_n \cdot v^2,$$

где H – высота здания (от поверхности земли до верха карниза), м²;

γ_n, γ_v – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый согласно СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника” по формуле:

$$\gamma = 3463/(273+t),$$

здесь t – температура воздуха: внутреннего (для определения γ_v), наружного (для определения γ_n);

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с.

G_n – нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций берется по таблице 12 СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника”, для стен $G_n = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Так как воздухопроницаемость стены $G_{ст} = C_1 \cdot \Delta p$ и значение величины $G_{ст}$ определяем по формуле (4) для различных значений разности давлений, то используя аппроксимацию по методу наименьших квадратов можем найти коэффициент C_1 .

Найденную воздухопроницаемость окон, балконных дверей, трещин и дефектов ограждающих конструкций G_d , можем разложить на две составляющие:

$$G_d = G_{d1} + G_{d2} \text{ или } G_d = C_2 \cdot \Delta p^{2/3} + C_3 \cdot \Delta p^{1/2},$$

где G_{d1} – воздухопроницаемость окон и балконных дверей;

G_{d2} – воздухопроницаемость через трещины и дефекты ограждающих конструкций.

Так как воздухопроницаемость окон, балконных дверей, трещин и дефектов ограждающих конструкций G_d , найдена для различных значений Δp в диапазоне от 10Па до 50Па, используя аппроксимацию по методу наименьших квадратов, найдем коэффициенты C_2 и C_3 .

Таким образом, общая воздухопроницаемость ограждающих конструкций для всего здания равна сумме воздухопроницаемости через стены, окна и дефекты ограждающих конструкций:

$$G_{об} = G_{ст} + G_{d1} + G_{d2} \text{ или } G_{об} = C_1 \cdot \Delta p + C_2 \cdot \Delta p^{2/3} + C_3 \cdot \Delta p^{1/2},$$

где $G_{ст}$ – воздухопроницаемость через стены здания;

G_{d1} – воздухопроницаемость окон и балконных дверей;

G_{d2} – воздухопроницаемость через трещины и дефекты ограждающих конструкций.

Используя полученные характеристики воздухопроницаемости ограждающих конструкций, можем оценить влияние ограждающих конструкций на вентиляционные потери.

Определяем вентиляционные теплотери Q_n при нормативном значении массового расхода воздуха g_n и Q_f при фактическом значении массового расхода воздуха g_f . Нормативные вентиляционные теплотери Q_n находим по формуле:

$$Q_n = V \cdot g_n \cdot C \cdot G_t,$$

где V – объем здания, м^3 ;

g_n – нормативное значение массового расхода воздуха для всего здания;

C – теплоемкость воздуха;

G_t – градусочасы отопительного периода, находим по формуле:

$$G_t = Z_t \cdot (t_b - t_n) \cdot 24 / 1000,$$

где Z_t – градусосутки отопительного периода;

t_b, t_n – внутренняя и наружная температура воздуха соответственно.

Фактические вентиляционные теплотери Q_f находим по формуле:

$$Q_f = V \cdot g_f \cdot C \cdot G_t,$$

где V – объем здания, м^3 ;

g_f – нормативное значение массового расхода воздуха для всего здания;

C – теплоемкость воздуха;

G_t – градусочасы отопительного периода.

Методика оценки конвективных теплотерь здания рассчитана с использованием данных, полученных с помощью установки Blower Door. Установка Blower Door путем нагнетания и откачивания воздуха в здании при заданной разности давления внутри и снаружи здания, позволяет замерить общий объемный и массовый расход воздуха для всего здания. Замеры объемного расхода воздуха производятся для различных значений разности давления в диапазоне 10 – 50Па. На рисунке 1 - результаты проведенных замеров.

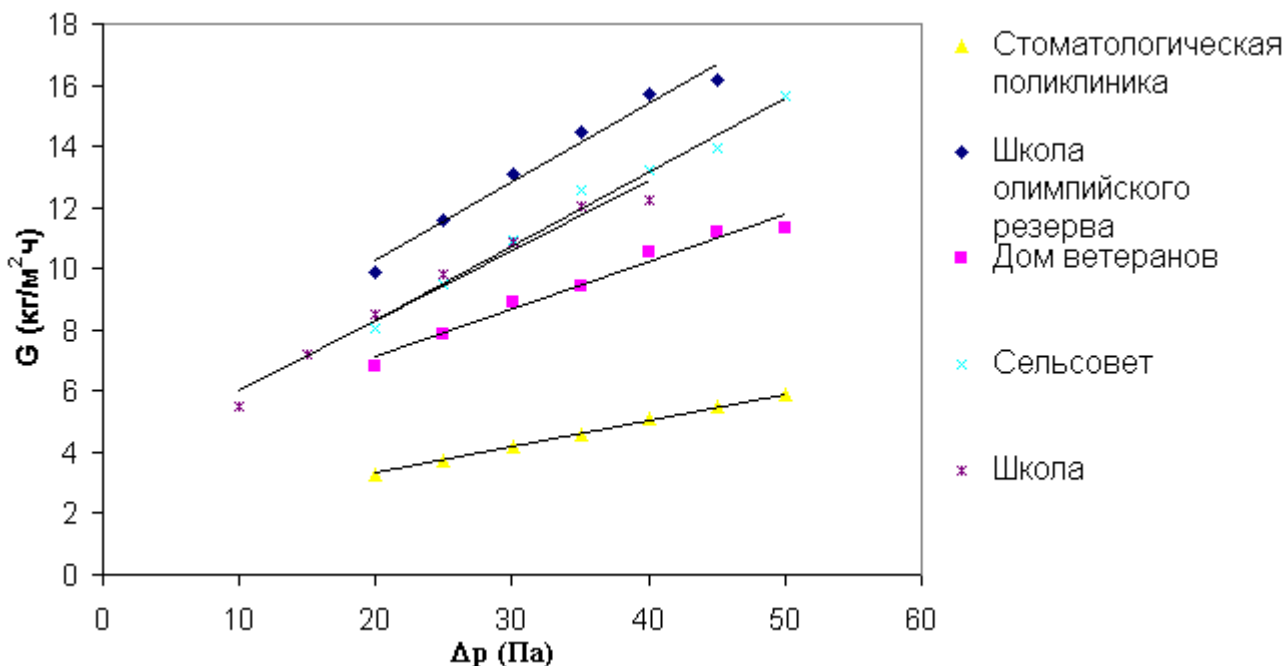


Рис 1

СИСТЕМЫ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Строков Я. Ю. – студент гр. Э-01
 Федянин В. Я. – научный руководитель

Микроклимат помещения, а также тепловое состояние различных объектов, находящихся в нем, во многом зависит от теплового режима пола, с которым объекты находятся в непосредственном контакте.

С теплофизической точки зрения для человека системы напольного отопления создают наиболее благоприятное распределение температуры в помещении («ноги в тепле»). При отоплении полом вся поверхность пола имеет одинаковую температуру и равномерно нагревает каждый объект. Это исключает неприятную циркуляцию воздушных масс и тем самым передвижение пыли и ее завихрение. Снижается вероятность образования влаги и конденсата в покрытиях пола.

Из соображений комфорта и из санитарно-гигиенических соображений температура пола не должна превышать 27 °С, поэтому системы напольного отопления – это низкотемпературные отопительные установки. Кроме того, такие системы по возможности должны эксплуатироваться на температурах подачи ниже 50 °С, поскольку более высокие температуры могут вызвать повреждение покрытия пола. Благодаря большим поверхностям теплообмена системы напольного отопления могут работать на таких низких температурах, передавая тем не менее достаточное количество тепла. Это позволяет использовать низкотемпературные котлы, геотермальные или теплонасосные установки, что значительно экономичнее и экологичнее традиционных систем отопления. Но реализация отопления полностью низкотемпературной системой возможна лишь при малых теплопотерях здания, достижимых только с помощью современных энергосберегающих технологий.

Особенным преимуществом систем поверхностного обогрева является так называемый эффект саморегулирования. Он проявляется в каждой системе независимо от предписанного регулирования в отдельных помещениях. Количество отдаваемой одним нагревательным контуром энергии определяется разницей температур нагревающей поверхности и воздуха в помещении. Если температура воздуха приближается к температуре пола, например, благодаря солнечному излучению, то снижается энергия, излучаемая обогревающей поверхностью. Здесь и проявляется эффект саморегулирования.

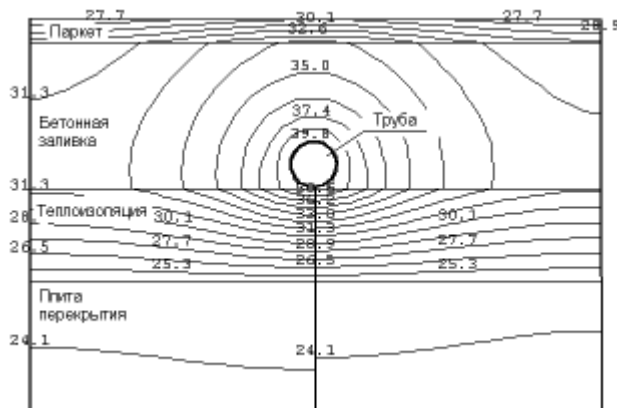


Рис.1

Конструкция пола и его температурное поле представлены на рис. 1. Расположение линейных источников тепла (труб) по оси X с постоянным шагом S создает периодическое по этой оси температурное поле, что позволяет рассмотреть теплопередачу на одном участке, шириной S . При этом теплообмен между смежными участками отсутствует.

Картина распределения температуры позволяет определить температуру поверхности пола и температуру нижней части плиты перекрытия (потолок для нижнего этажа) при данных размерах слоев пола и температуре теплоносителя в трубах. Изменяя толщину теплоизоляции, покрытия пола и температуру теплоносителя, можно добиться оптимального значения необходимых температур.

Далее полученная температура поверхности пола наряду с другими исходными данными используется в расчете остальных параметров, таких как требуемая мощность системы, шаг раскладки труб и необходимая длина трубопроводов.

Порядок расчета:

1. Определяется разность между температурами пола и воздуха помещения Δt .
2. Находится средний коэффициент теплоотдачи поверхности пола.
3. Используя полученные данные, определяется средняя плотность теплового потока к воздуху помещения.
4. Считается термическое сопротивление многослойной конструкции пола. Следует учитывать слои, расположенные выше осей нагревательных элементов.
5. Определяется необходимая средняя температура на уровне заложения нагревательных элементов.
6. Рассчитывается сопротивление теплопередаче от уровня заложения нагревательных элементов к воздуху подполья (или нижнего этажа), т.е. слоев, расположенных ниже осей нагревательных элементов.
7. Находится плотность тепловых потоков в подполье (или нижний этаж) и удельные мощности системы обогрева.
8. Определяется необходимый шаг раскладки труб.
9. Следующим пунктом проверяются разность температур поверхности пола по шагу раскладки труб.
10. Определяется необходимая длина трубопроводов, укладываемых на 1 м^2 , затем общая необходимая длина труб, умножая эту длину на площадь помещения.

Примечание:

Изменяя среднюю температуру теплоносителя в трубах, можно варьировать значения шага раскладки и необходимой длины трубопровода для данного помещения, тем самым определяя оптимальный вариант. Однако следует следить за тем, чтобы разница между максимальной и минимальной температурами $\Delta t_{\text{пола}}$ по шагу раскладки труб не превышала $2 \text{ }^\circ\text{C}$. На $\Delta t_{\text{пола}}$ также можно влиять изменением величины сопротивления теплопроводности покрытия пола (чем оно больше, тем равномернее температура пола, но тем больше потери тепла).

Способы раскладки труб.

Конфигурации змеевиков можно разделить на два основных типа:

- зигзагообразные;
- бифилярные (спиралевидные).

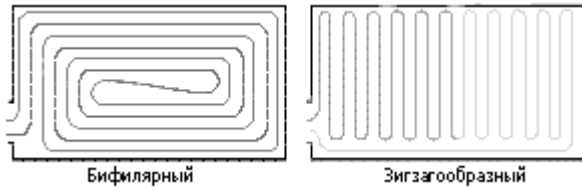


Рис. 2. Варианты раскладки труб

Для первого способа заметен перепад температуры поверхности пола в точках притока и оттока горячей воды. Второй же способ обеспечивает равномерность температуры по всей поверхности пола, поскольку приток и отток располагаются всегда рядом и попеременно.

Регулирование системы отопления

Цель регулирования – обеспечить подачу в нагревательные приборы такого количества тепла, которое компенсировало бы тепловые потери помещения через ограждающие конструкции. При использовании напольного отопления, как единственной системы обогрева помещения, следует применять погодозависимое регулирование, т.е. своевременное изменение температуры воды подающей магистрали при изменении температуры наружного воздуха. На основании проведенного расчета составлен график (рис. 3), который используется для регулирования системы.



Рис. 3

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

К ПРОБЛЕМЕ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕЖОГА ПРОВОДНИКА ТОКОМ ДУГОВОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Полухин О.В. – аспирант каф. ЭТОЭ

Охонько А.Н. – студент гр. Э-84

Анализ статистики пожаров свидетельствует, что среди всех аварийных режимов работы электрических сетей именно короткое замыкание (КЗ) создает наибольшую вероятность возникновения пожара. При этом установлено, что наиболее пожароопасным видом электротехнических устройств являются электропроводки. В основном, такое положение является следствием того, что обычные меры электрической защиты не учитывают пережигającego действия электрической дуги короткого замыкания, при возникновении которой время развития пожароопасной ситуации много меньше времени срабатывания электрической защиты. Разработка рекомендаций по эксплуатации электроприборов, создание новых средств защиты и диагностики аварийных режимов и последующие их внедрение может резко сократить количество пожаров и случаев электротравматизма. Эффективная реализация указанных мер предполагает наличие исчерпывающей информации о характеристиках электротехнических изделий в условиях аварийных режимов работы. Исследование пережигającego действия дугового короткого замыкания дает основу для прогнозирования «поведения» токопроводящих жил, кабелей и проводов в целях их дальнейшего безопасного использования. В качестве основных характеристик пережога рассматривается время пережога и соответствующая величина тока КЗ. Исследования по определению характеристик пережога проводят на основе физического моделирования. Физическое моделирование сопряжено с техническими и организационными проблемами. Поэтому актуальна задача дополнить натурный эксперимент вычислительным. Однако, получение достоверных характеристик пережога расчетным путем на сегодняшний день не представляется возможным, ввиду отсутствия строгого математического описания электрической дуги. Создание такого описания является сложнейшей задачей из-за отсутствия данных о характере распределения плотности тока в основании дуги и механизме перемещения оснований по поверхности токопроводящих жил, сведений о зависимости теплофизических параметров материала контактных пар от температуры дуги и др.

Известно полуэмпирическое выражение, с помощью которого можно рассчитать температуру "поверхности" электрической дуги:

$$T_n = E_d I \left(\frac{750 r_d}{\alpha} + \frac{r_d^2}{4\lambda} \right) \cos \left(E_d \sqrt{\frac{\beta}{\lambda}} \right) + T_c$$

где I - ток, А; λ - коэффициент теплопроводности Вт/(м·К); β - температурный коэффициент удельного электрического сопротивления, 1/(Ом·м·К); r_d - радиус дуги электрического разряда, м; α - коэффициент теплообмена дуги с окружающей средой, Вт/(м²·К). Это выражение дает удовлетворительную корреляцию с экспериментально определенными значениями в диапазоне токов КЗ 500 -1000 А. В этом выражении наибольшие затруднения вызывает определение коэффициента α , сведения по его выбору для дуговых разрядов малочисленны и противоречивы. Поэтому при выполнении исследований этот коэффициент рассчитывается с учетом экспериментальных данных, из отношения

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial r} = -\alpha(T - T_c)$$

где T , T_c - соответственно температура электрической дуги и окружающей среды.

Также известно выражение для определения времени короткого замыкания τ_k :

$$\tau_k = \frac{\pi q_n \gamma d_{эл}^2}{2 \rho I_k J} \quad (1)$$

где ρ - удельное сопротивление жидкого металла, Ом×м; $d_{эл}$ - диаметр электрода, м; J - плотность тока в начале процесса, обычно задают $J = (1 \div 5) \cdot 10^7 \text{ A / см}^2$; q_n - удельная теплота фазового превращения металла, Дж·кг⁻¹; γ - плотность расплавленного металла, кг·м⁻²; I_k - ток КЗ. Данная формула получена в предположении о электрическом взрыве жидкой перемычки проводниковых материалов, возникающем в зоне КЗ.

