

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ | 10 |
| ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ | 17 |
| Восстановленное электрооборудование. За и против | 17 |
| РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ | 21 |
| Основные тенденции развития автоматизированного электропривода | 21 |
| ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО | 24 |
| Основные принципы применения устройств защитного отключения в электроустановках зданий | 24 |
| Системы безударного пуска высоковольтных двигателей | 35 |
| НКУ «АССОЛЬ» – системное решение! | 39 |
| Устройства плавного пуска и торможения двигателей электроустановок: грамотное использование | 41 |
| ИБП в промышленном исполнении | 47 |
| ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ | 54 |
| Полиэтиленовые трубы в энергохозяйстве | 54 |
| Балансировка систем водяного отопления | 60 |
| Некоторые аспекты учета тепловой энергии и теплоносителя | 63 |
| ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ | 66 |
| Воздухоснабжение промышленных предприятий: оптимальный выбор компрессорного оборудования | 66 |
| Компрессор для цементной промышленности | 70 |
| ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ | 72 |
| Методика измерения полного сопротивления петли «фаза-нуль! | 72 |

ЖУРНАЛ

«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №4/2006

Журнал зарегистрирован
Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и
средств массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-15358
от 12 мая 2003 года

Редакционная коллегия

В.В. Жуков – д.т.н., профессор, член-корр.
Академии электротехнических наук РФ,
директор Института электроэнергетики

Э.А. Киреева – профессор кафедры
электрооборудования промышленных
предприятий, МЭИ

М.Ш. Мисриханов – д.т.н., профессор, ген.
директор «ФСК. Межсистемные
электрические сети Центральной России»

В.А. Старшинов – д.т.н., профессор, зав.
кафедрой электрических станций, МЭИ

Н.Д. Торопцев – д.т.н., профессор
кафедрой электрооборудования Карачаево-
Черкесской государственной
технологической академии

А.Н. Чохонелидзе – д.т.н., профессор
Тверского государственного технического
университета

Главный редактор
С.А. Леонов
Выпускающий редактор
Н.А. Пунтус
Верстка
Е.Б. Евдокимова
Корректор
А.Г. Свиридова

Журнал на II полугодие 2006 года
распространяется через каталог:
Агентство «Роспечать»,
ООО «Межрегиональное агентство
подписки» (МАП)

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Тел.: (495) 925-93-50, 131-73-95
Адрес: 119602, Москва, а/я602.
Email: glavenergo@mail.ru
Адрес сайта: www.glavenergo.panor.ru

Подписано в печать
Формат 60x88/8, Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 14
Тираж
Заказ №



При подготовке материалов данного номера были использованы материалы изданий: www.izmerenie.ru
журнал «Дальневосточный энергопотребитель»
www.electronmash.ru
www.ecoenergy.ru

ОБМЕН ОПЫТОМ 80

Комплексный подход к выбору средств ограничения перенапряжений в сетях 6,10 кВ крупных промышленных предприятий целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности 80

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ 90

Стоимость жизненного цикла помогает принять решение 82

АСКУЭ 92

Учет обходных выключателей и других изменений силовой сети 92

SOFT 95

Deductor Electra - прогноз потребления электроэнергии 95

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ 102

Детандер-генераторные электростанции – эффективная ресурсосберегающая и природоохранная технология 102

ВОПРОС – ОТВЕТ 104

КНИЖНАЯ ПОЛКА 106

ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 109

Типовая инструкция по охране труда для персонала котельной 109

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 112

Методика выполнения измерений давления в паровых и водогрейных котлах, сосудах и трубопроводах технологического оборудования тэс, подлежащих контролю и надзору органов госгортехнадзора россии 112

НА «ЯСИНОВСКОМ КХЗ» ВВЕЛИ В СТРОЙ КОМПЛЕКС ТУРБИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

На ОАО «Ясиновский КХЗ» ввели в строй комплекс турбин для производства электроэнергии.

Турбина ПТ-12 конденсационного типа с регулируемым производственным и отопительным отборами пара производства ОАО «Силловые машины» (г. Калуга) работает в комплексе с генератором мощностью 12,5 МВт и циркуляционной системой водоснабжения.

Для привода турбины используется острый пар, который вырабатывается на существующих котлах заводской ТЭЦ. Обогрев котлов производится за счет избытков коксового газа, получаемого при производстве кокса, и не требует использования других теплоносителей (угля, природного газа, мазута).

Среднечасовое потребление электроэнергии заводом составляет 11,5–12,5 МВт, что обеспечивается электрической мощностью нового генератора.

Ввод в эксплуатацию турбины с генератором позволит обеспечить годовую потребность завода в электрической энергии, себестоимость которой вдвое меньше цены электроэнергии.

UGMK.INFO

РАО ЭЭС ПОПРОСИЛО ДОПОЛНИТЕЛЬНО УВЕЛИЧИТЬ ЭНЕРГОТАРИФЫ В РФ НА 3% С СЕРЕДИНЫ 2006 Г.

РАО «ЭЭС России» подало в Федеральную службу по тарифам РФ (ФСТ) заявку о дополнительном повышении тарифов на электроэнергию на 3% с середины 2006 года, сообщил глава ведомства Сергей Новиков.

Необходимость повышения энергохолдинг обосновывает дополнительными затратами на топливо в период январских-февральских морозов 2006

года, которые, по оценкам РАО, составили около 16 млрд. рублей.

В то же время начальник профильного управления тарифного ведомства Алексей Санников отметил в беседе с «Интерфаксом», что в ФСТ скептически относятся к этой просьбе. Окончательно этот вопрос, по его словам, будет решен летом 2006 года.

Утвержденный правительством РФ на 2006 год предельный уровень роста энерготарифов составляет 7,5%. Тарифы на электроэнергию в РФ традиционно устанавливаются раз в год, как правило, в январе. Определять предельный уровень роста тарифов раз в год - до принятия бюджетов - предписывает российское законодательство, но, как пояснили в ФСТ, дополнительная индексация тарифов в течение года возможна по отдельному распоряжению правительства РФ.

ИНТЕРФАКС

В 2007 ГОДУ НПО «ЭЛЕКТРОСФЕРА» ПОСТРОИТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

НПО «Электросфера» в 2007 г. построит технологический центр возобновляемой энергетики в Ленобласти, в котором разместятся компании, работающие в этом секторе.

Таким образом, в области появится технопарк, располагающий основными технологиями возобновляемой энергетики, производственной базой и специалистами.

Соинвестором проекта выступит германская компания EWO Energieteam GmbH, которая вложит в строительство центра около 2 млн евро. Центр разместится на участке в 1 га в районе пос. Разметелево (Всеволожский район), находящемся в собственности «Электросферы». Его проектируют по шаблону германского партнера, имеющего опыт строительства подобных технопарков (в Лихтенау, Германия). «Пока наша часть инвестиций рассматривается в виде земли, цена которой растёт со

строительством объездной дороги, - говорит президент НПО «Электросфера» Игорь Брызгунов. - Возможны и российские инвестиции: Минэкономразвития на такие программы деньги предусматривает».