Необходимость введения различного рода упрощений и допущений ограничивает область применения данных зависимостей, что приводит к поиску методов, способных расширить область применения расчетных средств, заместить дорогостоящие натурные эксперименты.

Перспективным направлением можно признать моделирование на основе метода конечных элементов (МКЭ). Программный комплекс моделирования AnSys реализует указанный метод. Рассмотрим возможный алгоритм позволяющий смоделировать картину короткого замыкания в среде AnSys. Исследуемыми параметрами являются время пережога τ , температура T , ток I и напряженность электрического поля E . Входными параметрами модели служат: материал, сечение и расположение проводника, материал и форма контактной поверхности.

Для моделирования процесса короткого замыкания возьмем следующие исходные данные:

- проводник замкнут на плоскую пластину. Пространственная картина замыкания проводника на пластину описывается параболическим видом проводника.
- сечение проводника 2,5 мм² ;
- напряжение $U=220 \text{ В}$;
- материал проводника и пластины медь;
- толщина пластины $h=4 \text{ мм}$.

Для моделирования на данном этапе разработки используется анализ электрического поля. Анализ электрического поля включает следующие элементы:

- расчет электрического поля;
- расчет плотности тока;
- расчет концентрации заряда;
- расчет количества выделяемого тепла.

В большинстве случаев, анализ электрического поля используется в сочетании с тепловым анализом, чтобы вычислить температурное распределение. Кроме этого, возможен расчет проводимости, необходимый для анализа магнитного поля, создаваемого электрическим током.

Для реализации поставленной задачи в пакете Ansys воспользуемся построением модели замыкания проводника на пластину. В качестве типа элемента взят SOLID 98, 10-узловой твердотельный элемент для расчета электрических и магнитных полей. Первым применяется анализ электрического поля, далее возможен анализ магнитного поля.

После построения модель разбивается на элементы. После разбиения задаются исходные данные. К левой вершине проводника прикладывается потенциал 220 В, а к нижней плоскости пластины потенциал 0 В, и проводится анализ.

Результатами проведенного анализа являются значение вектора напряженности и индукции электрического поля в каждом элементе модели, распределение плотности тока в модели, количество тепла выделяемого в каждом элементе модели.

Повышение адекватности конечноэлементной модели КЗ с использованием данных полученных экспериментальным путем в конечном итоге позволит получать характеристики пережога без проведения физического моделирования.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕЖОГА ЭЛЕКТРОПРОВОДОК ТОКАМИ ДУГОВОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Полухин О.В. – аспирант каф. ЭТОЭ
Охонько А.Н. – студент гр. Э-84

По данным статистики в России основной причиной электропожаров являются короткие замыкания (КЗ), а также токи утечки через изоляцию. При этом наиболее пожароопасными видом электротехнических изделий (примерно 45%) являются электропроводки. К числу основных технических причин такого положения можно отнести следующие:

- согласно действующей методики выбора защиты величина тока КЗ должна превышать минимум в 3 раза номинальный ток плавкой вставки или теплового расцепителя автоматического выключателя. Однако, как свидетельствуют результаты исследований, такая кратность токов КЗ не обеспечивает быстрое срабатывание защиты;
- при выборе защиты не учитывается пережигающее действие электрической дуги, сопровождающей большинство коротких замыканий. При этом время развития пожароопасной ситуации много меньше времени срабатывания электрической защиты.

Проектирование электрической защиты, учитывающей фактор дугового короткого замы-

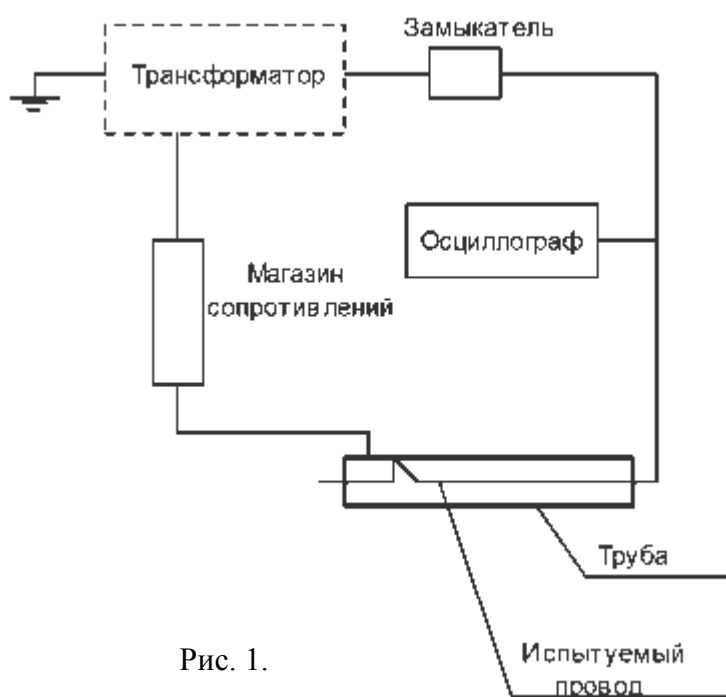


Рис. 1.

кания, возможно на основе сопоставления характеристик срабатывания аппаратов защиты и пережога электропроводки электрической дугой. В качестве характеристик пережога рассматриваются время пережога и соответствующая величина тока КЗ. Получение достоверных характеристик пережога расчетным путем на сегодняшний день не представляется возможным, ввиду отсутствия строгого математического описания электрической дуги. Создание такого описания является сложнейшей задачей из-за отсутствия данных о характере распределения плотности тока в основании дуги и механизме перемещения оснований по поверхности то-

копроводящих жил, сведений о зависимости теплофизических параметров материала контактных пар от температуры дуги и др. Поэтому задача получения характеристик пережога решается на основе физического моделирования.

Методические основы экспериментальных исследований воздействия токов короткого замыкания на электропроводку были разработаны во ВНИИПО МВД СССР под руководством д. т. н. Смелкова Г. И. Методика была разработана для определения пожарной опасности электропроводок с резиновой и пластмассовой изоляцией проложенных в стальных трубах. Использовалось устройство (рис. 1), содержащее в качестве источника питания блок сварочных трансформаторов, соединенный с контактной поверхностью. В качестве контактной поверхности использовались стальные трубы длиной 0,5 м и 1 м заполненные проводами, один из которых был соединен с источником питания, имел оголенный участок длиной 5-6 мм, которым касался стенки трубы. В качестве устройства регистрации результатов опытов использовался шлейфовый осциллограф. Напряжение 220 В прикладывалось между проводом и трубой. В месте касания провода с участком трубы возникало как недуговое металли-

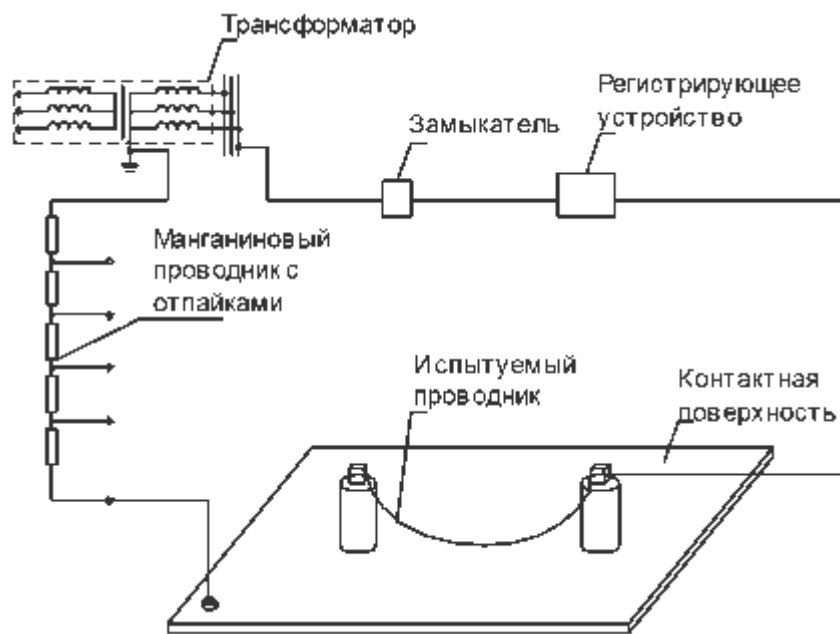
ческое КЗ, так и короткое замыкание через электрическую дугу. В результате происходило либо приваривание проводника к трубе, либо его пережигание. В ходе экспериментов фиксировались мощность дуги КЗ, на основе этих данных рассчитывалось значение выбранного критерия пожароопасности и принималось решение о пожароопасности испытуемого типа электропроводки в данных условиях.

В дальнейшем методика использовалась для исследования различных аспектов дугового короткого замыкания.

Опыт данной методики был использован при разработке специальной методики для получения характеристик пережога электропроводок токами дугового КЗ. На рис. 2 приведена схема установки для определения характеристик пережога электропровода током дугового короткого замыкания. В качестве источника питания используется силовой трансформатор. Для регулирования тока короткого замыкания служит манганиновый проводник с отпайками. Испытуемый проводник вводится в соприкосновение со стальной пластиной, выполняющей роль контактной поверхности. Короткое замыкание создается включением замыкателя. В ходе экспериментов измеряется время протекания тока в цепи до переплавления проводника и ток короткого замыкания. Фиксируются результаты опытов, сопровождающихся устойчивой дугой КЗ. Опыт свидетельствует, что из десяти КЗ устойчивой дугой сопровождается не более двух.

Требуемый объем опытов n определяется как:

$$n = [\Phi_0^{-1}(\gamma/2)]^2 pq/\epsilon^2,$$



где Φ_0^{-1} – обратная функция Лапласа; γ – доверительная вероятность; p – вероятность появления дуги КЗ; ϵ – доверительный интервал. Так, при $p=0,2$, $\epsilon=0,05$, $\gamma=0,95$ $n=243$, т. е. необходимо произвести 243 испытания.

Требуемый значительный объем опытов закончившихся устойчивым дуговым КЗ приводит к поиску путей совершенствования методики. Важными представляются два направления: увеличение относительного числа экспериментов сопровождающихся устойчивой электрической дугой, а также автоматизация процесса проведения эксперимента, фиксации и обработки результатов.

Реализация указанных направлений позволит повысить эффективность исследований по определению характеристик пережога электропроводок токами дугового короткого замыкания.

ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ В ПРИБОРАХ ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Чумаков И.А. – аспирант
Якунин А.Г. - научный руководитель

Создание акустических приборов охранных сигнализаций применительно к новым объектам контроля в настоящее время является актуальной задачей. Одним из перспективных направлений в этой области является защита замков и дверей от взлома и несанкционированного вскрытия. Но для создания прибора, реализующего данную задачу, требуются данные о

структуре электрического сигнала на выходе первичного преобразователя, регистрирующего акустические колебания и вибрации контролируемого объекта. К сожалению, определение параметров сигнала, основанное на расчете математической модели объекта контроля и первичного преобразователя, невозможно ввиду необходимости учета чрезмерного количества значащих факторов. В связи с вышесказанным, параметры структуры акустических сигналов были получены эмпирическим путем.

В качестве объекта контроля были выбраны, как наиболее распространенные, накладные замки с сувальдным и цилиндрическим типом запорного механизма. Исследования проводились для металлических и деревянных дверей. В качестве первичного преобразователя был взят пьезоэлектрический элемент. Все воздействия были разделены на три группы: типовые шумы и помехи (шум, легкий стук), тревожные (сильные удары, инструментальное воздействие) и штатное открывание замка.

Исследования показали, что сигналы, связанные с непосредственным воздействием на объект, имеют амплитуду как минимум в пять раз большую, чем сигналы, обусловленные внешними шумами.

Структура сигнала при стуке и ударах совпадает. Отличие заключается только в разности амплитуд, составляющей 6 дБ и более.

При штатном открывании замка осциллограмма сигнала имеет несколько характерных участков, не зависящих от типа запорного механизма (рис. 1). Участок 1 соответствует установке ключа в замок, 2 – освобождению стопорных механизмов, фиксирующих ригель замка, 3 – движению механизмов замка при повороте ключа, 4 – установке стопорных механизмов. Участки 2 – 4 повторяются по количеству оборотов ключа.

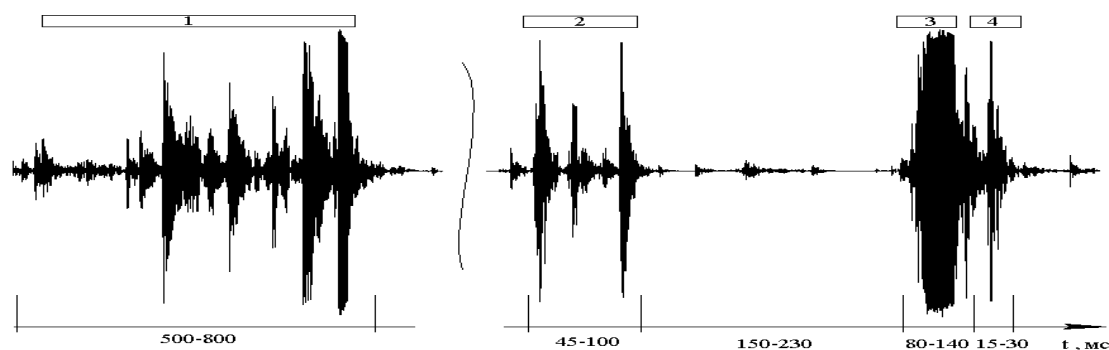


Рис. 1

При различных инструментальных воздействиях на механизмы замка вид осциллограммы совпадал с участками 3 и 4 рис. 1, отличаясь лишь продолжительностью.

Исследования проводилось для сигналов при ударном и при инструментальном воздействии, как наиболее характерных для своих групп. Сигналы сравнивались по параметрам огибающей и частотному составу. Исследования показали, что амплитуда сигналов в данном случае не является информационной характеристикой. Также было выяснено, что при ударе и стуке длительность основного сигнала не превышает 100 мс и имеется большой участок затухания, сопровождаемый низкочастотным колебательным процессом. В случае инструментального воздействия длительность сигнала составляет от 100 мс до нескольких секунд, огибающая характеризуется множеством случайных выбросов и быстрым спадом. При исследовании частотного состава были выделены несколько характерных частот: для удара – 100 Гц, 605 Гц, 1400 Гц, 4500 Гц; для инструментального воздействия – 605 Гц и 1800 Гц. При этом для различных воздействий отличается очередность частотных всплесков в спектре сигнала. Данный ряд частот обусловлен резонансными явлениями как в полотне двери, так и в пьезоэлектрическом преобразователе.

На основе полученных данных был построен прибор, выделяющий тревожный сигнал путем анализа амплитудных характеристик и частотного состава сигнала первичного преобразователя. При этом вероятность обнаружения тревожного воздействия составила 0,95, а вероятность ложных срабатываний не превысила 0,5 для легких ударов по двери и 0,01 при внешних шумах. В дальнейшем планируется модифицировать прибор для снижения вероятности ложных извещений путем введения микропроцессорного блока, обрабатывающего длительность и очередность следования высокочастотных выбросов в спектре сигнала.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ»

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДАЧИ ПРОДОЛЬНО-СТРОГАЛЬНОГО СТАНКА

А.Ю. Беспалов - студент группы ЭТ-81

М.И. Стальная - научный руководитель

Продольно-строгательный станок - металлорежущий станок, в котором при продольном перемещении стола, процессе строгания, резцом с детали в течение рабочего хода снимается стружка.

Продольное перемещение стола, при рабочем ходе, является главным движением.

Движением подачи называется перемещение суппорта и резца, в течение одного двойного хода, перпендикулярно главному движению стола.

Вспомогательными движениями называются: быстрое перемещение траверсы и суппортов; подъем резцов при обратном ходе и т.д.

При проектировании приводов подач тяжелых продольно-строгальных станков необходимо исходить из следующих основных требований:

1. Диапазон регулирования подач достигает 150 : 1. Отклонения установленных величин подач не должны превышать паспортные данные более чем на ± 10 ($\varphi-1$) %.

2. Устройство для подачи должно допускать работу с частотой включения до 1000 в час, причем управление величинами подач должно происходить с одинаковой точностью.

3. Система управления электроприводом подачи должна предусматривать возможность совместной работы с устройствами числового программного управления.

4. Время подачи должно оставаться постоянным при любой величине подач.

Станок модели 7212, находящийся в эксплуатации, не удовлетворяет этим условиям, которые должны выполняться в процессе производственного цикла.

В связи с этим была осуществлена модернизация электропривода станка, вызванная необходимостью приближения технических данных установленных станков к показателям вновь проектируемых, более прогрессивных моделей.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ АЭП

Исаенко Н.Н., Патраков Ю. В. - студенты гр. ЭТ – 81

Головачев А. М. – научный руководитель

В настоящее время резко возросли требования к образовательной и профессиональной подготовке специалистов. Поэтому появилась необходимость создания единой системы непрерывного образования. Необходимо осуществлять решительное развитие творческих способностей будущих специалистов, опираясь на самостоятельную работу, активные формы и методы обучения, моделирование производственных практических ситуаций.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты имеют возможность закрепить на практике теоретический материал. Для более успешного изучения курса «Автоматизированный электропривод» разработаны три лабораторных работы, которые способствуют получению практических навыков работы с двигателями постоянного и переменного тока. Изучению их основных характеристик, режимов пуска и торможения, реостатного способа регулирования частоты вращения ДПТ, методик экспериментального определения момента инерции, методов автоматизации пуска ДПТ, методики расчета параметров схемы автоматизированного пуска и торможения.

Первая лабораторная работа посвящена исследованию режимов работы ДПТ с независимым возбуждением. Для этого используется лабораторный стенд СПД-1, который состоит

из электромеханического агрегата и приборного блока, соединенных между собой двумя силовыми и одним измерительным кабелями.

Темой лабораторной работы 2 является «Исследование режимов работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Используется лабораторный стенд САД-1 состоящий из электромеханического агрегата и приборного блока.

Лабораторная работа 3 проводится на лабораторном стенде САФВ-2 состоящего из электромеханического агрегата (высоко моментный двигатель постоянного тока 1ПИ12. 11 – 11 – 202М с возбуждением от постоянных магнитов и сочлененной с ротором инерционной массой, для затягивания переходных процессов). В этой работе рассматриваются динамические режимы электропривода (пуск и торможение ДПТ).

Таким образом, представленные лабораторные работы позволяют учащимся на практике почувствовать действие автоматизированного электропривода.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ПОДАЧИ УГОЛЬНОГО ДОЗАТОРА

Д. В. Яшков - студент гр. ЭТ-81
Т.Б. Радченко – научный руководитель

При подготовке шихты. для производства кокса важнейшую роль играет точная дозация различных марок угля. Привод дозатора должен удовлетворять следующим требованиям: большой диапазон и плавность регулирования, надежность, а также приемлемая стоимость. Если применять асинхронный электродвигатель, то для достижения необходимых характеристик система управления должна одновременно изменять и напряжение статора, и частоту напряжения. А это ведет к снижению надежности, повышению габаритов и цены привода. Поэтому было принято решение о применении двигателя постоянного тока, для которого, в свою очередь, необходим выпрямитель. На основании анализа научно-технической литературы по вопросу выбора преобразователя, наиболее подходящим оказался трехфазный нулевой выпрямитель.

В качестве системы управления в новом электроприводе используется регулятор частоты вращения двигателя с внутренним контуром регулирования тока якоря. Эта система управления имеет ряд достоинств:

- каждая регулируемая величина (ток якоря, частота вращения) легко ограничивается;
- упрощается схемотехника за счет применения современных одинаковых операционных усилителей с обратными связями через РС-цепи;
- упрощается эксплуатация и обнаружение неисправностей;
- оптимизация контуров регулирования осуществляется методом подбора частотных характеристик при помощи потенциометров;
- предусмотрена защита от увеличения напряжения и тока якоря.

Кроме того, почти вся силовая часть (тиристоры, импульсные трансформаторы) заимствованы со старого привода, что делает производство новой системы более экономичным.

Таким образом, данная разработка доказала свою актуальность и целесообразность.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТАУ

Кочнев В. А.- студент гр. ЭТ-81
Головачев А. М. - научный руководитель.

Основная цель автоматизации состоит в том, чтобы исключить непосредственное участие человека в управлениями производственными процессами и другими техническими объектами. Автоматизация должна обеспечивать наиболее выгодные, оптимальные режимы работы как отдельных агрегатов, так и всей системы в целом. В автоматизированном производстве человек должен лишь контролировать ход процесса

Необходимость автоматизации различных процессов объясняется увеличением производительности, быстроты движений, и размеров мощности машин, увеличением точности и усложнением характера производственного процесса. Для человека становится затруднительным или даже невозможным достаточно быстро и точно управлять движением машины. Эффективное использование производственных агрегатов, разработка новых высокопроизводительных установок становится возможным в ряде случаев лишь при переходе от ручного управления к автоматизированному.

Предлагаемый лабораторный практикум преследует цель закрепления знаний студентов по наиболее сложным разделам курса теории автоматического управления. В этих работах изучаются динамические свойства линейных и нелинейных систем. Все исследуемые системы воспроизводятся на электронной моделирующей установке типа КСТ-4. Такая установка обеспечивает высокую точность. Воспроизведения заданной системы по ее структурной схеме и позволяет изменить масштаб времени, что не возможно осуществить на реальных физических элементах. Достоинства: Задание структуры и параметров исследуемой схемы осуществляется с помощью потенциометров, тумблеров и переключателей без применения штекеров и разъемов, чем достигается высокая надежность, удобство и оперативность подготовки. Наглядность представления исследуемой системы, защищенность комплекса от любых неправильных включений позволяет повысить степень самостоятельности выполнения лабораторных работ, допускает постановку творческих задач перед студентами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНАХ

Н. И. Лисина - студентка гр. ЭТ-81
М.И. Стальная – научный руководитель

В настоящее время в современных трамваях в качестве источника питания используется система тяги на постоянном токе. При такой системе трехфазный ток от электрической станции подводится к тяговым подстанциям, на которых понижается напряжение, и трехфазный ток преобразуется в постоянный. Далее по электротяговой сети электрическая энергия в виде постоянного тока при напряжении 600 В передается к подвижному составу. При системе на постоянном токе сечение контактной сети составляет 100-150 мм², а расстояние между тяговыми подстанциями примерно равно 7-10 км. Недостатками такой системы являются большие потери, большая металлоемкость.

В связи со значительными недостатками в системе на постоянном токе необходимо сделать так, чтобы трамвайные вагоны могли работать непосредственно от переменного тока напряжением 6-10 кВ. Тогда трехфазный ток на тяговых подстанциях только преобразовывается в однофазный, и далее через электротяговую сеть при напряжении 6-10 кВ подводится к подвижному составу. Главная особенность таких трамваев заключается в применении на каждом моторном вагоне понижающего трансформатора и полупроводниковой выпрямительной установки. Трансформатор уменьшает напряжение контактной сети до величины, наиболее выгодной для работы тяговых двигателей. Это позволяет регулировать напряжение, подводимое к двигателям, что обеспечивает более высокие тяговые свойства.

Достоинствами такой системы является то, что контактная сеть выполняется более легкой с сечением проводов 50-60 мм². Следовательно, потребуется примерно вдвое меньше цветного металла. Расстояние между тяговыми подстанциями увеличится вдвое при такой же длине контактной сети. Например, если город будет расширяться, и будут появляться новые маршруты трамваев, то не потребуется строить новые тяговые подстанции.

Итак, замена системы постоянного тока на систему переменного тока в трамвае является актуальной проблемой.

СУХИЕ ВОДО-РАСТВОРИМЫЕ ЭКСТРАКТЫ

О.А. Ляпин, В.В. Шевченко - студенты гр. ЭТ-81
М.В. Радченко - научный руководитель

Алтайский край является регионом, в котором естественным путем произрастает огромное множество разнообразных лекарственных растений. Некоторая часть растительного сырья идет на приготовление различного рода чаев, настоек, суспензий, бальзамов, которые довольно эффективно используются в такой области медицины как фитотерапия. Но к великому сожалению большая часть лекарственного сырья ежегодно попросту пропадает.

Одним из эффективных методов качественной переработки лекарственного растительного сырья является экстракция. Экстракты – это вытяжки из лекарственного сырья, полученные различными методами. Наиболее перспективным методом переработки растительного сырья является экстрагирование под воздействием вакуума. Экстракты получаемые таким путем обладают рядом преимуществ по сравнению с другими методами переработки сырья:

1. Объем полученного продукта (экстракта), в десятки раз меньше объема исходного сырья.
2. Срок годности сухих водо-растворимых экстрактов составляет несколько лет.
3. Экстракты очень удобно транспортировать.
4. Экстракты не содержат спирта, поэтому не имеют связанных с этим противопоказаний (например, для детей и людей с алкогольной зависимостью).
5. Экстракты очень просты в своем применении, на их основе можно изготовить различные лекарственные препараты, это мази, порошки, таблетки, драже и многое другое.
6. По концентрации биологически активных веществ сухие водо – растворимые экстракты лекарственного растительного сырья превосходят аналогичные фармакопейные препараты.
7. Производство экстрактов идет при температуре не выше 100°C, что ведет к сохранению полного витаминного букета в готовом продукте.

Метод вакуумного экстрагирования довольно прост в осуществлении и не требует больших материальных затрат. Основными этапами осуществления этого процесса является: а) подготовка сырья; б) экстрагирование; в) концентрация и сушка; г) конечная обработка.

ВАКУУМНАЯ УПАКОВКА ТОВАРОВ ШИРОКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.Е. Созутов, Д.А. Пунда - студенты ЭТ-81
М.В. Радченко - руководитель

Для производителей и реализаторов пищевых продуктов упаковка и как процесс, и как изделие зачастую не менее важны, чем сам товар и процесс его производства. Особенно возрастает роль упаковки при насыщении рынка.

И в нашей стране, где идеология и техника этого вида деятельности находятся на начальном этапе развития, тем не менее, повсеместно ощущается возросший потребительский спрос на хорошо упакованный и оформленный товар. Соответственно возрастает интерес к различным видам фасующего, дозирующего и упаковочного оборудования. Большой популярностью, в частности, пользуются вакуумная упаковка и упаковка в термоусадочную пленку. В обоих случаях объект плотно обтягивается тонкой прозрачной пленкой, не пропускающей воздух и влагу, что не только обеспечивает сохранность продукта, но и придает ему привлекательный вид.

В принципе упаковка может улучшить объективное качество товара уже своим наличием - увеличивает срок хранения, гигиеничность и т.д. Кроме того, она является одеждой, по которой, как известно всех встречают. Это свойство упаковки настолько универсально и абсолютно, что производители не желают никаких средств для привлечения новейших достижений полиграфического искусства.

В НИИ вакуумных технологий при АГТУ г. Барнаула были разработаны машины для вакуумной упаковки. На данный момент уже существуют три типа этих машин. Первая схема была выполнена на электромагнитных реле, срок надёжной работы которых зависит от эксплуатации и режимов работы. Во второй системе управления было принято решение разработать электронную часть на основе полупроводниковой технологии, преимущества которой, по сравнению с реле, очевидны.

Проведя анализ этих схем, был найден один общий недостаток – сильная зависимость от температуры окружающей среды. Это связано с тем, что все временные задержки выполнены с помощью дифференциальных цепочек, работа которых сильно зависит от окружающей температуры. Чтобы устранить этот недостаток в новой схеме был использован аналоговый таймер КР1006ВИ1.

СИСТЕМЫ УРАВЛЕНИЯ УСТАНОВОК ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

К.И. Лисин – студент гр. ЭТ-81

О.А. Орлов – аспирант

М.В. Радченко – научный руководитель

В современных условиях рыночной экономики намного выгоднее не менять изношенные узлы и агрегаты, а как можно дольше сохранять их эксплуатационные характеристики и свойства.

Защита поверхности деталей от коррозии, механического, эрозионного изнашивания, а также ремонт поврежденных деталей и улучшение свойств поверхности – все эти проблемы решаются с помощью защитных покрытий, которые наносятся установками газотермического напыления или наплавки.

Наиболее экономически выгодным и технологически простым способом нанесения покрытий является процесс газопламенного напыления (ГПН). Способ газопламенного нанесения покрытий реализуется с помощью газопламенных аппаратов и установок различных типов. Сущность его заключается в том, что горючий газ и окислитель при заданном соотношении смешиваются, образовавшаяся горючая смесь через отверстия соплового устройства подается в окружающую среду, где поджигается и образует факел. В него подводят порошок или проволоку, частицы которых распыляются и ускоряются в факеле, затем наносятся на основу, формируя покрытие. Применяемое оборудование имеет малые габаритные размеры, не требует специальных источников питания, может работать в любых, даже полевых условиях. Вышеперечисленные свойства оборудования позволяют применять его для непрерывных и стабильных технологических процессов.

При современном уровне развития промышленности большинство процессов, в том числе и газопламенное напыление, требуют разработки и внедрения систем управления, которые позволят механизировать или полностью автоматизировать процесс производства. Потребность в автоматизации газопламенного напыления является актуальной задачей в условиях поточного производства. Например, для ПО «Бийскэнергомаш» требуется разработка системы управления установкой нанесения покрытия на колпачок для специальных котлов с кипящим слоем, позволяющих сжигать низкосортное топливо (уголь), запасы которого в Сибири довольно велики. Вышеупомянутый колпачок подвергается механическому стиранию песком и воздействию на него температуры, поэтому приходится менять его перед началом отопительного сезона, причем в каждом котле таких колпачков установлено от 400 до 1000.

Большинство существующей в нашей стране аппаратуры ГПН построено на основе вентильно - клапанного принципа управления, т.е. с ручным управлением. Все попытки автоматизации оборудования с применением современных систем управления в своем большинстве сводятся к модернизации работы клапанной системы или системы газораспределения.

Перспективным направлением модернизации имеющихся, или разработки, более современных систем управления, является полная автоматизация процесса перемещения горелки относительно обрабатываемого изделия.

В производственных условиях при нанесении покрытий даже на серии однородных изделий трудно обеспечить строгую повторяемость траектории движения горелки. Идеальным вариантом было бы разработка системы, позволяющей обрабатывать деталь сложных геометрических форм, что возможно реализовать с помощью ЭВМ. Деталь требуемого размера и формы моделируется на экране монитора, а система управления автоматически распознает траекторию движения горелки. В данном проекте рассматривается вариант, когда оператор с помощью пульта управления задает координаты крайних точек поверхности детали прямоугольной формы. Горелка в автоматическом режиме перемещается по заданной траектории с помощью электропривода, работа которого осуществляется микроконтроллером.

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЕ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

О.Е.Домнич, Кулаков А., Фроленко А. – студенты гр. СП-81
О.А.Орлов, А.А.Закуваев – аспиранты,
М.В. Радченко – научный руководитель

При сложившейся в настоящее время обстановке в нефтегазовой промышленности наиболее экономически оправданным методом является не замена изношенного оборудования, его агрегатов и узлов на новые, а сохранения работоспособности эксплуатируемых.

Эффективным решением проблемы долговечности таких деталей, как например элементов запорной арматуры, может служить использование технологий создания защитных износостойких, коррозионно-стойких покрытий методами напыления, наплавки или плакирования.

Одним из наиболее экономичных и простых способов нанесения защитных покрытий является газопламенное напыление (ГПН), позволяющее формировать и оплавливать слой в одной операции, что обеспечивает надежную защиту от износа под воздействием абразивных и ударных нагрузок, от коррозии и температурных влияний, воздействия кислот, щелочей и солей, присутствующих в продуктах нефтеперекачки.

Как известно, оборудование для ГПН имеет малую массу и габариты, не требует источников электропитания, его можно эксплуатировать в нестационарных условиях и полевых условиях.