В технологическом центре разместятся компании, которые занимаются разработкой и внедрением технологий получения возобновляемой энергии - ветроэнергетикой, биогазовыми системами, тепловыми насосами, солнечными источниками энергии. Как обещают в «Электросфере», арендная плата для компаний будет минимальной, а кроме стабильно работающих на рынке компаний поддержат молодые научные фирмы. Игорь Брызгунов рассчитывает, что покупателями технологий будут в том числе муниципалитеты. «Например, в сельскохозяйственных районах очень перспективна технология биогазовых энергетических систем, которая заключается в получении электроэнергии и тепла от отходов животноводства и растениеводства: они перерабатываются в газ, который сжигается в генераторе», - рассказывает Игорь Брызгунов.

НПО «Электросфера» силами входящего в него ЗАО «Ветроэнергетическая компания» занимается производством и монтажом ветроэнергетических установок (ВЭУ). Сейчас по России реализовано около 30 проектов в малой энергетике, идут работы по строительству четырех крупных центров. «К примеру, в Карелии на ферлеводческом хозяйстве поставили ветродизельный комплекс, и за первый год ветрогенератор выработал 84% всей электроэнергии, а остальные 16% - дизельный генератор», - говорит Игорь Брызгунов.

«Без сомнения, технологии возобновляемой энергетики перспективны и будут развиваться, - сообщил Владимир Морозов, заместитель председателя Комитета по энергетическому комплексу и ЖКХ правительства Ленобласти. - Что касается большой энергетики, то здесь существует правовой

вакуум, который не позволяет реализовывать крупные проекты в полной мере. В настоящее время разрабатывается нормативно-правовая база на федеральном уровне. Здесь важно, чтобы потребитель не пострадал: цена за электроэнергию и тепло должна быть приемлемой. А малая альтернативная энергетика, к примеру, обеспечение коттеджей и локальных объектов, развивается и сейчас».

Президент НПО «Электросфера» Игорь Брызгунов: «Игрокам рынка возобновляемых источников энергии придется вложить еще немало сил и средств для развития этого рынка в России».

В ветроэнергетическом секторе работают не больше 10 российских компаний, к примеру, «Сапсан - энергия ветра» (Москва), ООО «Компания ЛМВ Ветроэнергетика» (Хабаровск) и др. В области малой гидроэнергетики в Петербурге работает компания «Инсет».

Источник: Балт-Трейд Руструбпром

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БУДЕТ РАБОТАТЬ НАД СОЗДАНИЕМ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАО ЕЭС

Председатель правления РАО «ЕЭС России» Анатолий Чубайс и президент Российской академии наук (РАН) Юрий Осипов подписали соглашение о сотрудничестве. Об этом Чубайс и Осипов сообщили на специальной пресс-конференции.

По словам Чубайса, одной из основных задач РАО ЕЭС на сегодня является поднятие уровня российской энергетики «выше мировых стандартов», и с этой целью было решено обратиться за поддержкой к РАН. «Задача, стоящая перед нами в целевом видении энергетики до 25-30 года - это удвоение выработки электроэнергии в стране. Решая такую задачу, нам нужно понимать, что нам нужны не просто новые киловатты установленной мощности, а нам нужно принципиально новое качество этой мощности», - добавил Чубайс. Выработку электроэнергии в стране РАО «ЕЭС России» пла-

нирует увеличить с 1 до 2 трлн. киловатт-часов в год, уточнил он. Также, по его словам, в ближайшие 3 года ожидается утроение объема инвестиций в сферу энергетики. «У этой работы колоссальный горизонт и в то же время очень сжатый срок, - добавил Чубайс.

Согласно материалам, представленным пресс-службой РАН, сотрудничество РАО ЕЭС и РАН будет строиться на основании согласованных планов по разработке и реализации прикладных исследований по развитию российской электро- и теплоэнергетики. Обе структуры намерены совместно работать над программой развития и размещения объектов электроэнергетики до 2030 года. Кроме того, соглашение направлено на активизацию фундаментальных и прикладных исследований в учреждениях РАН по созданию конкурентоспособного импортозаменяющего оборудования для предприятий РАО ЕЭС. При этом стороны обязуются приложить усилия для разработки и промышленного освоения высокоэффективного экологически чистого энергетического оборудования и технологий.

«Сегодняшний документ для меня означает знак выхода на абсолютно новую стадию развития нашей энергетики», - подчеркнул Чубайс. Кроме того, глава РАО ЕЭС заявил о необходимости пересмотра государством тарифной политики. «Как бы это не было болезненно и политически трудно, мы ставим вопрос о пересмотре государством тарифной политики», - сказал Чубайс. Он также напомнил, что сегодняшние тарифы ниже уровня инфляции, что пока позволяет РАО ЕЭС работать, но не дает компании развиваться.

РАО ЕЭС обратилось в Правительство с предложением о полном пересмотре государственной тарифной политики. «Этот вопрос назрел и перезрел. В 2004 году РАО ЕЭС предложило тарифную политику «Инфляция минус» - в рамках нее российская электроэнергетика проработала два предыдущих года», - сообщил Чубайс.

«Мы можем прожить в этой тарифной политике и 2006 год, катастрофы не случится. Но развиваться и расти энергетика страны при такой политике не может. Объемы запасов исчерпаны», - отметил глава РАО ЕЭС

ИА REGNUM

В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ ТАТАРСТАНА ПРОТЯГИВАЮТ САМОНЕСУЩИЕ ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА 15 МАРТА 2006 Г.

В электросетях Татарстана в 2006 году будет смонтировано более 300 км линий электропередачи напряжением 0,4 киловольт с самонесущими изолированными проводами, (СИП). Об этом сообщил пресс-центр ОАО «Татэнерго». По сравнению с неизолированными проводами СИП имеют большие преимущества. Так, при меньшем электрическом сопротивлении они не подвержены гололедообразованию, безопасны для людей и птиц, проще в монтаже и не требуют обслуживания. Использование этих проводов практически исключает банальные хищения, как электроэнергии (благодаря изоляции), так и самих проводов (они не годятся для переплавки).

Массовая замена обычных линий на СИП производится с 2004 года в рамках программы энергосбережения. За это время в распределительных сетях ОАО «Сетевая компания» введено в эксплуатацию 1740 км воздушных линий с использованием таких проводов.

Татар-информ

ПЛАТА ЗА ТЕХПРИСОЕДИНЕНИЕ К ЭЛЕКТРОСЕТЯМ В УРФО БУДЕТ ВНЕДРЕНА В 2006 ГОДУ

Плата за техническое присоединение к электрическим сетям будет введена в субъектах УрФО уже в 2006 году. Как заявил «Уралинформбюро» глава ОАО «МРСК Урала и Волги» Алексей Бобров, это избавит потребителей и энергетиков от многих затрат.