Поэтому в блоке опытно-экспериментальных работ по ГПН защитных покрытий на элементы запорной арматуры используется установка для газопламенного напыления “КЕДР”. Она предназначена для автоматизированного и механизированного нанесения покрытий из металлических и керамических порошковых материалов с температурой плавления не более 2000 C^0 с целью восстановления изношенных поверхностей и защиты от коррозии. Аппаратура состоит из пульта управления, горелки со сменным порошковым питателем, питателя стационарного, редукторов, кабелей и шлангов. Видом горючего газа является ацетилен пропан-бутан, а транспортирующим - кислород.

Принцип работы установки заключается в том, что струя кислорода (воздуха) со взвешенными в ней частицами порошкообразного материала, пропускаются через факел пламени. Частицы порошка, проходя через пламя, нагреваются до пластического состояния, при ударе о специально подготовленную поверхность сцепляются с ней и образуют покрытие.

Объектом изучения в работе является разработка технологии нанесения защитных покрытий на установке газопламенного напыления “КЕДР” на плоские и сферические поверхности, а также исследование физических механических свойств полученных покрытий, расчет экономической эффективности данной технологии и формирование технологических рекомендаций по ГПН для улучшения работоспособности поверхности конкретных изделий.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПРИВОДА СВЕРЛИЛЬНОГО СТАНКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДВУХСТОРОННИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Е.М. Казанцев-студент гр. ЭТ-81
В.Л. Пешков – научный руководитель

В настоящее время актуален вопрос внедрения автоматизации технологического процесса в мелкосерийное производство. Сверлильный станок для изготовления двухсторонних печатных плат разработан для малых производств и имеет экономические показатели вполне приемлемые для быстрой окупаемости и оправданной прибыльности установки.

Станок может сверлить отверстия в текстолите, толщина которого не более пяти миллиметров. Площадь, обрабатываемая сверлильным станком, составляет 220*270 мм. Система управления является универсальной и позволяет проводить быстрое переналаживание станка при переходе на выпуск новых изделий, благодаря использованию миниЭВМ в управлении работой станка.

Использование в станке на движении подачи синхронно-шаговых двигателей устраняет необходимость в использовании сложной системы с датчиками положения рабочей каретки и в обратных связях. Используемая электронно-вычислительная машина (требования, предъявляемые к ЭВМ программой PORT :-процессор 286 и выше; -наличие ОЗУ (RAM) от 128 Кб; -наличие параллельного LPT-порта; -манипулятор типа “мышь“) вырабатывает сигнал управления в цифровом виде, в этом случае для управления обычным двигателем нужен цифро-аналоговый преобразователь, кроме того, привод должен отрабатывать постоянную частоту вращения, но и заданный угол поворота вала двигателя при небольших перемещениях. Все выше сказанное привело к установке в станке привода с синхронно-шаговыми машинами .

Были полностью синтезированы и рассчитаны, которые требуют минимальных затрат для успешного внедрения в : коммутатор, блок питания, приставка усиления управляющего сигнала ЭВМ; коммутатор выполнен на транзисторных ключах. Также была выбрана программа PORT, требующая от оператора начальных навыков работы на компьютере и позволяющая в короткие сроки освоить и применять её для управления работой сверлильного станка .

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДА ПРОДОЛЬНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА С ЧПУ

Т.В. Хижняк – студент гр. ЭТ-81
М.И. Стальная – научный руководитель

Станки с ЧПУ сочетают в себе высокую производительность и точность работы автоматов с гибкостью универсальных станков.

Наиболее эффективно использование станков с ЧПУ в мелкосерийном и единичном производстве при точной обработке сложных по конфигурации изделий.

В зависимости от типа станка с ЧПУ и производимой на нем операции производительность его в сравнении с объемными станками может увеличиться от 10-20% до 500-600%.

Значительный экономический эффект при использовании станков с ЧПУ достигается за счет существенного сохранения вспомогательного времени.

Станки с ЧПУ при их высокой стоимости сравнительно быстро окупаются.

Программное управление фрезерного станка позволяет быстро изменить последовательность производственного процесса (переналадить станок) путем замены одной программы другой (изменения данной программы).

В числовом представлении задаются как технологические команды о режимах обработки, так и информация о геометрических размерах обрабатываемого изделия.

Для изменения параметров обработки необходимо заменить двигатель, изменить систему управления и разработать программное управление новым приводом фрезерного станка.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ С УДАЛЕННЫМ КОНТРОЛЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ

Беликов Б.В., Шкуропацкий П.А. - студенты гр. Э-71
Хомутов С.О. - научный руководитель

Одним из направлений повышения качества электроснабжения и экономической эффективности использования электротехнического оборудования является повышение уровня подготовки специалистов в учебных заведениях и на предприятиях, с качественной проверкой знаний, как в процессе обучения, так и в процессе работы. Научно-технический прогресс в нашей стране требует непрерывного совершенствования содержания и форм обучения, повышения эффективности учебного процесса. В решении этих задач особое место принадлежит техническим средствам контроля и управления учебным процессом.

В связи с выше сказанным был проведен анализ существующих в настоящее время методов преподавания и контроля знаний и навыков, получаемых в процессе обучения. На основании полученных результатов была создана система педагогического тестирования. Программа была реализована с помощью языков программирования HTML и ASP, что дает возможность ее использования через локальную сеть внутри вуза или через сеть Internet за его пределами, это позволяет осуществить удаленный контроль результатов.

Основным объектом исследования в данной работе являлось совершенствование системы образования, существующей в высших учебных заведениях в настоящее время. Характерными особенностями программы являются ее универсальность, простота в обращении, возможность расширения использования. Универсальность заключается в том, что тестирование может осуществляться в среде таких распространенных операционных систем, как Windows 95/98/Me/2000/XP, как на одном локальном компьютере, так и на нескольких с применением сети. Простота включает в себя удобный интерфейс, понятный как для пользователя использующего программу для проверки своих знаний, так и для преподавателя, составляющего тест по своей дисциплине. Возможно расширение использования программного продукта на другие специальности, а также его применение для проверки квалификационных знаний и повышения квалификации работников на предприятиях города Барнаула.

СНИЖЕНИЕ ТОКА ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Слаутин Е.А. - студент гр. Э-72
Порошенко А.Г. - научный руководитель

Возникающие при включениях броски намагничивающего тока электропечных трансформаторов приводят к опасным электродинамическим силам в обмотках и токоведущих элементах, к перенапряжениям, особенно при коммутациях во время медленно затухающего процесса включения, ухудшают работу электрических фильтров, затрудняют настройку и работу релейной защиты. В результате снижается срок службы сетевых и печных трансформаторов, силовых фильтров и кабелей, происходят отключения завода от питающей сети из-за срабатывания токовых защит. Поэтому проблема снижения токов включения весьма актуальна для повышения надежности работы металлургических заводов.

В работе [Кузьменко В.А., Лурьев А.И., Панибратец А.Н., Чуприков В.С. Снижение тока включения трансформаторов // Электротехника. – 1997. - №2.- С. 23-27] предлагается метод снижения бросков токов включения электропечных трансформаторов, основанный на зависимости амплитуды бросков тока включения трансформатора от момента включения выключателя относительно фазы питающего напряжения и от остаточной индукций в стержнях

магнитопровода электропечного трансформатора, использующий достоинство вакуумных выключателей, заключающееся в стабильности его собственного времени включения и отключения. Для реализации предлагаемого способа ограничения бросков тока включения электропечных трансформаторов разработано специальное «устройство синхронизации выключателя типа УСВ-35/1». Это устройство обеспечивает синхронизацию моментов формирования сигналов включения и отключения выключателя трансформатора относительно фазы питающего напряжения.

Разработанный метод и устройство УСВ-35/1 могут широко применяться не только для электропечных, но и других трансформаторов (трехфазных и однофазных).

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Стыдов П.П. - студент гр. Э-72

Порошенко А.Г. - научный руководитель

Ускорение научно-технического прогресса, темпов производства предъявляет повышенные требования к выпускникам технических ВУЗов. Одной из первостепенных задач высшей школы следует считать подготовку специалистов, умело сочетающих знания специальности с широким использованием методов математического моделирования, технических и программных средств ЭВМ.

В XXI веке без ЭВМ немыслимо эффективное решение инженерных, научных и управленческих задач. Применение ЭВМ позволяет: автоматизировать процессы поиска, обработки и выдачи информации; значительно сократить сроки проектирования на основе математических методов и средств вычислительной техники; создавать локальные и единые базы данных; повышать качество оформления проектной документации и долю творческого труда за счет автоматизации рутинных работ.

Одним из основных достоинств персональных ЭВМ является возможность связи их между собой посредством различных видов сетей, включая телефонные и кабельные линии, радиоканалы и каналы спутниковой связи. Это открывает широкие возможности дистанционного (заочного) обучения. Информация, контрольные работы, курсовые и дипломные проекты могут выполняться и передаваться с помощью электронной почты, что позволяет сократить затраты времени.

Данная работа является типовым дипломным проектом, имеющим формат документа Microsoft Word, и базируется на разделах: расчет электрических нагрузок; построение графиков электрических нагрузок; выбор числа и мощности трансформаторов ГПП; выбор высоковольтного оборудования; релейная защита и автоматика и др.

В связи со сложностью издания методической литературы по дипломному проектированию данная работа приобретает особенное значение при использовании ее в качестве электронного методического пособия по дипломному проектированию.

ИЗУЧЕНИЕ ПУТЕЙ И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ 110-500 КВ

Свистёлко Д.А. - студент гр. Э-71, Павлов И.В. - студент гр. Э-72

Банкин С.А. - научный руководитель

Затянувшийся кризис в энергетике еще выше поставил вопрос бесперебойности в обеспечении населения качественной электрической энергией и соответствия показателей надежности оборудования и систем электроснабжения установленным нормам.

С этой целью требовалось провести анализ методов повышения надежности работы электрических сетей для выявления оптимальных и экономически обоснованных путей решения данной проблемы.

В результате проделанной работы были проанализированы причины выхода из строя основного силового оборудования подстанций. В качестве основных мероприятий рассматривается применение новейших методов функционального и тестового диагноза оборудования, его эксплуатация и ремонт в соответствии с международными стандартами, внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами и автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии и энергоресурсов, замена старого оборудования на принципиально новое, в том числе: управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы, элегазовые измерительные трансформаторы, полимерные изоляторы, нелинейные ограничители перенапряжений. Выполнено сравнение методов диагностики дефектов силовых трансформаторов и определен коэффициент эффективности систем диагностирования. Одним из результатов работы стало выявление перспектив развития современных высоковольтных аппаратов с повышенной надежностью.

Данный диплом главным образом предназначен в качестве методического материала для проектирования электроэнергетических систем и сетей.

НАЛАДКА ЗАЩИТ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ГАЗОВЫМИ РЕЛЕ

Павлов К.А. - студент гр. Э-71
Банкин С.А. - научный руководитель

Газовыми защитами оснащаются все крупные масляные трансформаторы от 1000 кВА и более и масляные реакторы, имеющие расширители. Газовая защита чувствительна ко всем видам внутренних повреждений, при которых наблюдается газовыделения или переток масла.

Необходимость в наладке защит трансформаторов с газовыми реле, так или иначе, возникает периодически. Как известно из практики, в процессе эксплуатации трансформаторов, по тем или иным причинам возникают не нормальные режимы их работы. Для того чтобы уберечь трансформатор от тяжёлых повреждений своевременно приходит в действие газовая защита, имеющая собственный эксплуатационный ресурс и как следствие возникает необходимость в периодических ремонтах.

Поверки и испытания реле проходят поэтапно. После внешних и внутренних осмотров, реле подвергаются поверке и регулировки срабатывания реле по скорости потока масла. Такие испытания проводят на специальных установках, результаты поверок регистрируются в протокол для дальнейшего анализа.

На следующем этапе производится проверка электрической изоляции токоведущих частей относительно корпуса реле напряжением 1000 В. После проверки изоляции, на специальных установках, проверяются скоростные характеристики.

Монтаж реле и проверка смонтированной аппаратуры ведётся несколькими способами в зависимости от конструктивных особенностей трансформатора.

Следует отметить, что новые крупные трансформаторы высокого напряжения, оснащённые плёночной и азотной защитой трансформаторного масла, требует особого подхода к проверке газовых защит.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Вебер С.А. - студент гр. Э-71
Упит А.Р. - научный руководитель

Любая изоляция (диэлектрик), применяемая в электроустановках, по существу есть конденсатор со сложной средой. Обкладками его являются наружные элементы конструкции аппаратов и токоведущие части (жилы кабеля, провода, шины), среда - изоляционный мате-

риал, структура которого определяется не только используемым материалом, но и ее состоянием, наличием дефектов при изготовлении и увлажнением. Физическая сущность изоляции определяется теми процессами, которые протекают в электрическом конденсаторе.

Один из перспективных методов диагностики внутренней изоляции высоковольтного энергетического оборудования это регистрация интенсивности частичных разрядов (ЧР). Предельно допустимые значения кажущегося заряда ЧР используется в практике заводских испытаний силового оборудования. Этот метод начинает внедряться в эксплуатацию для профилактического контроля изоляции оборудования под рабочим напряжением.

Физическая суть метода заключается в том, что при однородной структуре изоляции электрическое поле в объеме данной изоляции однородное. Если в процессе изготовления изоляции или эксплуатации, на ее поверхности или в ее объеме возникают инородные включения, то картина поля меняется, и оно становится неоднородным, что вызывает пробой изоляции.

Зависимость сигналов ЧР от места расположения их очага практически исключает возможность оценки состояния изоляции без расчетной корректировки. Чем выше или шире верхняя граница полосы частот принимаемых от источника ЧР, тем более достоверно передается форма сигнала, а по ней точнее определяется природа сигнала и место расположения их источника.

Составление моделей изоляции действующих сложных комбинированных электротехнических устройств и предварительные аналитические расчеты, позволят на практике уточнить данные, полученные в процессе профилактических испытаний сложной комбинированной изоляции высоковольтных аппаратов и электрических машин.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ПИРОМЕТРОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Илясов Д.А. - студент гр. Э-72
Упит А.Р. - научный руководитель

Состояние материально-технической базы электроэнергетической отрасли обуславливает необходимость своевременного предотвращения аварийных ситуаций. Решить эту задачу невозможно без качественной и оперативной диагностики. Один из наиболее доступных, простых и достаточно оперативных методов контроля оборудования – диагностика с использованием измерительных тепловизоров и пирометров, работающих в инфракрасном (ИК) диапазоне длин волн, так называемая ПК диагностика.

Контроль температуры радиационными пирометрами значительно повышает надежность энергооборудования в связи с возможностью своевременного отключения и вывода в ремонт наиболее опасных узлов.

Пирометрический контроль производится бесконтактно, на расстоянии и не требует отключения электроэнергии, поэтому повышается безопасность работы персонала.

Пирометры позволяют эффективно выявлять наиболее часто выходящие из строя узлы и детали энергосистем – ошиновку, трансформаторы, контактные соединения.

При пирометрическом контроле необходимо учитывать размер контролируемого объекта; расстояние до него; материал, форму и состояние поверхности объекта; угол, под которым производится контроль; метеоусловия; температуру окружающего воздуха.

При выборе радиационного пирометра для контроля энергооборудования следует обращать внимание на технические характеристики: контролируемый диапазон температур (предпочтительно от 0 до 200 °С), показатель визирования (1:100–1:200), точность измерений (1–1,5 %), установка КТИ (1,00–0,10), спектральный диапазон (8-14 мкм).

Один из основных факторов, влияющих на точность измерения температуры радиационными пирометрами частичного излучения – правильный выбор КТИ материала поверхности контролируемого объекта.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПО КРИТЕРИЯМ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

Карнаухов В.А., Колпаков Д.Н., Травников И.С., Фролов Т.С. - студенты гр. Э -71
Чагин В.А. - научный руководитель

В электроэнергетике и электротехнике перед учеными и инженерами ставится ряд задач, направленных на повышение надежности и качества ее передачи и распределения. Это требует разработки новых конструкций электротехнических устройств (ЭТУ).

Традиционные методы разработки ЭТУ требуют значительных материальных затрат, связанных с большим объемом экспериментальных испытаний. Сократить сроки разработки изделий и повысить качество проектирования можно путем автоматизации этого процесса.

Задача проектирования ЭТУ является задачей многокритериальной оптимизации. Критерии оптимальности всего изделия являются сложными и противоречивыми, а число варьируемых параметров велико, поэтому при разработке ЭТУ целесообразно произвести декомпозицию этого процесса на отдельные виды проектирования: электрическое, тепловое и механическое и др.

Особое внимание при этом необходимо уделять вопросу оптимизации конструкций по тепловым критериям. Задача автоматизации теплового проектирования ЭТУ является важной научно-технической задачей, решение которой требует разработки эффективных алгоритмов и программ теплового расчета конструкций.

Распространенный подход к решению задачи оптимального теплового проектирования заключается в сведении ее к задаче математического программирования. Переход к формулировке задачи синтеза конструкции как к экстремальной задаче позволяет расчетным путем определить оптимальные значения параметров элементов конструкции: их конфигурацию, размеры материалы. Отличительной чертой указанных задач является то, что прямое использование для их решения методов поисковой оптимизации затруднено, так как для получения значений каждого критерия качества необходимо решать уравнения в частных производных.

Разработана методика оптимального проектирования ЭТУ по критериям теплового режима, созданы эффективные алгоритмы и программы теплового ЭТУ, которые верифицированы на ЭВМ средней мощности.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВВОДА И ОБРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Воеводин Р.В., Грищук А.Н. - студенты гр. 5Э61
Сташко В.И. - научный руководитель

Повысить надёжность асинхронных двигателей (АД) можно за счёт применения эффективных методов и технических средств диагностики. К сожалению, в данном случае не всегда можно судить о состоянии двигателя на основании прямых измерений, поэтому приходится прибегать к косвенным измерениям. Затем на основании полученных данных необходимо произвести расчеты, для нахождения искомого критерия. Результаты диагностики и их достоверность так же зависят от выбранных информативных параметров, по которым будут проводиться дальнейшие расчеты. Комплексное использование нескольких параметров повышает точность диагностики, но вместе с тем влечет за собой неизбежное усложнение процедуры измерений и техническую реализацию. Это еще больше усложнит расчеты, и если их выполнять в ручную, то это приведет к большим затратам времени и малой эффективности работы.

Для решения этой проблемы необходимо автоматизировать не только процесс измерений, но и последующий процесс обработки результатов измерений.

Результатом проделанной работы явилась разработка автоматического средства диагностики изоляции, позволяющего эффективно, с высокой степенью достоверности диагности-

ровать обмотки АД. Аппаратная часть устройства выполняет следующие функции: преобразование волновых затухающих колебаний, как аналогового сигнала измерительной информации, в цифровую форму; последующую запись полученной информации в ОЗУ; передачу данных из памяти устройства в ЭВМ для дальнейшей обработки.

Для работы с комплексом необходим любой IBM совместимый компьютер, со свободным слотом ISA, операционная система MS-DOS 6.0

Созданная система сбора и обработки диагностической информации способна в значительной степени решить проблему продления срока службы ЭМ. Вследствие большой распространенности АД в промышленности, область применения данной научно-исследовательской работы может быть очень велика.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АТС

Шелепов М.С. – студент гр. 5Э-61
Сташко В.И. – научный руководитель

Деятельность предприятий связи напрямую связана со всеми сферами жизни общества. Информационные технологий и системы передачи данных, качество и непрерывность различных технологических процессов находятся в зависимости от надежности обеспечивающих эти процессы технических средств. Один из важнейших аспектов непрерывности функционирования - надежное и качественное энергоснабжение.

Обеспечение бесперебойного и качественного электропитания аппаратуры цифровых и аналоговых систем связи является приоритетной задачей, как при проектировании, так и при эксплуатации оборудования электроустановок объектов. Для осуществления непрерывного электропитания аппаратуры без ухудшения показателей качества электроэнергии, в эксплуатации находится оборудование электроустановок переменного и постоянного тока и представляет собой гибкую систему гарантированного и бесперебойного питания переменного и постоянного тока, с автоматическим резервированием оборудования и контролем состояния ЭПУ.

Особенностью проблемы надежности является ее связь со всеми этапами «жизненного цикла» оборудования - от разработки до списания: при разработке и проектировании изделия входящего в состав любой технической системы, его надежность рассчитывается, при изготовлении надежность обеспечивается, при эксплуатации - реализуется.

Основным критерием надежности систем бесперебойного питания является безотказная работа, связанная с сохранением во времени значений установленных эксплуатационных параметров в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям технического обслуживания. Безотказная работа заключается в отсутствии непредвиденных изменений установленных системных параметров характеристик и режимов эксплуатации оборудования электроустановок. Надежность непосредственно зависит от продолжительности работы оборудования и качества технического обслуживания.

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОПИТКИ И СУШКИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Брежнев С.Е., Бриц В.А., Гуров О.Н. – студенты гр. 5Э-61
Грибанов А.А. – научный руководитель

Дальнейшее совершенствование технологических процессов, используемых в современном электромашиностроении, неразрывно связано с научными достижениями в области фундаментальных исследований. В этой связи процессы тепломассопереноса в теле обмоток электротехнических изделий, имеющие место при их пропитке и сушке, являются объектом пристального внимания со стороны учёных. В настоящее время в ряде научных учреждений

нашей страны успешно проводятся теоретические исследования вышеуказанных процессов. В то же время для практического использования получаемых результатов этих исследований необходима их экспериментальная проверка. Вместе с тем научный интерес представляет проблема повышения качества пропитки за счёт последовательного применения нескольких пропиточных составов, исследование чего теоретическим путём затруднено.

Созданный с учётом специфики исследуемых процессов лабораторный комплекс включает в себя вакуумный насос, ресивер, три рабочие ёмкости, одна из которых является автоклавом, а две другие используются для содержания применяемых при исследованиях пропиточных составов, и систему трубопроводов. Рабочие ёмкости соединены с ресивером таким образом, что в каждой из них в отдельности может создаваться вакуум. Ёмкости для пропиточных составов соединены с автоклавом через вакуумные задвижки. Рабочие ёмкости оснащены системой индукционного нагрева, что даёт возможность обеспечивать различные температурные режимы при исследованиях процессов тепломассопереноса. Лабораторный комплекс снабжён набором съёмных вакуумных задвижек с различным временем срабатывания, чем обеспечивается возможность проведения экспериментов при различном времени создания вакуума в рабочих ёмкостях.

Результаты экспериментов, которые будут проведены с использованием разработанного лабораторного комплекса, будут положены в основу дальнейших работ по совершенствованию технологических процессов восстановления изоляции.

МЕТОДИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРЕДЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И ПОСЛЕРЕМОНТНОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК

Васильев Е.А., Стешенков С.В. – студенты гр. 9Э-62
Гутов И.А., Сташко В.И. – научные руководители

Диагностика и контроль технического состояния электродвигателей в процессе эксплуатации являются одними из необходимых условий обеспечения их надёжной работы. Вопрос предэксплуатационной диагностики особенно актуален для множества небольших хозяйств занимающихся растениеводством, зернопереработкой и кормоприготовлением, где количество электродвигателей невелико, их обслуживанию из-за отсутствия квалифицированных специалистов уделяется недостаточное внимание, а ущерб от недовыпуска продукции по причинам поломки электрооборудования является довольно ощутимым.

Проблема, связанная с неожиданным отказом электродвигателя в начальный момент эксплуатации, не может быть решена путём использования традиционных методик диагностирования электродвигателей в процессе эксплуатации. Так, например, методика диагностики асинхронных двигателей, основанная на использовании наиболее эффективного метода волновых затухающих колебаний (ВЗК), предполагает сравнение значений измеренных параметров с аналогичными значениями, полученными ранее. Использование метода ВЗК для предэксплуатационной и послеремонтной диагностики электродвигателей возможно в случае, если известны значения диагностических параметров, соответствующие значениям начального периода эксплуатации нового электродвигателя.

Используя предварительно созданную базу обмоточных данных асинхронных двигателей, с помощью средств вычислительной техники можно рассчитать параметры нормальной изоляции обмотки электродвигателя любого типа и мощности. Имея эти параметры и моделируя процесс ВЗК, можно найти значения диагностических параметров, что, в свою очередь, позволит использовать их для сравнения с полученными данными в результате предэксплуатационной диагностики.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И УСТРОЙСТВА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБМОТОК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Трушников А.И., Лизнев А.П., Иова Е.А. – студенты гр. 9Э-62
Гутов И.А., Суханкин Г.В. – научные руководители

В настоящее время асинхронные двигатели являются основным видом привода стационарных машин и механизмов, подвижных гидромелиоративных, сельскохозяйственных, транспортных и других машин. Более 75% электрооборудования промышленных производств работает с применением электродвигателей. Следовательно, бесперебойная работа механизмов на производстве связана со стабильной работой электродвигателей и является основой нормального функционирования предприятия. Это определяет высокие требования к надежности электродвигателей. Значительная доля повреждений электродвигателей связана с отказами изоляции, предотвращение которых является задачей системы эксплуатационного контроля.

В связи с этим является актуальной разработка метода и устройства ультразвуковой диагностики изоляции обмоток асинхронных двигателей и построение моделей старения изоляции.

В ходе проведенных исследований выявлена зависимость диэлектрических свойств от физико-механических параметров материалов. Для контроля состояния изоляции был разработан прибор ультразвуковой диагностики «Муза-1». С его помощью проведены исследования изменения спектра ультразвукового сигнала при прохождении через полимерную изоляцию. Проведенные исследования по ускоренному старению полимеров позволили выявить зависимость изменения спектра ультразвука от степени деградации полимера, построить модель старения изоляции и выявить степень влияния внешних воздействующих факторов на процесс старения изоляции.

Данный метод может использоваться для диагностики изоляции на стадии изготовления и капитального ремонта асинхронных двигателей, а разработанные модели старения для прогнозирования срока службы изоляции обмоток асинхронных двигателей. Анализ экономической эффективности прибора показал, что его применение на стадии изготовления двигателей позволит сократить трудоемкость работ и повысить качество контроля свойств изоляции.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»

Карачёв А.С., Волошко И.А. - студенты гр. Э-91
Гутов И.А. - научный руководитель

Современные условия производства предъявляют к молодым специалистам повышенные требования. Важнейшей задачей современной высшей школы следует считать подготовку специалистов, умело сочетающих знания специальности с широким использованием методов математического моделирования, технических и программных средств. Одним из основных направлений совершенствования учебного процесса является внедрение новых информационных технологий обучения.

На кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» АлтГТУ им. И.И. Ползунова ведутся работы по совершенствованию и интенсификации учебного процесса. Разрабатываются пакеты прикладных программ для проведения лабораторных работ, тестирования знаний студентов по специальным предметам.

Для проведения лабораторных работ по курсу «Передача и распределение электрической энергии» с применением ЭВМ типа IBM PC был разработан электронный лабораторный практикум - пакет прикладных программ.

Для создания программ использовалась язык программирования Turbo Pascal. Пакет программ ориентирован на студентов, знакомых с программированием, и имеет цель закре-

пить и систематизировать знания, полученные студентами по дисциплине «Передача и распределение электрической энергии».

Пакет программ состоит из трех основных программ и подгружаемых модулей, которые содержат различные процедуры и функции, используемые основными программами.

Программы содержат следующие разделы: теоретический материал, практическое задание, проверка знаний, справочный материал, отчет, о программе, инструкция пользователя.

Теоретический материал представлен в виде текстовой информации по соответствующим вопросам учебного курса.

В качестве практического задания пользователю предлагается смоделировать выполнение одной из лабораторных работ по курсу «Передача и распределение электрической энергии»:

- лабораторная работа № 1 «Моделирование элементов электрических сетей»;
- лабораторная работа № 2 «Выявление закономерностей изменения потерь мощности и напряжения в электрической сети»;
- лабораторная работа № 3 «Выявление влияния емкостей элементов на потери мощности и напряжения в сети».

Пользователю представляется не только текстовая, но и графическая информация (схемы, графики и т.д.). Вывод расчетных данных производится в форме таблиц, что позволяет студенту легко воспринимать и использовать их в дальнейшем для составления отчета о проделанной работе.

Проверка знаний студентов производится по пятидесяти бальной системе по теоретическим и практическим вопросам.

Справочный материал представлен в виде расчетных данных воздушных линий электропередачи.

Студенты, выполняющие лабораторную работу, имеют возможность посмотреть форму и последовательность сведения данных в отчет, ознакомиться с информацией о разработчиках, а также с подробной инструкцией пользователя и списком «горячих» клавиш для работы с программой. Удобный интерфейс значительно облегчает работу с программами.

Внедрение и широкое использование обучающих программ на ПЭВМ является одной из задач информатизации и интенсификации образовательного процесса в высших учебных заведениях. Разработанный электронный практикум дает возможность обеспечить качественно новый уровень проведения лабораторных работ, как по содержанию, так и по методике. Его использование способствует активизации самостоятельной работы студента, учебно-познавательной деятельности, повышает наглядность и облегчает усвоение учебного материала, повышает эффективность и качество труда студентов и преподавателей.

Разработанное программное обеспечение может использоваться при подготовке инженеров по специальности «Электроснабжение (по отраслям)».

ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Гутов И.А. – к.т.н., доцент кафедры ЭПП

В процессе эксплуатации электродвигателей, при их техническом обслуживании и ремонте, при различных технических расчетах, связанных с выбором электродвигателя для электропривода, по определению параметров схемы замещения, номинальных значений диагностических параметров изоляции обмоток электродвигателя возникает необходимость получить разнообразную справочную информацию по техническим и обмоточным данным электродвигателя, электротехническим материалам и изделиям и их характеристикам. Эти данные разбросаны в различных справочниках и пособиях. Поэтому перед инженерами по обслуживанию и ремонту электрических машин встает проблема быстро получить и обобщить необходимую информацию. Одним из решений данной проблемы является создание

электронных баз данных, которые комплексно предоставляют информацию по электрическим машинам и их изоляции.

Информационно-справочная система «Motor» предназначена для получения различной справочной информации для решения прикладных инженерных задач, связанных с ремонтом и эксплуатацией асинхронных двигателей. Данная система представляет собой базу данных по асинхронным двигателям: техническим и обмоточным данным, их изоляции, электротехническим материалам и изделиям, применяемым при их изготовлении и ремонте. Она рассчитана для широкого круга пользователей, занимающихся теоретическими вопросами и практической работой, связанными с ремонтом, эксплуатацией электродвигателей и проектированием электроприводов, и имеющих начальные навыки работы с компьютерами и базами данных.

Данная программа реализована на персональной ЭВМ типа IBM PC/AT в операционной системе MS-DOS. Для создания программного продукта использовался язык программирования Clation. Общий размер программы с файлами данных и ключевыми файлами составляет 350 Кбайт.

Программное обеспечение предназначено для использования в производственной деятельности в качестве информационной основы для проектирования, выбора, эксплуатации и ремонта асинхронных двигателей, а также в курсовом и дипломном проектировании студентами специальности 100400 «Электроснабжение (по отраслям)».

С помощью персональной ЭВМ и данного программного продукта можно получить информацию: о сериях асинхронных двигателей, производимых в Российской Федерации, и их назначении; технических и обмоточных данных асинхронных двигателей; электротехнических материалах для изоляции обмоток: синтетических пленках, композиционных материалах и их характеристиках, электроизоляционных трубках и лентах; конструкции изоляции и элементах крепления обмоток асинхронных двигателей единой серии 4А; обмоточных проводах с эмалевой изоляцией.

Программа предоставляет пользователю большой объем разнообразной справочной информации, разбросанной в различных справочниках и других источниках.

Разработанная база данных по асинхронным двигателям и их изоляции предлагает простой и удобный стандартный интерфейс, который предусматривает диалоговый режим работы и контекстную помощь, использование меню, возможность ввода и редактирования данных, поиск данных по ключевым параметрам, вывод на печать необходимых отчетов.

Представленное программное обеспечение является отдельным элементом информационно-программной поддержки системы обеспечения эксплуатационной надежности электродвигателей и автоматизированного рабочего места инженера-электрика, связанного с эксплуатацией и ремонтом электродвигателей.

БАЗА ДАННЫХ ПО ИМПОРТНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМ

Гутов И.А. – к.т.н., доцент кафедры ЭПП

В промышленности и сельском хозяйстве нашей страны эксплуатируется большое количество импортных электродвигателей. Однако ремонт и техническое обслуживание их затруднены по причине отсутствия необходимых для этого сведений. Основные трудности при ремонте импортных электродвигателей обусловлены конструкцией пазов, обмоток, различием используемых проводов и изоляции. Все это создает определенные трудности при замене вышедшей из строя обмотки статора и возникает необходимость в специальных расчетах.