В частности, у строительных компаний не будет необходимости за собственный счет протягивать линии электропередач, а энергетикам не придется ремонтировать распределительные сети, сооруженные непрофессионалами. По словам А.Боброва, введение данной практики будет согласовываться с муниципалитетами и РЭКАми. В Свердловской области этот процесс уже начался — «Свердловэнерго» и ЕЭСК вместе со среднеуральской РЭК приступили к разработке необходимых документов. В Екатеринбурге также ведутся переговоры с мэрией по поводу исключения этой платы из 10% отчислений от стоимости строительства объекта на развитие инженерной инфраструктуры. По мнению главы «МРСК Урала и Волги», цена вопроса — не более 300-500 рублей на каждый введенный квадратный метр жилья, в любом случае данный показатель не превысит 20 тысяч рублей за 1 киловатт подключаемых мощностей.

ООО «УралИнформБюро»

ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ФЦП «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЭКОНОМИКА» НА 2002-2005 гг И НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2010 ГОДА ЗА 2005 ГОД»

Минпромэнерго РФ опубликовало «Концепцию федеральной целевой программы «Энергоэффективная экономика» на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года». Также опубликован «Доклад о ходе реализации федеральной целевой программы «Энергоэффективная экономика» на 2002-2005 годы и на перспективу до 2010 года за 2005 год». Об этом сообщает пресс-служба Минпромэнерго.

Целевая программа «Энергоэффективная экономика» является одним из основных механизмов реализации Энергетической стратегии России на период до 2020 года. Базовая цель программы - создание социально ориентированного энергетического хозяйства, обеспечивающего за счет структурной перестройки энергопро-

изводящих и энергопотребляющих отраслей эффективное энергосбережение в стране, надежное обеспечение энергоносителями отраслей экономики, снижение энергоемкости ВВП.

Мероприятия ФЦП «Энергоэффективная экономика» на 2002-2005 годы и на перспективу до 2010 года были направлены на укрепление позиций энергосбережения, на решение проблем ТЭК при добыче (производстве) энергоресурсов, так и в сфере их потребления.

В результате реализации программных мероприятий в ТЭК страны произошли положительные сдвиги. Так, по сравнению с запланированными, увеличились объемы добычи нефти, газа, коксующегося угля, производство электроэнергии на ГЭС, объем первичной переработки нефти и выработки остродефицитных нефтепродуктов.

Создана и расширяется система нефтепроводов, обеспечивающая транспортировку нефти на экспорт в северо-западном направлении.

В угольной промышленности было введено 4,35 млн тонн мощностей по добыче угля и 11 млн тонн по его переработке.

В электроэнергетике продолжалось строительство Усть-Среднеканской ГЭС, и других объектов. На Калининградской ТЭЦ-2 в октябре 2005 года введен в эксплуатацию энергоблок №1 (ПГУ- 450 МВт).

Введен в действие четвертый блок Бурейской ГЭС мощностью 335 мВт. Выполнены все строительные работы и принята в опытную эксплуатацию Якутская ГРЭС. Проведен большой объем мероприятий по подготовке зон затопления ГЭС.

Мероприятия в проекте концепции ФЦП «Энергоэффективная экономика» на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года направлены на повышение энергоэффективности экономики. Основная цель программы - эффективное использование энергетического потенциала России для роста конкурентоспособности экономики, повышения уровня жизни населения.

Реализация программных мероприятий направлена в первую очередь на обеспечение бюджетной и коммерческой эффективности проектов, оптимизацию бюджетных расходов в данной сфере и стимулирование инициативы хозяйствующих субъектов по разработке и внедрению новых энергосберегающих технологий, формирование и реализацию отраслевых и региональных программ энергосбережения.

Финмаркет

СИСТЕМА ЭКОНОМИТ ЭНЕРГИЮ И ОПРЕДЕЛЯЕТ РАБОЧИЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА

На ЗАО «Новгородский металлургический завод» (Великий Новгород) завершили работы по установке систем энергосбережения АСТУЭ (автоматизированная система технического учета электроэнергии и АСКУЭ (автоматическая система коммерческого учета электроэнергии)). Общая стоимость двух проектов оценивается в миллион рублей. Об этом корреспонденту Новгородинформ сообщила заместитель гендиректора по связям с общественностью Татьяна Филиппова. Ежемесячная мощность предприятия — 6 000 кВтч. Первый месяц работы систем показал, что с введением энергосберегающих систем экономия средств составляет 3-5% в месяц. За год эта сумма превысит два миллиона рублей. АСКУЭ предназначена для коммерческого учета входящей энергии на завод. Каждые 30 минут счетчики выдают информацию о поступающей энергии и расчет ее стоимости. Это можно назвать внешним кругом контроля входящей информации. Установка другой системы, АСТУЭ, была завершена совсем недавно. Система представляет собой 38 счетчиков, которые охватывают все подразделения завода. «Внедренная система позволяет нам четко контролировать работу основного и вспомогательного оборудования цехов, выводить их работу из часов- максимумов, когда электросети перегружены, что может

привести к серьезным авариям. Перераспределение работы агрегатов по разным временным отрезкам помогает не допускать перегрузок и аварийных срывов», — отметил главный энергетик завода Роман Васильев.

Новгородинформ

ЗЗГТ ЗАКЛЮЧИЛ ДОГОВОР НА ЗАКУПКУ В 2007 ГОДУ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ У ЗАО «МОРЭМ+»

ОАО «Заволжский завод гусеничных тягачей» (ЗЗГТ, Нижегородская область, входит в «Руспромавто») заключил договор на закупку в 2007 г энергоресурсов у ЗАО «Морэм+» (Москва, альтернативный поставщик электроэнергии), сообщили агентству «НТА-Приволжье» на предприятии.

По словам собеседника агентства, в рамках договора, в текущем году московская «Морэм+» проведет модернизацию системы коммерческого учета электроэнергии на ЗЗГТ.

Как сообщалось ранее, ЗЗГТ планировал заключить договоры на закупку в энергоресурсов у ЗАО «Морэм+» с целью снижения издержек по данной статье затрат. В настоящее время энергоснабжение предприятия осуществляет АО «Нижегородская сбытовая компания» (НСК, выделена из «Нижевоэнерго»).

Уставный капитал ОАО «ЗЗГТ» составляет 244,021 тыс. рублей и разделяется на 220,516 тыс. обыкновенных и 23,505 тыс. привилегированных акций номиналом 1 рубль. 81% акций ЗЗГТ принадлежит «Руспромавто».

Основной вид деятельности ЗЗГТ – производство снегоболотоходных плавающих гусеничных транспортеров марки «ГАЗ», предназначенных для применения в особо тяжелых дорожных и климатических условиях для перевозки людей и грузов при проведении геолого-разведочных изысканий, при строительстве и обслуживании нефтегазопроводов, линий электропередач и связи, проведении поисковых и аварийно-спасательных работ и других потребностей преимущественно в районах Крайнего

Севера, Сибири и Дальнего Востока. Кроме этого, ОАО «ЗЗГТ» производит детали и поковки для других заводов, а также запасные части к автомобилям «ГАЗ».