Существующие расчетные обмоточные данные импортных асинхронных двигателей приведены в различных статьях научно-технических журналов и справочниках, поэтому встает проблема создания базы данных, в которой приведены эти расчетные данные.

База данных «Import» предназначена для получения различной справочной информации для решения прикладных инженерных задач, связанных с ремонтом и эксплуатацией асин-

хронных двигателей (АД). Она включает в себя сведения об обмоточных данных АД, их изоляции, электротехническим материалам и изделиям, применяемым при их изготовлении и ремонте. Разработанная база данных содержит информацию о сериях АД, производимых в странах Восточной Европы, обмоточных данных АД, электротехнических материалах для изоляции обмоток

Программа реализована на персональной ЭВМ типа IBM PC/AT в операционной системе MS-DOS. Для создания программного продукта использовался язык программирования Clarion. Общий размер программы с файлами данных и ключевыми файлами составляет 290 Кбайт.

Разработанная база данных «Import» предлагает простой и удобный стандартный интерфейс, который предусматривает диалоговый режим работы и контекстную помощь, использование меню, возможность ввода и редактирования данных, поиск данных по ключевым параметрам, вывод на печать необходимых технических и обмоточных данных АД.

Представленное программное обеспечение может рассматриваться как информационная основа или отдельный элемент информационно-программной поддержки системы обеспечения эксплуатационной надежности электродвигателей или автоматизированного рабочего места инженера-электрика, связанного с эксплуатацией и ремонтом электродвигателей.

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ СЕМЕЙСТВА MCS-51 В SCADA-СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ

Попов А.Н. – аспирант кафедры ЭПП

Управление производственным процессом – это всегда задача номер один для любого промышленного предприятия. В настоящее время она становится все более актуальной, учитывая постоянное увеличение конкуренции, борьбу за снижение тарифов и издержек и, как результат, поддержание прибыльности работы предприятия.

Решение этих и большинства других задач работы предприятия может базироваться исключительно на внедрении современных систем автоматизации, поскольку именно они могут дать наиболее быстрый эффект в расчете на единицу капитальных вложений.

Основой для внедрения промышленной автоматизации служат так называемые системы SCADA. Термин SCADA – это сокращение английского термина Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерское управление и сбор данных. До настоящего времени большинство SCADA-пакетов применялось, как правило, для создания интерфейса оператора и регистрации данных производственного процесса. Основными причинами, сдерживающими комплексное внедрение SCADA-систем на промышленных объектах, были недостаточная надежность таких систем, низкая производительность, трудности в наращивании и интеграции SCADA с корпоративными системами управления и сложности адаптации к реальным производственным условиям и алгоритмам.

С появлением SCADA-пакетов нового поколения фирмы, занимающиеся промышленной автоматизацией, отделы АСУТП на предприятиях получили возможность использовать на практике огромный потенциал, предлагаемый такими системами. Отсутствие в новых SCADA-системах недостатков, сдерживавших их внедрение в прошлом, позволяет на их основе строить интегрированные системы управления как для очень больших, так и компактных систем АСУТП в любой области промышленности.

Технология проектирования контроллеров для SCADA-систем на основе микропроцессоров и микроконтроллеров полностью соответствует концепции неразрывности процесса проектирования и отладки аппаратной и программной составляющих. Важной особенностью применения контроллеров является работа в реальном масштабе времени, то есть гарантированная реакция на внешние события в течение определенного интервала времени. Очевидно, что решение задачи совместной отладки аппаратной и программной составляющих в реальном

масштабе времени при произвольной структуре и схемотехнике микропроцессорного контроллера является весьма сложной, дорогостоящей и долговременной работой.

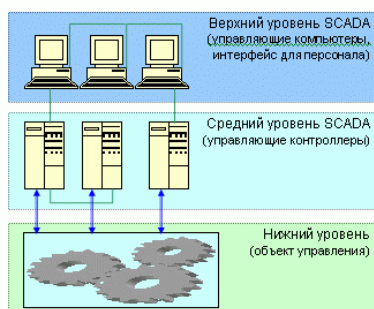


Рисунок 1 – Топология системы SCADA

Наиболее эффективным средством разработки программного обеспечения (ПО) для микроконтроллеров являются интегрированные системы программирования. Прототипом таких систем является Турбо-Паскаль фирмы Borland, но в отличие от этой системы резидентного типа для микроконтроллеров в основном используются кросс-системы.

Отличием интегрированных систем является полное согласование между компонентами по протоколам обмена и форматам отладочной информации, что позволяет организовать

сквозной цикл проектирования и отладки, начиная с программирования на языке высокого уровня, через отладку на программном модуле и до управления ресурсами схемного эмулятора при отладке рабочей программы совместно с аппаратурой. Платой за эти преимущества является очень большая сложность и трудоемкость работ по созданию и сопровождению такой системы.

Л.С. ВЫГОТСКИЙ ОБ ИЗУЧЕНИИ КУЛЬТУРНЫХ ПРИЕМОВ ПОВЕДЕНИЯ

Милосердова М.А., Милосердов М.В. – аспиранты

Сегодня более чем через сто лет после рождения Льва Семеновича Выготского (1896 – 1934) психологи продолжают обращаться к его работам. Влияние автора культурно-исторической концепции развития высших психических функций, психолога, написавшего множество трудов по методологическим и теоретическим вопросам психологии, на становление и развитие психологической науки велико. В данной статье показан подход Л.С. Выготского к изучению культурного развития ребенка.

В развитии поведения ребенка Л.С. Выготский выделяет две линии: линию естественного развития поведения, связанную с «органическим ростом и созреванием ребенка» и линию овладения культурными средствами поведения. Культурное развитие заключается в усвоении приемов поведения, основанных на употреблении знаков в качестве средств для осуществления психологических действий. В случае если по каким-то причинам не произошло овладения культурными средствами поведения, возникает явление, называемое Выготским «детской примитивностью», которое связано с отставанием ребенка в культурном развитии. Задержку в развитии логического мышления и в образовании понятий Выготский связывает с недостаточным овладением ребенком языком – «главным орудием логического мышления и образования понятий».

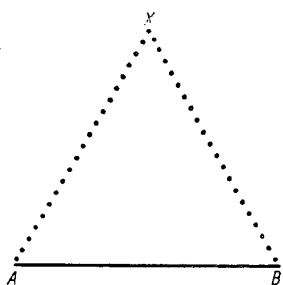


Рисунок 1 – Схема мнемотехнического запоминания

Культурное развитие, как замечает Выготский, заключается во внутренних изменениях существующего в естественном развитии поведения. Культурный прием поведения подвержен разложению на составляющие его нервно-психические процессы. Новым при культурном развитии является структура приема. Например, при примитивном запоминании устанавливается простая ассоциативная или условно-рефлекторная связь между двумя точками (А-

В), при мнемотехническом, то есть «культурном» запоминании, использующим какие-то зна-

ки, вместо одной связи возникают две связи (А-Х-В), каждая из которых является условно-рефлекторным процессом замыкания связи в коре головного мозга.

Процессы, входящие в состав приема культурного поведения, представляют собой сложное функциональное и структурное единство, образованное задачей, на разрешение которой направлен прием, и средством осуществления приема. Структурно главенствующим при этом является средство. Структура, объединяющая процессы культурного приема поведения, превращает прием в психологическую функцию, выполняющую определенную задачу по отношению к поведению. Новый прием поведения подвергается длительному внутреннему изменению, включается в общий процесс развития поведения ребенка.

Развитие проходит под влиянием биологического и социального факторов, однако биологический фактор является скорее условием культурного развития, которое определяется внешней ситуацией. Культурное развитие проходит четыре сменяющие друг друга и возникающие одна из другой стадии. Первую Выготский называет стадией примитивного поведения или примитивной психологии. В эксперименте, связанным с запоминанием, ребенок, находящийся на данной стадии, ограничен мерой внимания, заинтересованности, объемом своей индивидуальной памяти. Вторая стадия – стадия «наивной психологии» по аналогии с термином «наивной физики», использовавшимся для описания поведения обезьян и детей при употреблении орудий. Ребенок на данной стадии использует изобретенные им или подсказанные ему примитивные мнемотехнические приемы, опираясь на внешние опоры - картинки. Третья стадия – стадия внешнего культурного приема. При запоминании слов ребенок на этой стадии находит наиболее подходящую по смыслу вспомогательную картинку для образования новой ассоциации. На четвертой стадии внешняя деятельность заменяется внутренней: ребенок отказывается от использования при запоминании внешних опор, заменяя их внутренними.

Выготский приводит два основных типа перехода третьей стадии в четвертую. Первый тип он называет «вращиванием по типу шва», при этом знак, опосредовавший ту или иную психологическую операцию, перестает играть свою вспомогательную роль и исчезает. Говоря современным языком, происходит сокращение умственного действия. При втором типе ребенок, усвоив структуру внешнего приема, в дальнейшем строит внутренние процессы аналогичным образом, прибегая к внутренним схемам и используя в качестве знака собственные воспоминания.

Применение описанной Выготским схемы дает метод исследования, позволяющий при изучении сложных функциональных структур поведения вызвать процесс образования высших форм поведения, то есть наблюдать возникновение и процесс интериоризации приема.

СЕКЦИЯ “ТЕПЛОТЕХНИКА, ГИДРАВЛИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ”

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ НА РУДНИКАХ АЛТАЙСКОГО ОКРУГА В XVIII ВЕКЕ

Хорошева Т.В. - студентка гр.ВиВ-01
Лысенко А.С. - научный руководитель

Водохозяйственные проблемы при разработке шахт в 18 веке были связаны в основном с дренажными водами и сводились в основном к их водоотведению.

Практическое применение на алтайских рудниках получили несколько типов водоотливных устройств, основанных на использовании поршневых насосов с различными приводами. Простейшим из них являлся четковый насос (нория), состоящий из вертикально поставленной деревянной (сверленной) трубы, через которую пропущен канат или цепь с закрепленными на них манжетами, манжеты делали из сырой бычьей кожи, располагая их через каждые 0,75 м.

Нижним концом трубу опускали в зумпф, а верхним устанавливали на уровень водоотлива. Четковая цепь проходила через колесо, приводимое во вращение воротом с конным приводом. Такая водоотливная установка действовала на Белоусовском руднике Алтайского округа при небольшом притоке воды. Этот весьма несовершенный даже по тому времени способ водоотлива применялся лишь при отсутствии возможности использования других способов.

Наибольшее применение находили все же поршневые насосы с ручным приводом. Корпус поршневого насоса делали из высверленных бревен. Один такой насос (из Змеиногорского рудника) хранится сейчас в Алтайском краеведческом музее. Насос приводился в действие с помощью рычага силой рабочих, труд которых был тяжелым, изнурительным и к тому же малопродуктивным.

Поршень представлял собой деревянный или металлический цилиндр с вертикальными сквозными отверстиями, расположенными по окружности. Сверху на поршне помещалась круглая пластина - клапан из кожи, закрепленная в центре окружности. При движении поршня вниз пластина приобретала форму перевернутого усеченного конуса, отверстия открывались, пропуская воду вверх. В момент обратного движения поршня пластина прижималась к отверстиям, исключая тем самым возврат воды под поршень.

Поскольку почти все узлы насосов были деревянными, известную трудность представляло обеспечение их герметичности. Поэтому патрубки, муфты и другие детали насосов делали из сосны, как наиболее плотной породы.

Стыковые соединения конопатили пеньковой пряжей, стягивали бандажами, после чего стыки дополнительно уплотняли клиньями из сырой осины.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ КАВИТАЦИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

Копылов В.В. - студент гр.ДВС-91
Юренков В.Н. - научный руководитель

В последние годы ускоренными темпами стали развиваться комбинированные системы теплоснабжения с тепловыми насосами (ТН). В качестве примера можно указать на три индивидуальных жилых многоквартирных дома сельского типа с ТН., расположенных на территории Объединенного научно-исследовательского и производственного центра ИВТ РАН в Дагестане. В Казанском государственном энергетическом университете были проанализиро-

ваны возможности использования теплонасосных установок в составе теплонасосных станций для систем теплоснабжения. Во всех перечисленных случаях в качестве теплонасосных установок использовались промышленные образцы или обсуждалась возможность их использования в комбинированных системах теплоснабжения. Промышленный образец (ТН) включает в себя следующий набор элементов: испаритель, насос, конденсатор, дроссель и систему трубопроводов, объединяющих эти элементы в единое целое. Эти же элементы можно найти в гидродинамических аппаратах, например, в насосе с повышенным уровнем кавитации. Надлежащим образом конструктивно оформленные аппараты подобного типа могут служить теплогенераторами и использоваться в системах теплоснабжения. Их отличают малые габаритные размеры и невысокая стоимость, т.е. они могут с успехом применяться при отоплении помещений с малым объемом. По своим теплотехническим характеристикам, в качестве которых используется коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую ϕ эти аппараты близки к ТН в “классическом” наполнении. Изобретатели этих аппаратов Потапов Ю.С., Кладков А.Ф., Душкин А.А., Петраков А.Д. и другие приводят значения коэффициента преобразования ϕ , близкие к тем что получены при испытании ТН типа GWS 4 и TC-VV10.

Повышение эффективности гидродинамических аппаратов с повышенным уровнем кавитации в системах отопления может идти в направлении разделения единого контура, по которому циркулирует рабочее тело, на два и замену воды в первом контуре рабочим телом с более низкой температурой испарения при невысоких давлениях конденсации.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ДЛЯ ВЯЗКИХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ.

Артюхин А.В. - студент гр.МАПП - 02
Николаев А.М. - научный руководитель

Теплообменник - рекуперативный предназначен для нагрева и охлаждения вязких жидкостей: масел, мазутов, а также хладоносителей: растворов хлористого кальция, пропиленгликоля, этиленгликоля и т.п. Рекомендуются для использования в энергетике, тепло- и хладотехнике, пищевой и химической промышленности.

По заданию заказчика теплообменник спроектирован для получения глубоко охлажденной (с 19 С до 5 С) водопроводной воды, необходимой для быстрого охлаждения майонеза с целью сокращения длительности технологического цикла его производства и увеличения производительности по готовому продукту. Применение такого теплообменника особенно актуально в теплое время года, а также при невозможности использования для технических нужд воды артезианских скважин или их полном отсутствии.

Для получения воды температурой 5 С использован хладоноситель - водный раствор хлористого кальция с весовой концентрацией 25,7%. Сопоставительный анализ с известными хладоносителями показал, что по величине вязкости, обеспечивающей снижение гидравлического сопротивления теплообменника и достаточно высокое значение коэффициента теплоотдачи, а также экологичности для условий заказчика, наиболее приемлем водный раствор хлористого кальция. При начальной температуре (-20 С) и объемном расходе $2,22 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, а также расхода воды $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, обеспечивалась минимальная температура стенок каналов со стороны воды +0,842 С для предотвращения ее замерзания в пристенном слое и перекрытии части их поперечного сечения. Конечная температура хладоносителя при этом составила -0,822 С.

При заданных температурах и расходах воды и хладоносителя, теплообменник должен обеспечить тепловую мощность 153,8 кВт. Анализ простых в технологическом плане теплообменников типа “труба в трубе”, кожухотрубных, секционных показал, что при оптимальных значениях скоростей теплоносителей коэффициент теплоотдачи со стороны хладоносителя оказался в 7-8 раз меньше такового со стороны воды. В результате - низкие значения коэффициента теплопередачи и, как следствие большие габариты теплообменников.

Для интенсификации теплоотдачи со стороны хладоносителя был разработан теплообменник трубчатой конструкции с продольными разрезными ребрами в канале хладоносителя. Количество и размер ребер определили необходимую поверхность теплопередачи, а шаг разрезки ребер и угол отгиба их кромок увеличил турбулизацию потока хладоносителя и увеличение коэффициента теплоотдачи с его стороны. В результате его значение стало отличаться от типового для воды примерно в три раза. Кроме этого, для уменьшения габаритов конструкции теплообменника обеспечивалось двустороннее омывание поверхности канала хладоносителя.

В итоге теплообменник представил собой 5 расположенных друг над другом секций с внешним диаметром 95 мм и длиной 3,3 м, последовательно соединенных по воде и хладоносителю.

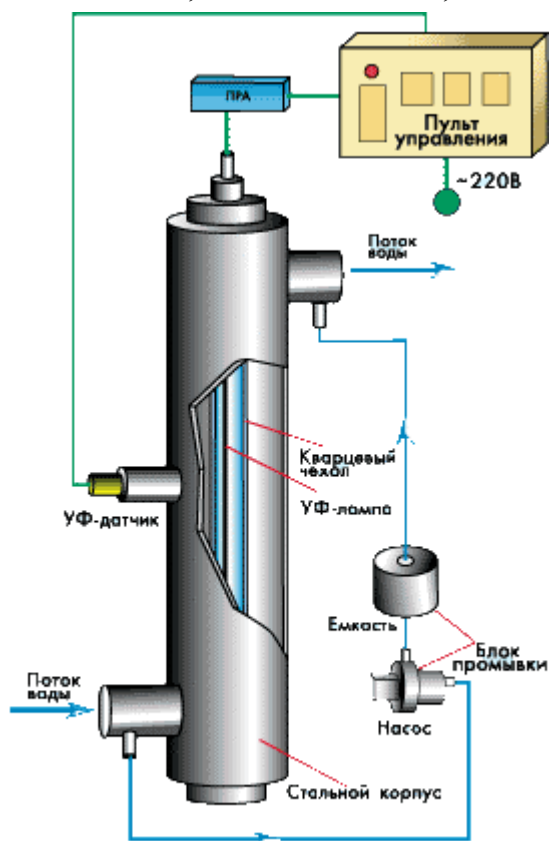
Предложенный теплообменник защищен патентом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ

Бычков Д.А. – студент гр. ВиВ-81
Иванов В.М. – научный руководитель

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение — электромагнитное излучение ультрафиолетового диапазона длин волн в интервале от 205 до 315 нм. Этот вид излучения обладает энергией, достаточной для воздействия на химические связи, в том числе и в живых клетках. Наибольшим бактерицидным действием обладает электромагнитное излучение на длине волны 240-280 нм. Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения, в основном, обусловлен фотохимическими реакциями, в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК. Помимо ДНК ультрафиолет действует и на другие структуры микроорганизмов, в частности, на РНК и клеточные мембраны, что вызывает, в конечном итоге, гибель микроорганизма. Таким образом, ультрафиолет как высокоточное оружие поражает именно живые клетки, не оказывая воздействие на химический состав среды, что имеет место для химических дезинфектантов.

В качестве источников бактерицидного излучения используются газоразрядные лампы, у которых в процессе электрического разряда генерируется излучение, содержащее ультрафиолетовый бактерицидный диапазон. Наиболее эффективными считаются газоразрядные ртутные лампы низкого давления. Их отличает высокий к.п.д. излучения в бактерицидном диапазоне – 30-35% (что в 5-6 раз выше, чем у ламп предыдущих поколений), большой срок службы; низкая рабочая температура поверхности ламп - 30-40°C. Эти лампы отличаются от обычных осветительных люминесцентных ламп тем, что их колба выполнена из специального кварцевого или увиолевого стекла с высоким коэффициентом пропускания ультрафиолетового излучения, а на внутренней поверхности стекла не нанесен слой люминофора. Их основное достоинство состоит в том, что более 60% излучения приходится на линию с длиной волны 254 нм, лежащей в



Принципиальная схема УФ-установки

спектральной области максимального бактерицидного действия. Они имеют длительный срок службы (12000 часов, т.е., 1,5 года) и мгновенную способность к работе после их зажигания. Ртутные лампы низкого давления выпускаются в широком диапазоне мощностей от 10 до 300 Вт. Работа ртутных ламп низкого давления в электрической сети возможна лишь при наличии в их цепи пускорегулирующего аппарата (ПРА), обеспечивающего заданный режим зажигания и горения.

Обеззараживание сточных вод осуществляется в бактерицидных установках. Бактерицидная установка — это электротехническое устройство, состоящее из камеры обеззараживания, пульта управления и блока промывки. Основным элементом установки является камера обеззараживания изготовленная из пищевой нержавеющей стали. Внутри камеры располагаются бактерицидные лампы, заключенные в прочные кварцевые чехлы, которые исключают контакт УФ-лампы с водой. Количество ламп и их расположение определяется производительностью установки, а так же типом и качеством обрабатываемой воды. На камере находятся подводящие и отводящие патрубки, пробоотборники, смотровое окно, УФ-датчик и др. элементы. Система автоматики располагается на выносном пульте управления. В состав большинства УФ-систем входит блок промывки, позволяющий легко осуществлять регламентную очистку камер обеззараживания. Вода, проходя через камеру обеззараживания, непрерывно подвергается облучению ультрафиолетом, который убивает все находящиеся в воде микроорганизмы (бактерии, вирусы, простейшие и т.д.) Установки обеспечивают надежное обеззараживание в широком диапазоне качества обрабатываемой воды за счет предусмотренного запаса УФ-дозы.

Применение УФ-оборудования позволяет:

- обеспечить эффективное обеззараживание сточных вод перед их выпуском в водоемы;
- обеспечить компоновку станций УФ-обеззараживания практически любой производительности;
- обеспечить простой ввод УФ-комплексов в технологическую цепочку действующих очистных сооружений канализации;
- исключить возможность образования в обрабатываемой воде побочных токсичных продуктов, характерных для технологий хлорирования, и в ряде случаев, озонирования;
- обеспечить энергопотребление, в 5-8 раз ниже совокупного энергопотребления озонаторных комплексов (для подземной воды: 0,012-0,02 кВт*час/м³, для поверхностной воды 0,026 кВт*час/м³, для сточной воды 0,026-0,087 кВт*час/м³);
- обеспечить более низкую стоимость эксплуатации систем обеззараживания, чем при использовании технологии хлорирования, и тем более, озонирования.
- конструкция камеры обеззараживания позволяет обеспечить малые потери напора, поэтому установки ультрафиолетового обеззараживания могут успешно применяться как в напорных, так и самотечных схемах.

ВЛИЯНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБИН АГРЕГАТОВ НАДДУВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ

Зонов Д.Л. - студент гр.ДВС-92
Юренков В.Н. - научный руководитель

В процессе эксплуатации автомобильных, тракторных и судовых двигателей на сопловых и рабочих лопатках турбин агрегатов наддува откладываются нагары. У двигателей работающих на тяжелых сортах топлив, которыми оснащаются суда транспортного флота, скорость образования и толщина отложений на сопловых и рабочих лопатках сравнительно выше, чем у автотракторных двигателей. Для появления нагара должны проявиться соответствующие термические условия образования сажистых веществ т.е. условия для конденсации жидких мономеров. Процесс образования нагара можно разделить на две фазы: фазу роста и фазу динамического равновесия. При увеличении толщины нагара наступает такой момент,

когда из-за уменьшения теплоотвода в тело лопатки рост нагара прекращается из-за выгорания компонентов, необходимых для образования или их прочного удержания на поверхности. Таким образом, толщина нагара определяется толщиной пограничного температурного слоя и занимает некоторую его часть. Длительность фазы роста отложений зависит от температуры газа обтекающего лопатку и “нагаропродуктивности” двигателя, которая определяется нагрузкой двигателя. Работа двигателя на частичных нагрузках способствует увеличению фазы роста нагара и важно, чтобы она не превосходила некоторого критического значения. При выводе двигателя в “нормальный” режим, практически уже при температуре газов перед турбиной $t_t \approx 300^\circ\text{C}$ фаза роста сокращается до нуля. При температурах $t_t > 300^\circ\text{C}$ путем конденсации и уплотнения жидких мономеров нагар не образуется, но в это время начинает действовать другой фактор - оседание на поверхности лопаток или близких к состоянию размягчения частиц под действием центробежных сил в сложном силовом поле вращающегося канала. Количество отложившихся веществ на лопатках качественно совпадает с характером продолжительности фазы роста отложений. Эта зависимость носит гиперболический характер: чем выше температура газа перед турбиной и больше частота вращения коленчатого вала двигателя, тем меньше толщина образовавшегося нагара. Анализ литературных источников и результаты обследования проточных частей турбокомпрессоров двигателей ОАО “Алтайдизель”, проработавших различное время до первой разборки, показывает, что толщина отложений определяется воздействием многих параметров, характеризующих режим работы двигателя, важнейшими из которых являются $n_{дв}$, Pe , t_t , и не может определяться только одним из них. Термическая зона смолообразования определяется комбинацией этих величин, характеризующих уровень теплового заряда сажистой частицы. Именно величина теплового заряда сажистой частицы в соответствии с гипотезой механизма коксования выпускных систем дизелей играет решающую роль в процессе образования нагара в результате турбулентного ее заброса в слой жидких мономеров. Частица сажи несет высокий тепловой заряд, величина которого может характеризоваться удельным тепловым потоком через поршень, т.е. теплонапряженностью двигателя. В качестве критерия теплонапряженности, как известно, применяется параметр Костина и, следовательно, в слегка измененном виде, он может использоваться для оценки толщины образующихся отложений на рабочих лопатках турбин агрегатов наддува дизелей. Это изменение касается главным образом учета влияния температуры газа перед турбиной в виде отношения текущего значения к номинальному на расчетном режиме.

При работе двигателей на тяжелых сортах топлив типа высоковязкого мазута Ф-5 ГОСТ 105-85 и топливе марки ДМ ГОСТ 1667-68 (имеются в виду судовые малооборотные двигатели) отложения на сопловых и рабочих лопатках агрегатов наддува становятся более интенсивными и возникает серьезная проблема в эксплуатации этих двигателей. Она заключается в необходимости периодической очистки проточных частей турбины и компрессора, чего не наблюдается при эксплуатации автотракторных дизелей. Ниже приводятся результаты, полученные автором (Юренковым В.Н.) при обследовании главных двигателей Дальневосточного морского пароходства

В результате химического анализа состава отложений на выходных кромках сопловых лопаток были обнаружены окислы с температурой плавления от 2572°C (CaO) до 1480°C (SiO_2), причем самый тугоплавкий окисел составляет около 38% всей массы отложений. Очень значительное место ($\approx 22\%$) в отложениях занимают ионы Mg. Окислы кальция и другие тугоплавкие окислы попадают в проточную часть турбин в твердом состоянии, но поскольку поверхности лопаток соплового и рабочего аппаратов покрыты жидкой пленкой, образующейся в результате неполного сгорания топлива, просачивания масла через лабиринтовые уплотнения ТК, то они улавливаются этой пленкой. При среднем времени работы между очистками ТК 5200 час. Толщина отложений может достигать значений $2 \div 2,5$ мм. Из-за отложений в проточной части агрегатов наддува мощность дизелей снижается и этот фактор необходимо учитывать при эксплуатации, постоянно контролируя состояние проточной части агрегата наддува.

МАТЕРИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЖИДКОСТИ

Антипова Е.Н. - студентка гр.ВиВ-01
Лысенко А.С. - научный руководитель

В природе материя существует в виде бесконечного разнообразия конкретных объектов; она всегда обладает определенной организацией, существует в виде конкретных материальных систем. В зависимости от того какое явление или процесс изучается, содержание и смысл понятия системы будет различным. Однако все они вместе с этим обладают вполне определенными общими чертами:

система - это целостная структура взаимосвязанных элементов;

система образует структурное единство со средой;

любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка (суперсистемы);

в свою очередь элементы любой исследуемой системы обычно выступают как системы более низкого порядка (субсистемы).

По характеру функционирования связей системы делятся на:

изолированные, существующие в границах, не допускающих обмена веществ или энергии с окружающей средой;

открытые, для которых характерен обмен веществом и энергией с окружающей средой.

Для гидравлических систем наиболее характерными являются открытые, хотя в отдельных случаях используется как научная абстракция и понятие изолированная система в виде элементарной струйки.

В качестве элементарной гидравлической системы можно считать элементарный (бесконечно малый) объем жидкости, который мы выделяем в виде параллелепипеда с ребрами dx , dy , dz в общей массе жидкости. При этом, в зависимости от того какие задачи мы решаем, структура этой элементарной системы будет различна.

Возможны две системы: кинематическая система, когда изучаются условия протекания жидкости через выделенный элементарный объем (при выводе уравнения неразрывности), и динамическая, когда определяется силовое взаимодействие в движущейся жидкости в увязке с общим перемещением жидкости (при выводе уравнений движения жидкости). В качестве более сложных гидравлических систем можно привести истечение жидкости из отверстий, движение жидкости по трубам и каналам.

При рассмотрении гидравлических систем важное значение имеет установление границ выделяемой системы. Рассмотрим пример, когда нечеткость в выбранных границах системы может привести к нечетким выводам. Пусть по трубопроводу постоянного сечения движется поток жидкости. В конце трубопровода задвижкой уменьшается (или увеличивается) расход протекающей жидкости. Казалось бы, что в трубопроводе по его длине нарушается постоянство расхода, т.е. в сечении I - расход Q_1 , а в сечении II ниже по течению - расход Q_2 . Если жидкость несжимаемая, то такое допущение вообще нереально: Q_1 должно быть равно Q_2 , т.е. любое изменение расхода в конце трубопровода как бы мгновенно распространяется на всю его длину. Если же жидкость обладает свойством сжимаемости, то в обоих случаях $Q_1 > Q_2$ и $Q_1 < Q_2$, в выделенном объеме жидкости произойдет изменение массы жидкости (плотности), а значит, изменятся и условия движения, которые неизбежно распространятся на всю длину трубопровода. Следовательно, такое произвольное выделение системы (в данном случае субсистемы) в пределах длины трубопровода (общая система) не сможет раскрыть природу явления, поскольку характер изменения расходов определяется конечным сечением всего трубопровода и распространяется против течения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯНТА НА ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ ОТ ФОСФОРА

Суханицкий В.В. – студент гр. ВиВ – 01

Драчев Е.А. – студент гр. ВиВ – 91

Бижан А.С. – студент гр. ВиВ – 81

Бахтина И.А. – научный руководитель

Современный этап развития науки и техники характеризуется изменением приоритетов в области очистки сточных вод. Меньшее внимание уделяется БПК и взвешенным веществам и большее – таким загрязнителям как азот и фосфор. Это обусловлено тем, что данные вещества интенсифицируют процессы эвтрофикации водоемов, поэтому по ним установлены достаточно жесткие ПДС. Если азот частично удаляется биологическим способом, который, как правило, применяется на всех очистных сооружениях бытовых сточных вод, то фосфор из сточных вод может быть удален дополнительными реагентными и безреагентными методами. Каждый из методов имеет свои достоинства и недостатки. Безреагентное удаление – биологический способ – имеет следующие технологические ограничения: необходимо достаточное содержание органических веществ, трудность организации жестких анаэробных условий жизнедеятельности активного ила в отдельные периоды цикла биологической очистки. При этом не всегда возможно достичь низкой концентрации фосфора в очищенной воде. Реагентное удаление фосфора предполагает дополнительные эксплуатационные затраты, однако, позволяет достичь низкой концентрации фосфатов в очищенной воде и устойчивость процесса очистки. Поэтому нами были проведены исследования по реагентной очистке сточных вод от фосфора.

Одним из методов глубокой очистки от фосфатов является коагуляционный с использованием для обработки сточных вод солей алюминия. В качестве коагулянта был выбран наиболее современный – оксихлорид алюминия, характеризующийся более лучшими сорбционными свойствами и меньшим содержанием в образующихся коагулированных осадках алюминия.

Исследования были проведены на КОС – 1 г. Барнаула на реальной сточной воде. Как следует из литературных источников, при использовании коагулянтов эффективность удаления фосфора зависит от места ввода реагента (в первичный отстойник, в аэротенк, перед вторичным отстойником). Поэтому исследования проводились на сточной воде, отобранной перед первичными отстойниками, аэротенками, вторичными отстойниками.

Результаты исследований приведены на графике.