НТА-Приволжье

КАЛМЫЦКИЕ ЭНЕРГЕТИКИ ЗАМОРОЗИЛИ ПРОЕКТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Площадка Калмыцкой ветровой электростанции, на которой была запроектирована установка 22 ВЭУ по 1 МВт конструкции КБ «Радуга», скорее всего, так и не станет полигоном для испытания возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Такое мнение высказал советник председателя правления компании ГидроОГК («дочки» РАО ЕЭС) Анатолий Копылов в интервью аналитическому журналу «Мировая Энергетика».

По его мнению, следует «довести до ума ВЭУ КБ «Радуга» или же закупать ветроустановки испанской компании Gamesa, которые доводить почти не нужно». Кроме того, стоимость киловатт-часа ветроустановки выше тарифов традиционных генераторов энергии.

Сооружение калмыцких ВЭУ инициировал прежний председатель правления РАО ЕЭС Анатолий Дьяков. Сейчас на площадке размещена единственная ВЭУ, которая какое-то время успела поработать, но во время сильного ветра вышла из строя. Еще две недостроены из-за прекращения финансирования проекта РАО ЕЭС.

«Бумбин Орн»

«ЕВРАЗРУДА» РАЗРАБОТАЛА ПРОГРАММУ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ

ОАО «Евразруда» (предприятие «Евраз Груп») разработало программу повышения энергоэффективности с целью формирования системы экономики по всей технологической цепочке

для снижения энергоёмкости при производстве тонны готовой продукции. Об этом агентству МФД-ИнфоЦентр сообщили в пресс-службе компании.

Программа включает в себя ряд организационных и технических мероприятий. Среди первых - ужесточение дисциплины по соблюдению сроков ремонтов для исключения возможности перерасхода электроэнергии, четкое соблюдение технологии, анализ работы технологического оборудования с целью снижения количества работающей техники в часы максимума нагрузки электрической системы, недопущение холостых пробегов оборудования.

К техническим мероприятиям, планируемыми к реализации в текущем году, в частности относится установка в компании приборов учёта и регулирования энергоресурсов, фотореле для освещения территорий, внедрение частотных преобразователей для конвейеров, сепараторов.

В Абагурском филиале будут введены в эксплуатацию кабельные сети от подстанции «Обогатительная», что позволит повысить устойчивость электроснабжения одного из самых энергоёмких предприятий компании, существенно снизив при этом затраты на энергообеспечение. В Мундыбашском филиале с целью экономии энергоресурсов планируется вывести из работы стационарные компрессоры и произвести установку компрессоров малой мощности, организовать теплоучетные пункты. В Казском филиале запланировано устранение непроизводительного расхода сжатого воздуха, применение устройства плавного пуска для двигателей дробилок. В Тейском филиале отопление здания ремонтно-механического цеха будет переведено на автономные индукционные водоподогреватели.

МФД-ИнфоЦентр

В РОССИИ ХОТЯТ СОКРАТИТЬ ЭНЕРГОПОТЕРИ

В Минпромэнерго России прошла презентация ряда нормативных документов, где закреплены механизмы

определения нормативов удельного расхода топлива, его запасов, технологических потерь электрической и тепловой энергии.

Только в электросетях холдинга РАО «ЕЭС России», по оценкам независимых специалистов, потери в 2005 году составили 108 млрд кВт/ч. Это 11% от всего отпуска электроэнергии в сети, говорится в материалах Минпромэнерго. Учитывая потери в сетях промышленных предприятий и жилищно-коммунального комплекса, цифра возрастает до 130 млрд кВт/ч. Это примерно столько же, сколько вырабатывают все атомные электростанции страны.

В магистральных теплосетях потери энергопредприятий, входящих в состав холдинга РАО «ЕЭС России», составили 12% от всей отпущенной тепловой энергии, а на ряде участков при дальнейшей транспортировке тепла — до 20%. В Минпромэнерго нацелены на организацию работ по сокращению потерь энергии и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Для этого, в том числе разрабатываются Положения об организации в Минпромэнерго работы по утверждению ряда нормативов. Энергоснабжающие и сетевые компании представляют на утверждение в Минпромэнерго России обосновывающие материалы, исходные данные и расчеты нормативов. В 2006 году подлежат утверждению нормативы для более чем 100 тысяч таких организаций, говорится в сообщении министерства.

Функции по рассмотрению и подготовке предложений руководству Министерства по утверждению основных энергетических показателей возложены на Комиссию по утверждению нормативов удельного расхода топлива, нормативов создания запасов топлива, нормативов технологических потерь электрической и тепловой энергии, созданную приказом Минпромэнерго России.

Источник: Вслух.ру

ЧЕРЕЗ ГАРАНТИРУЮЩЕГО ПОСТАВЩИКА ЭНЕРГЕТИКИ ПЛАНИРУЮТ ФИЛЬТРОВАТЬ НЕДОБРОСОВЕСТНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

«Закон, регулирующий деятельность гарантирующего поставщика еще находится в стадии разработки», — сообщил на пресс-конференции генеральный директор ОАО «Свердлов-энергосбыт» Андрей Макаров.

А.Макаров подчеркнул, что на сегодняшний день, ОАО «Свердлов-энергосбыт» — это единственная бытовая компания, которая может выполнять функции гарантирующего поставщика электроэнергии потребителям Свердловской области.

«Положение гарантирующего поставщика имеет определенные риски, но в то же время с уверенностью могу сказать, что без оплаты мы никому не будем поставлять электроэнергию», — отметил А. Макаров.

По словам А. Макарова, недобросовестные потребители не будут пожизненно обеспечены энергоресурсами ресурсами. В настоящее время, согласно действующему законодательству, недобросовестный потребителем сможет быть отключен в период от полугода до полутора лет.

«Через гарантирующего поставщика будет происходить фильтрация недобросовестных потребителей», — особо подчеркнул А. Макаров.

www.justmedia.ru

«ЗАВОЛЖСКИЙ МОТОРНЫЙ ЗАВОД» ПЛАНИРУЕТ СОКРАТИТЬ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ НА 20%, ЧТО ДАСТ ЭКОНОМИЮ БОЛЕЕ 1 МЛН РУБ. В ГОД

ОАО «Заволжский моторный завод» («ЗМЗ», входит в холдинг ОАО «Северсталь-авто») в рамках долгосрочной программы «Энергосбережение» планирует сократить потребление электроэнергии на 20%, что даст экономию в суммарном выражении более 1 млн руб. в год. Об этом агент-

ству МФД-ИнфоЦентр сообщили в пресс-службе «ЗМЗ».

Заявленные показатели будут достигнуты за счет внедрения частотно регулируемого привода (ЧРП) на насосной оборотного водоснабжения, запуск в эксплуатацию которого состоится в апреле текущего года. В настоящее время завершаются монтажные работы.

Это уже третий проект по внедрению ЧРП на «Заволжском моторном заводе». Первые два частотно регулируемых привода - на горячей и холодной воде - действуют с 2004 г. Экономия от внедрения этого оборудования составила порядка 3 млн руб.

Сегодня прорабатываются варианты проектов по внедрению в ближайшей перспективе ЧРП на насосах систем локального оборотного водоснабжения в основном производстве «ЗМЗ» и на насосах подачи смазочно-охлаждающей жидкости с ожидаемым экономическим эффектом 2.7 млн руб. в год.

МФД-ИнфоЦентр

В 2007 ГОДУ В РОССИИ ПОЯВИТСЯ ФЬЮЧЕРСЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

«Начиная с конца 2006 – 2007 года будет запущен механизм фьючерсной торговли электроэнергией», — сообщил на пресс-конференции начальник департамента информационной политики Администратора торговой системы оптового рынка электроэнергии Единой энергетической системы Сергей Пикин.

По его словам этот механизм будет интересен как покупателям и поставщикам для страхования их рисков, так и финансовым компаниям, которые будут заниматься финансовыми операциями на этом рынке.

JM

РАО «ЕЭС РОССИИ» УТВЕРДИЛО ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ВВОДА ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ В ЕДИНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ РОССИИ

РАО «ЕЭС России» утвердило перечень первоочередных площадок для ввода генерирующих мощностей в Единой энергосистеме России. Соответствующий приказ подписан Председателем Правления РАО «ЕЭС России» Анатолием Чубайсом.

В Перечень включены энергообъекты, расположенные на территории 19 энергосистем, в т.ч. Московской, Ленинградской, Тюменской, Свердловской, Калининградской. Суммарная установленная мощность энергообъектов, которые планируется ввести на первоочередных площадках, составляет 19407 МВт. При этом за счет строительства генерирующих мощностей на тепловых электростанциях планируется дополнительно ввести в эксплуатацию 11794 МВт, гидроэлектростанциях - 4613 МВт, атомных электростанциях - 3000 МВт.

Основанием для включения в Перечень является возможность возникновения в ближайшее время в этих энергосистемах дефицита генерирующих мощностей в связи с ростом энергопотребления и износом основных фондов, а также недостаточная пропускная способность сетей электропередачи.

Для повышения надежности работы ЕЭС России и обеспечения бесперебойного энергоснабжения потребителей структурным подразделениям РАО «ЕЭС России» поручено при отборе инвестиционных проектов через механизмы дополнительной эмиссии, гарантирования инвестиций, использования собственных и заемных средств, привлечения прямых инвестиций и иные механизмы осуществлять их на площадках, указанных в Перечне, в приоритетном порядке.

ОАО «ФСК ЕЭС» по согласованию с ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» при разработке инвестпрограмм необходимо в при-

оритетном порядке предусматривать выдачи мощности в энергосистемах, реализацию мероприятий по схемам определенных Перечнем.

Перечень первоочередных вводов генерирующих мощностей в ЕЭС России

| Энергосистема | Возможная площадка | Предполагаемая мощность, МВт |
|---|--|------------------------------|
| Операционная зона ОДУ Урала - 3820 МВт | | |
| 1. Тюменская | Уренгойская ГРЭС | 200 |
| | | 600 |
| | Нижневартовская ГРЭС | 800 |
| 2. Свердловская | Сургутская ГРЭС-2 | 800 |
| | Серовская ГРЭС | 600 |
| 3. Пермская | Новоберезниковская ТЭЦ | 220 |
| | Пермская ГРЭС | 400 |
| | Пермско-Закамский Район ПС 220 кВ Владимирская (Пермская ТЭЦ-9, Пермская ТЭЦ-6 или новая площадка) | 200 |
| 4. Челябинская | Район ПС-110 кВ Сатка или Челябинская ТЭЦ-3 | 400 |
| | с выдачей мощности по двухцепной ВЛ-220 кВ в район ПС Сатка, со строительством новой ПС 220 кВ. | |
| Операционная зона ОДУ Центра - 5510 МВт | | |
| 5. ОЭС Центра | Калининская АЭС | 1000 |
| 6. Калужская, Тульская, | Черепетская ГРЭС, | |
| | Щекинская ГРЭС | 400 |
| 7. Белгородская | Район ПС 330 кВ Губкин | 400 |
| 8. Московская | ЗаГАЭС-2 | 840 |
| | ТЭЦ-21 | 450 |
| | ТЭЦ-27 | 900 |
| | ТЭЦ 26 | 400 |
| | Каширская ГРЭС | 320 |
| | Шатурская ГРЭС | 400 |
| | Новая площадка между г. Можайск и г. Волоколамск | 400 |
| Операционная зона ОДУ Юга - 1739 МВт | | |
| 9. ОЭС Юга | Волгодонская АЭС | 1000 |
| 10. Астраханская | Астраханская ТЭЦ-3 | |
| | или Астраханская ГРЭС | 450 |
| 11. Кубанская | г. Новороссийск | 150 |
| | Сочинская ТЭС | 39 |
| | ТЭЦ НПЗ (г. Туапсе) | 100 |
| Операционная зона ОДУ Сибири - 4050 МВт | | |
| 12. Красноярская | Богучанская ГЭС | 3000 |
| 13. Кузбасская | Кузнецкая ТЭЦ, | |
| | либо новая площадка | 600 |
| 14. Томская ЭС | Томская ТЭЦ-3 | 450 |
| Операционная зона ОДУ Северо-Запада - 3515 МВт | | |
| 15. ОЭС СЗ | ЛАЭС-2 | 1000 |
| 16. Калининградская | Калининградская ТЭЦ 2 | 450 |
| | С-3 ТЭЦ | 450 |
| 17. Ленинградская | ТЭЦ-5 | 180 |
| | Киришская ГРЭС | 800 |
| | Ю-3 ТЭЦ | 550 |
| | ТЭЦ-14 | 300 |
| | Центральная ТЭЦ | 100 |
| 18. Коми | | 135 |
| Операционная зона ОДУ Востока - 773 МВт | | |
| 19. Амурская | Бурейская ГЭС | 333 |
| | | 333 |
| | Нижнебурейская ГЭС | 107 |

INFOLine, ИА



ДКС НАЧИНАЕТ ПРОИЗВОДСТВО УЛУЧШЕННЫХ ЛОТКОВ «S5 COMBITECH»

Новые лотки будут обладать следующими особенностями: боковая перфорация в виде отверстий по всей длине лотка (облегчает монтаж лотка разрезанного на нестандартные сегменты); прямоугольная выштамповка на основании лотка (повышает жесткость конструкции).

Выпускаются металлические перфорированные лотки следующих типоразмеров:

1. 50x50x2000 мм;
2. шириной 100 мм и любой высоты;
3. шириной 200 мм и любой высоты, длиной 3000 мм.

Металлические перфорированные лотки других размеров (шириной 80, 300, 400, 500 мм, длиной 3000 мм и любой высоты) будут изготавливаться с новой перфорацией с 15/06/06.