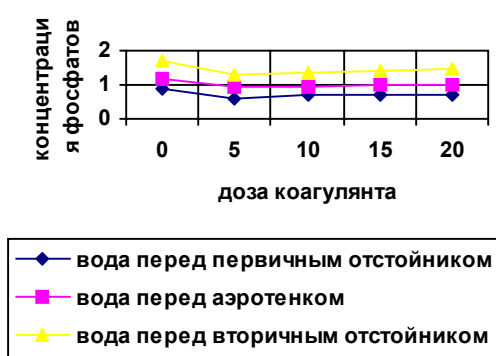


Рисунок 1. – Влияние дозы коагулянта на эффективность очистки от фосфатов.

Содержание фосфатов в очищенной воде с использованием оксихлорида алюминия составляет 0,5 мг/л, что соответствует нормам ПДС, установленным для КОС – 1 г. Барнаула (0,586 мг/л).

Как следует из представленных данных, добавление оксихлорида алюминия позволяет увеличить эффективность очистки от фосфатов в среднем на 67,7 %. При этом оптимальная доза коагулянта для всех исследуемых сточных вод составляет 8,0 – 8,5 мг/л, а эффективность очистки сточных вод возрастает при уменьшении содержания фосфатов в исходной воде. Наиболее оптимальным местом ввода коагулянта по полученным данным является распределительная камера перед первичными отстойниками. Содержание фосфатов в данном случае снижается в 1,8 раза.

МИКРО-ГЭС НА БАЗЕ ГИДРОТУРБИН С РАБОЧИМИ КОЛЁСАМИ ОТ ЛОПАСТНЫХ ОСЕВЫХ И ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Бычков Д.А. - студент гр. ВиВ - 81,
Иванова П.В. - студентка гр. ООС-81
Кротов А.П., Иванов В.М., Клейн Г.О.,
Родивилина Т.Ю. - научные руководители

Лопастные насосы представляют собой наиболее распространенный класс машин, используемых практически во всех отраслях народного хозяйства. Отрасль насосостроения нашей страны выпускает насосы более 3000 типоразмеров, отличающиеся принципом действия, конструктивным исполнением и назначением. Преобладающее распространение получили лопастные насосы, относящиеся к классу динамических.

Насос представляет собой энергетическую машину, в которой механическая энергия привода преобразуется в гидравлическую энергию жидкости. Чаще всего насосы используют для подъема и перемещения жидкости.

Насосы, в которых преобразование энергии основано на силовом взаимодействии лопастной системы и перекачиваемой жидкости, называются лопастными. В зависимости от характера силового взаимодействия и направления потока лопастные насосы разделяют на центробежные и осевые. В центробежных насосах поток жидкости имеет в области лопастного колеса радиальное направление и перемещается главным образом в поле действия центробежных сил. В осевых насосах поток жидкости параллелен оси вращения и перемещается в поле действия гидродинамических сил, возникающих при взаимодействии потока и лопаток колеса. Как центробежный, так и осевой насосы состоят из корпуса и вращающегося в нем лопастного колеса.

Область применения лопастных насосов обширна: для бытового промышленного водоснабжения, в циркуляционных, питательных, сетевых и других установках электростанций, в мелиорации, теплофикации, в водоотливах, в бумажной, горнодобывающей, металлургической, химической промышленности и т. д.

Вода забирается (засасывается) насосом из нижнего бассейна (НБ) и по напорному трубопроводу подается в верхний бассейн (ВБ). При этом подводимая к насосу механическая энергия двигателя преобразуется в энергию жидкости, что и заставляет ее двигаться вверх по трубопроводу.

Гидравлические турбины предназначены для установки на гидроэлектрических станциях, где они служат для привода электрических генераторов. Вода из верхнего бьефа (ВБ) по напорному водоводу подводится к турбине и из нее выпускается в нижний бьеф (НБ). В турбине энергия воды преобразуется в механическую энергию вращения вала, от которого приводится во вращение ротор электрогенератора (гидрогенератора), преобразующий механическую энергию в электрическую. Электрическая энергия по линиям электропередачи передается в районы потребления, иногда на очень дальние расстояния - до 1000 км и более.

Обратимые гидромашин, или насосотурбины, появились сравнительно недавно, но получают все большее развитие в связи с интенсивным строительством гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), предназначенных для выравнивания графика нагрузки энергосистем. В ночные часы, когда в энергосистеме имеется избыток мощности, агрегаты ГАЭС работают в насосном режиме и аккумулируют энергию, перекачивая воду из нижнего бассейна в верхнее, а в часы максимума нагрузки - пика они включаются в турбинный режим.

При повышении эффективности работы промышленности необходимо решить вопрос об энергосбережении. Необходимо внедрять полезную утилизацию бытовых и производственных отходов, в частности использование технических отработанных и сточных вод в качестве источника электроэнергии.

Как показывает практика, самым доступным и достаточно дешёвым способом получения электроэнергии в таких случаях является создание микро-ГЭС. Для них в качестве турбин могут быть использованы рабочие колёса от лопастных центробежных и осевых на-

сосов. При этом улитка и корпус изготавливаются заново с возможностью размещения в них направляющего аппарата.

Напор при работе в турбинном режиме обратимой гидромашины всегда меньше, чем в насосном, так как в первом случае потери в водоводах вычитаются из статического напора, а во втором случае они добавляются к нему. Следовательно, расчетные напоры обоих режимов будут разные.

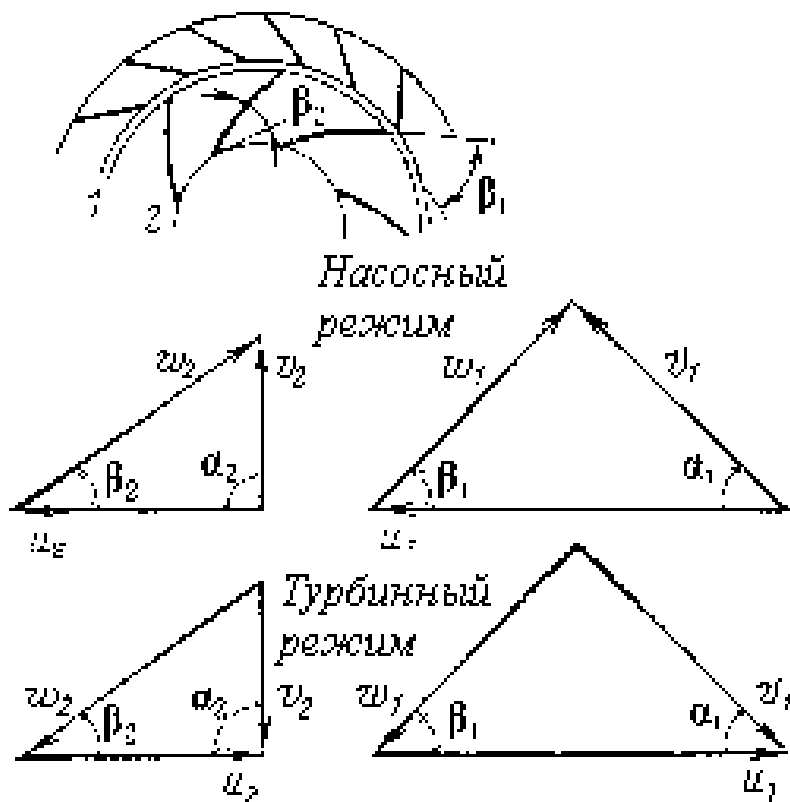


Рис 1. Треугольники скоростей радиально-осевой обратимой гидромашины

На рис. 1 показан фрагмент радиально-осевой гидромашины, состоящей из решетки направляющих лопаток и лопастей рабочего колеса (кромки 1 и 2) с углами β_1 и β_2 . Поскольку в обратимой гидромашине поток изменяет направление, то здесь названия кромок “входная” и “выходная” неприемлемы. Условимся обозначать их индексами 1 и 2, причем 1 всегда будет соответствовать входной кромке в турбинном режиме. В оптимальном режиме на кромках 2 должно удовлетворяться условие безударного входа в насосном режиме и близкое к нормальному выходу — в турбинном. Соответствующие треугольники скоростей для равных окружных скоростей и одинаковых расходов показаны на рис. 1. Здесь также даны треугольники скоростей на кромках 1, где в турбинном режиме должно удовлетворяться условие безударного входа, а в насосном — направление выходной скорости должно совпадать с установкой направляющих лопаток (безударный вход на лопатки). Как видно требуемые условия оптимальности в первом приближении удастся удовлетворить при изменении направления вращения рабочего колеса и направления течения при сохранении частоты вращения.

Определим, каковы будут соотношения напоров для обоих режимов. Для этого пишем уравнение Эйлера для турбинного режима

$$H_T \eta_T = \frac{1}{g} (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2)$$

для насосного режима

$$H_H = \frac{\eta_H}{g} (u_1 v_1 \cos \alpha_1 - u_2 v_2 \cos \alpha_2).$$

Здесь η_t и η_n — гидравлические КПД турбинного и насосного режимов. Для принятых условий выражения в скобках равны. С учетом этого находим отношение

$$H_n/H_t = \eta_t \eta_n.$$

Оно показывает, что при изменении и направления вращения и направления течения жестколопастная гидромашина обладает свойством обратимости, но напор, развиваемый в насосном режиме, меньше, чем в турбинном (если в среднем принять КПД около 90%, то $H_n/H_t=0,8$).

Задача выбора рабочего колеса центробежного насоса значительно упрощается если гидромашина работает только в турбинном режиме. Тогда подбор рабочего колеса от центробежного насоса может вестись только на нынешний гидростатический напор, уменьшенный на величину потерь в водоводах.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Котло- и реакторостроение»

1. Сафронов А.В., Пронь Г.П. Экспериментальное исследование топочных устройств с кипящим слоем. 3
2. Легостаев А.С., Пронь Г.П. Гранулирование твердого топлива перед сжиганием в кипящем слое. 4
3. Ефанов Е.Н., Пронь Г.П. Моделирование топочных устройств с кипящим слоем. 5
4. Белоруков А.В., Пронь Г.П. Разработка водогрейного котла с циклонными трубами. 8
5. Жуков Е.Б., Фурсов И.Д. Использование альтернативных видов топлив в малой энергетике. 9
6. Плесовских М.В., Лихачева Г.Н. Исследование процессов терморазмола при нагреве частиц бурого угля. 11

Секция «Нетрадиционной энергетики и энергосбережения»

1. Михеев Д.Д., Федянин В.Я. Методика расчета тепловых потоков в грунтовом теплообменнике. 12
2. Карпов М.К., Федянин В.Я. Определение оптимальной емкости аккумуляторной батареи для автономного источника электроснабжения. 15
3. Зуев М.Г., Федянин В.Я. Методика экспериментальной оценки конвективных тепловых потерь зданий. 17
4. Строков Я.Ю., Федянин В.Я. Системы напольного отопления. 20

Секция «Электрификации и теоретических основ электротехники»

1. Полухин О.В., Охонько А.Н. К проблеме расчета характеристик пережога проводника током дугового короткого замыкания 23
2. Полухин О.В., Охонько А.Н. Оценка параметров пережога электропроводок токами дугового короткого замыкания 25
3. Чумаков И.А., Якунин А.Г. Оценка структурных параметров акустических сигналов в приборах охранной сигнализации. 26

Секция «Автоматизированный электропривод и электротехнологии»

1. Беспалов А.Ю., Стальная М.И. Модернизация системы управления продольно-строгального станка. 28
2. Исаенко Н.Н., Патраков Ю. В., Головачев А. М. Лабораторный практикум по курсу АЭП. 28
3. Яшков Д.В., Радченко Т.Б. Модернизация привода подачи угольного дозатора. 29
4. Кочнев А.А., Головачев А.М. Лабораторный практикум по ТАУ. 29
5. Лисина Н.И., Стальная М.И. Использование переменного тока в трамвайных вагонах. 30
6. Ляпин О.А., Шевченко В.В., Радченко М.В. Сухие водо-растворимые экстракты. 31
7. Созутов М.Е., Пунда Д.А., Радченко М.В. Вакуумная упаковка товаров широкого назначения. 31
8. Лисин К.И., Орлов О.А., Радченко М.В. Системы управления установок газопламенного напыления. 32
9. Домнич О.Е., Кулаков А., Фроленко А., Орлов О.А., Закуваев А.А., Радченко М.В. Применение установок газопламенного напыления для создания защитных покрытий на запорной арматуре нефтеперекачивающего оборудования. 33
10. Казанцев Е.М., Пешков В.Л. Разработка системы управления и электропривода сверлильного станка для изготовления двухсторонних печатных плат. 34
11. Хижняк Т.В., Стальная М.И. Разработка программного управления привода продольно-фрезерного станка с УЧПУ. 34

Секция «Электроснабжение промышленных предприятий»

1. Беликов Б.В., Шкуропацкий П.А., Хомутов С.О. Компьютерная система педагогического тестирования с удаленным контролем результатов	35
2. Слаутин Е.А., Порошенко А.Г. Снижение тока включения трансформаторов	35
3. Стыдов П.П., Порошенко А.Г. Электроснабжение промышленного предприятия с применением ЭВМ	36
4. Свистёлко Д.А., Павлов И.В., Банкин С.А. Изучение путей и методов повышения надежности электрического оборудования подстанций 110-500 кВ	36
5. Павлов К.А., Банкин С.А. Наладка защит трансформаторов с газовыми реле	37
6. Вебер С.А., Упит А.Р. Оценка состояния изоляции электрооборудования по интенсивности частичных разрядов	37
7. Илясов Д.А., Упит А.Р. Использование радиационных пирометров для диагностики электротехнического оборудования	38
8. Карнаухов В.А., Колпаков Д.Н., Травников И.С., Фролов Т.С., Чагин В.А. Оптимизация электротехнических устройств по критериям теплового режима	39
9. Воеводин Р.В., Грищук А.Н., Сташко В.И. Разработка аппаратно-програмного комплекса для ввода и обработки диагностической информации	39
10. Шелепов М.С., Сташко В.И. Проектирование системы резервного электропитания АТС	40
11. Брежнев С.Е., Бриц В.А. Гуров О.Н., Грибанов А.А. Лабораторный комплекс для исследования процессов пропитки и сушки изоляции электродвигателей	40
12. Васильев Е.А., Стешенков С.В., Гутов И.А., Сташко В.И. Методика и технические средства предэксплуатационного и послеремонтного контроля параметров изоляции обмоток	41
13. Трушников А.И., Лизнев А.П., Иова Е.А., Гутов И.А., Суханкин Г.В. Разработка метода и устройства ультразвуковой диагностики обмоток асинхронных двигателей	42
14. Карачёв А.С., Волошко И.А., Гутов И.А. Электронный лабораторный практикум по курсу «Передача и распределение электрической энергии»	42
15. Гутов И.А. Информационно-программное обеспечение диагностирования и ремонта электродвигателей	43
16. Гутов И.А. База данных по импортным электродвигателям	44
17. Попов А.Н. Применение микроконтроллеров семейства MCS-51 в SCADA-системах управления электроснабжением	45
18. Милосердова М.А., Милосердов М.В. Л.С. Выготский об изучении культурных приемов поведения	46

Секция «Теплотехника, гидравлика и водоснабжение, водоотведение»

1. Хорошева Т.В., Лысенко А.С. Использование поршневых насосов на рудниках Алтайского округа в XVIII веке.	48
2. Копылов В.В., Юренков В.Н. Применение гидродинамических аппаратов с повышенным уровнем кавитации в системах отопления.	48
3. Артюхин А.В., Николаев А.М. Высокоэффективный теплообмен для вязких теплоносителей.	49
4. Бычков Д.А., Иванов В.М., Кротов А.П. Использование ультрафиолетового обеззараживания на очистных сооружениях канализации.	50
5. Зонов Д.Л., Юренков В.Н. Влияние отложений в проточной части турбин агрегатов наддува на эффективность работы транспортного дизеля.	51
6. Антипова Е.Н., Лысенко А.С. Материальные системы жидкости.	53
7. Суханицкий В.В., Драчев Е.А., Бижан А.С., Бахтина И.А. Исследование влияния коагулянта на процесс очистки от фосфора.	54
8. Бычков Д.А., Иванова П.В., Кротов А.П., Иванов В.М., Клейн Г.О., Родивилина Т.Ю. Микро-ГЭС на базе гидротурбин с рабочими колесами от лопастных осевых и центробежных насосов.	55