Сохраняется существующая кодировка на данную систему металлических лотков «S5 Combitech».

www.dkc.ru

ИЭК ПОМОЖЕТ ЭКОНОМИТЬ

Компания «ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ» внесла свой вклад в повышение энергоэффективности российских предприятий. Новинка, выпущенная под торговой маркой ИЭК - предохранитель ППНИ - снижает потери мощности на 30% по сравнению с устаревшими аналогами, к примеру, ПН-2. Улучшенные параметры изделия непосредственно влияют на экономию электроэнергии и стабильность рабочих и защитных характеристик аппарата.

Предохранители ППНИ торговой марки ИЭК относятся к классу общего назначения типа gG. В ассортиментной линейке компании представлен весь стандартный ряд предохранителей с номинальными токами от 2А до 630А. Новая разработка компании учитывает рекомендации Энерге-

НП «АДМИНИСТРАТОР ТОРГОВОЙ СИСТЕМЫ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»: РОССИЙСКИЙ ОПТОВЫЙ РЫНОК ЭНЕРГЕТИКИ НЕ БУДЕТ МОНОПОЛИЗИРОВАН

В 2006 г. емкость оптового рынка электроэнергии Российской Федерации увеличится в 2-2,5 раза. Об этом заявил начальник департамента информационной политики НП «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии Единой энергетической системы» Сергей Пикин.

Сегодня, из всего объема энергопотребления России, оптовый рынок занимает около 90%. Планируется, что в 2006 г. его оборот составит порядка \$15 млрд.

По словам С. Пикина, оптовый рынок подлежит реформированию, так же как и розничный рынок энергетики. В данном случае, одним из основных направлений реформы является создание свободного рынка, который будет более соответствовать понятию конкурентного пространства и менее контролироваться государством. Оптовый рынок энергии России в результате реформирования должен стать свободным и конкурентным. Если сегодня доля свободного рынка занимает порядка 15%, то к 2015 г. она должна максимально приблизиться к 100%.

В то же время, для работы на оптовом рынке компании должны соответствовать ряду требований, планка которых, по общему признанию, достаточно высока. Поэтому в ближайшее время предполагается сократить количество игроков до 28 единиц. Планируется, что на оптовом рынке останутся 7 оптовых генерирующих компаний, 14 территориальных генерирующих компаний, «Росэнергоатом», и такие поставщики электроэнергии «Башкирэнерго», «Татэнерго», «Новосибирскэнерго», «Иркутскэнерго». Продажу энергии потребителям будут осуществлять сбытовые компании, в частности в Свердлов-

ской области эту функцию берет на себя ОАО «Свердловэнергообит».

«Несмотря на планируемое снижение участников российского энергетического рынка, он не будет монополизирован. Указанное количество игроков для России достаточно велико. И, конечно, достаточно для того, чтобы говорить о наличии конкуренции. Другое дело, что Федеральная антимонопольная служба должна контролировать развитие этого рынка. В настоящее время идет разработка правил для осуществления данного контроля», — отмечает С. Пикин.

УралБизнесКонсалтинг

НА «ФРУНЗЕ» ЭКОНОМИТ ЭНЕРГИЮ

Введя на производстве программу по энергосбережению, Сумское НПО им.Фрунзе планирует сократить потребление электроэнергии на 11%, а газа - на 10-12%.

В частности уже началась (после экспертной оценки европейских и отечественных специалистов) работа по реконструкции Котельной Северного промузла. Кроме того запланирована модернизация термических печей, использующих газ. Таких печей в акционерном обществе 150. Таким образом администрация завода «Фрунзе» хочет сократить потребление природного газа на 10-12%.

Большим резервом экономии электроэнергии на объединении считают осветительные установки, которые планируется модернизировать. Также намечена программа по сокращению потребления сжатого воздуха, на производство которого расходует-ся до 17 процентов всего потребляемого электричества.

Между тем администрация СНПО им.Фрунзе хочет заменить до 70 процентов стеклянных поверхностей цехов, общая площадь которых - 170 тыс. кв.м, на пенобетон с целью сокращения теплопотерь.

«Данкор online»



Евгений Дряхлов



ВОССТАНОВЛЕННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ. ЗА И ПРОТИВ

Вторичный рынок – это оборудование бывшее в употреблении или в состоянии «как есть», а также восстановленное и модернизированное оборудование. Разберемся в чем преимущество и недостатки того или иного типа для потенциального покупателя.

ВНЕСТИ ЯСНОСТЬ

Прежде чем перейти к аналитическим материалам, внесем ясность в основные понятия. Рынок поддержанного и восстановленного оборудования не собирается сдавать свои позиции и, более того, уверенно перешагнул границу столетий. На дворе XXI век, а спрос на вторичное оборудование по-прежнему актуален и в странах со сложившейся рыночной экономикой, и в России, и на просторах всего бывшего СССР. Тем не менее отношение ко вторичному рынку оборудования не всегда однозначное. За последнее десятилетие в нашей стране накопился богатейший негативный опыт, связанный с приобретением непригодного оборудования под видом «вполне исправного».

Существует два различных понятия: бывшее в употреблении, или поддержанное, оборудование и восстановленное оборудование. О чем в каждом случае идет речь и как одно отличить от другого?

Для ответа на этот сложный вопрос необходимо провести классификацию оборудования по предлагаемому функциональному состоянию.

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Остановимся на преимуществах и недостатках нового оборудования для потенциального покупателя.

Преимущества:

- ✘ исходная надежность (контроль качества производителя), подкрепленная
- ✘ бесплатной заводской гарантией и бесплатной поставкой запчастей, наличием горячей линии и консультациями;
- ✘ новый уровень автоматизации и числового программного управления;
- ✘ более современные конструктивные решения, выражающиеся в лучшей точности,
- ✘ производительности и ремонтпригодности;
- ✘ возможность коммутирования в единую информационную сеть.

Недостатки:

- ✘ высокая цена;
- ✘ необходимость дополнительного обучения обслуживающего персонала;
- ✘ сложность оборудования и, как следствие, сложность обслуживания.

БЫВШЕЕ В УПОТРЕБЛЕНИИ ОБОРУДОВАНИЕ ИЛИ ОБОРУДОВАНИЕ В СОСТОЯНИИ «КАК ЕСТЬ»

Для этого оборудования в иностранной прессе и на интернет-сайтах чаще всего используются такие определения, как resale, second-hand, used.

Его можно распределить по двум подгруппам.

К первой подгруппе относится оборудование, подлежащее продаже, но находящееся временно в эксплуатации. В этом случае покупатель имеет возможность побывать на предприятии, которое продает устаревшее оборудование,



и на месте убедиться в эксплуатационных свойствах оборудования. Далее следует приемка, демонтаж и транспортировка до нового места «дислокации».

Стоимость такого оборудования договорная. Сведения о нем можно найти на страницах объявлений в специализированной прессе, интернет-сайтах и через многочисленных посредников.

Учитывая, что вечный двигатель так и не был изобретен, для ввода в эксплуатацию и обслуживания этого оборудования необходимо рассчитывать на свои собственные силы, причем очень квалифицированные. Правда существуют ремонтные предприятия, которые за умеренную плату могут произвести восстановительные работы. Поэтому все заранее надо взвесить и тщательно просчитать.

Ко второй подгруппе относится бывшее в употреблении оборудование, находящееся на складе поставщика-посредника или ремонтного предприятия. Существует стабильный спрос на такое оборудование среди предприятий, накопивших значительный опыт по его эксплуатации и обслуживанию, и желающих за счет него нарастить свои производственные мощности. Цена на подобное оборудование обычно не опускается ниже пятидесятипроцентной планки по отношению к новому оборудованию.

Преимущества бывшего в употреблении оборудования:

- ✘ низкая цена;
- ✘ меньший срок окупаемости (если не будет сюрпризов).

Недостатки:

- ✘ отсутствие каких-либо гарантий на бесплатное устранение неисправностей, замену или возврат оборудования;
- ✘ сложность оценки рабочего состояния;
- ✘ риск выявления серьезных неисправностей или износа, что может свести на нет все преимущества;
- ✘ сравнительно низкая производительность и точность (качество выполнения операций);
- ✘ возрастающие затраты на обслуживание;
- ✘ низкая ликвидность.

ВОССТАНОВЛЕННОЕ И МОДЕРНИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

На иностранных интернет-сайтах можно вести поиск предложений подобного оборудования, вводя перед его англоязычным наименованием одно из нескольких синонимичных определений: remanufactured, refurbished, reconditioned, rebuilt.

На эту группу оборудования следует обратить особое внимание, так как она включает в себе преимущества двух предыдущих групп.

Преимущества:

- ✘ исходная работоспособность (выходной контроль ремонтного предприятия);
- ✘ невысокая стоимость;
- ✘ приемлемый срок окупаемости;
- ✘ наличие гарантийных обязательств поставщика;
- ✘ техническое содействие со стороны поставщика в монтаже и пуско-наладке;

- ✘ хорошее соотношение цена/возможности (особенное в случае модернизации);
- ✘ естественное старение металла (улучшенные точностные характеристики).

Недостатки:

- ✘ меньший остаточный ресурс;
- ✘ возрастающие затраты на обслуживание;
- ✘ невысокая ликвидность.

ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА

Обычно поставщики восстановленного оборудования не предлагают сразу готовых решений. Объем восстановительных работ оговаривается с заказчиком. В этом состоит очень важное стоимостное преимущество восстановленного оборудования - заказчик получает то, что ему нужно за цену, которая его устраивает.

Модернизация предполагает внесение усовершенствований в отработавшее уже какой-то срок оборудование в соответствии с современными тенденциями развития оборудования для данной сферы производства. Это может предполагать усовершенствование отдельных узлов, замену приводов, электрооборудования и, наконец, встройку систем числового программного управления или простейших контроллеров и датчиков. Поставщики восстановленного оборудования могут предлагать также свои собственные решения, направленные на улучшение удобства эксплуатации, повышение производительности и точности восстанавливаемого ими оборудования.

Тем не менее восстановленное оборудование не должно поступать заказчику в условно рабочем состоянии. Отличие восстановленного оборудования от «бэушного» заключается в наличии бесплатной гарантии на период, общепринятый для каждого сегмента вторичного рынка оборудования. Во всех случаях гарантийный период не превышает полгода, а в некоторых - трех месяцев. Однако в условиях производства этого срока вполне хватает для выявления основных недоработок восстановительного процесса.



Необходимый гарантийный период устанавливается на основании статистической информации и опыта производства ремонтно-восстановительных работ. После истечения гарантийного срока сотрудничество заказчика и поставщика восстановленного оборудования обычно не заканчивается. За дополнительную плату и на основании отдельного договора поставщик может оказывать заказчику в течение оговоренного срока постгарантийную поддержку (периодическая диагностика, консультации или полноценная сервисная поддержка).

Разница в стоимости восстановленного и нового оборудования чаще всего не превышает 30%. Однако здесь стоит учитывать канал поступления оборудования под восстановление и место проведения восстановительных работ. Если речь идет об импорте, всегда стоит помнить о таможенных пошлинах, доставке и высоких тарифах самих восстановительных работ, выполняемых, например, в Европе.

Все вышесказанное позволяет провести четкую грань между просто подержанным оборудованием и восстановленным. Можно утверждать, что восстановленное оборудование по своим техническим и эксплуатационным характеристикам мало чем отличается от нового. По крайней мере, так должно быть. Поэтому и поставщика восстановленного оборудования следует выбирать по наличию у него мощной ремонтной базы и богатого опыта производства восстановительных работ. Для этого достаточно посетить хотя бы раз его производственные цеха (в демонстрационный зал вас и так пригласят, если таковой имеется).

ЧТО ВЫБРАТЬ, ИЛИ ПРИМЕР ИЗ ЖИЗНИ

Многие деятели вторичного рынка оборудования приводят весьма удачное сравнение с рынком новых, подержанных и восстановленных автомобилей. Такая аналогия позволяет лучше смоделировать типовой подход к принятию решения о покупке продукта в том или ином состоянии.

Представим себе ситуацию, когда мы собираемся приобрести свой первый автомобиль либо сменить слишком привычное «авто» на более для нас подходящее.

В первом случае мы ничего не знаем об автомобилях (лучше признаться себе в этом) и действуем на свой страх и риск. Первостепенную роль здесь будет играть цена - мы же в качестве своего первого опыта не рискуем приобрести сногшибательную продукцию Daimler Chrysler, BMW, Audi или Volkswagen. В то же время это не означает, что мы выберем первую попавшуюся «помойку на колесах».

Во втором случае мы уже кое-что знаем о машинах. Этих знаний обычно недостаточно, чтобы сделать правильный выбор - мы же хотим приобрести нечто лучшее, а значит, и более сложное, по сравнению с тем, что мы знали раньше. Однако нам захочется найти баланс между остатком денег в кошельке и функциональными возможностями (комфортом эксплуатации) нашего приобретения.



тической стратегией России по снижению удельной энергоемкости производства, которая является важнейшим стратегическим направлением и одним из ключевых принципов, без реализации которого не может быть обеспечен прогнозируемый рост экономики страны.

Новая продукция выполнена в соответствии со стандартами Международной электротехнической комиссии (МЭК) и ГОСТ РФ.

Компания «ИЭК»

КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА НАРУЖНОЙ УСТАНОВКИ К-125

Шкафы КРУ К-125 предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 и 60 Гц на номинальное напряжение 6 или 10 кВ.

Они предназначены для распределителей (РУ) станций и подстанций, где ограничено место по длине секций.

Шкафы К-125 двухъярусные, двухстороннего обслуживания, рассчитанные на два независимых присоединения в одном шкафу с общими сборными шинами. Каждое присоединение имеет свое назначение по сетке схем главных цепей.

Конструктивной особенностью шкафов К-125 является сборка из отдельных блоков: два одинаковых блока выключателей, два одинаковых по конструкции релейных шкафа и один общий блок, который разделен перегородками на два линейных отсека (верхнего и нижнего яруса) и общий отсек сборных шин.

Шкафы К-125 стыкуются при помощи переходных шкафов со шкафами различных серий. Ширина переходного шкафа 375 мм. При стыковке шкафы выравниваются по задним стенкам для прямого прохода сборных шин.

Блоки выключателей и линейные отсеки имеют разгрузочные клапаны для выполнения защиты при дуговых коротких замыканиях.



В обоих случаях у нас есть по крайней мере три способа сделать желанную покупку. Первый предполагает посещение ряда автосалонов по заранее составленному списку. Там нам предложат сверкающие новизной модели отечественного и импортного производства разные по цене и качеству исполнения, но каждое предложение будет подкреплено фирменной гарантией. Второй способ также приведет нас к автодилеру, но в этом случае мы будем интересоваться уже не новыми, а восстановленными автомобилями, которые еще недавно считались самыми-самыми. И здесь мы в праве ожидать бесплатную гарантию на сервисное обслуживание, но на более скромный период.

Третий способ всем хорошо знаком - газета бесплатных объявлений или «щедрое» предложение от приятеля вашего приятеля. Если вы сами не автомеханик или не знаете такового по соседству, тогда вам очень сильно должно везти в лотереях. Внешне «папалац» может сверкать свежими поверхностями, но постепенно рассыпаться в последующие тысячи километров эксплуатации.

Выбор подержанного автомобиля «с рук» возможно станет целесообразным для новичка. Здесь два зайца падают замертво - приобретаются навыки вождения и прекрасно постигается матчасть автомобиля.

Восстановленный импортный автомобиль до 10 лет с маломальской гарантией даст фору отечественным творениям автопрома, но, возможно, подсократит семейный бюджет - у наших автосервисменов особое отношение к иномаркам (не говоря уже о стоимости запчастей).

Выбор за вами.

А ПОСТАВЩИК-ТО КТО?

В предыдущем параграфе речь шла о «взрослых игрушках». Но как быть, если на кону полезный эффект от приобретенного оборудования, срок его окупаемости и результирующая динамика экономических показа-

телей? Может, это и прозвучит банально, но все же - вопрос сложный.

Большинство поставщиков восстановленного оборудования настаивают на приобретении нового оборудования. Проведем аналогию с примером выбора личного автомобиля. Купил новое авто - и никакой головной боли на ближайшие три года. Вот только дороговато.

В нашем случае каждый производитель должен придерживаться, так называемого, ситуационного подхода, т.е. на основании сложившейся на предприятии и в макросреде ситуации.

Скорее всего правильнее вопрос ставить так: «Кого выбрать в качестве поставщика?». Вот на него-то каждому потенциальному заказчику и следует потрудиться найти правильный ответ.

РЫНКИ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В России и странах СНГ рынок подержанного и восстановленного оборудования только развивается. За последнее время появилось много рыночных субъектов, работающих в этом направлении. После настоящей вступительной статьи мы предлагаем вам несколько материалов о различных вторичных рынках подержанного оборудования. Но на самом деле их гораздо больше. О всех и не расскажешь.

Потенциал вторичного рынка необычайно велик, не говоря уже о самих рыночных возможностях.

В благополучных Европе и Новом свете рынок подержанного и восстановленного оборудования никогда не знал упадка. Там восстанавливается все - от графической рабочей станции или ноутбука до офисной мебели, от токарного станка с ЧПУ до сборочной линии, от личного автомобиля до личного самолета.

Точно так же стабилен спрос на просто resale или secondhand.

Как говорится, «все покупается и все продается».

По материалам ООО «РУБИКОН»



ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Можно гордиться тем, что российские ученые не только были пионерами в практике создания электроприводов еще в первой половине 19 века, но и в формировании основ и фундаментальных положений этой науки в последней четверти XIX и первой четверти XX века. Большинство из них работало в Петербурге Ленинграде.

Упомянем лишь некоторые важнейшие вехи из этой, не столь уж давней, истории и имена наших соотечественников. Наибольший вклад в новую науку внесли профессора С.А. Ринкевич (1886-1955)(СПбГЭТУ) и В.К. Попов (1895-1948)(СПбГТУ) в 20-30-е годы XX века. Они же основатели первых кафедр в упомянутых институтах, соответственно в 1922 и 1930 годах.

Современный электропривод представляет собой конструктивное единство электромеханического преобразователя энергии (двигателя), силового преобразователя и устройства управления. Он обеспечивает преобразование электрической энергии в механическую в соответствии с



РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

алгоритмом работы технологической установки. Сфера применения электрического привода в промышленности, на транспорте и в быту постоянно расширяется. В настоящее время уже более 60 % всей вырабатываемой в мире электрической энергии потребляется электрическими двигателями. Следовательно, эффективность энергосберегающих технологий в значительной мере определяется эффективностью электропривода. Разработка высокопроизводительных, компактных и экономичных систем привода является приоритетным направлением развития современной техники.

Последнее десятилетие уходящего века ознаменовалось значительными успехами силовой электроники — было освоено промышленное производство биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), силовых модулей на их основе (стойки и целые инверторы), а также силовых интеллектуальных модулей (IPM) с встроенными средствами защиты ключей и интерфейсами для непосредственного подключения к микропроцессорным системам управления. Рост степени интеграции в микропроцессорной технике и переход от микропроцессоров к микроконтроллерам с встроенным набором специализированных периферийных устройств, сделали необратимой тенденцию массовой замены аналоговых систем управления приводами на системы прямого цифрового управления.

Анализ продукции ведущих мировых производителей систем привода и материалов опубликованных научных исследований в этой области позволяет отметить следующие ярко выраженные тенденции развития электропривода:

Неуклонно снижается доля систем привода с двигателями постоянного тока и увеличивается доля систем привода с двигателями переменного тока. Это связано с низкой надежностью механического коллектора и более высокой стоимостью коллекторных двигателей постоянного тока по сравнению с двигателями переменного тока. По прогнозам специалистов в начале следующего века доля приводов постоянного тока сократится до 10 % от общего числа приводов.

Преимущественное применение в настоящее время имеют привода с короткозамкнутыми асинхронными двигателями. Большинство таких приводов (около 80 %) — нерегулируемые. В связи с резким удешевлением статических преобразователей частоты доля частотно - регулируемых асинхронных электроприводов быстро увеличивается.

Естественной альтернативой коллекторным приводам постоянного тока являются привода с вентильными, т. е. электронно - коммутируемыми двигателями. В качестве исполнительных бесколлекторных двигателей постоянного тока (БДПТ) преимущественное применение получили синхронные двигатели с возбуждением от постоянных магнитов или с электромагнитным возбуждением (для больших мощностей). Этот тип привода наиболее перспективен для



станкостроения и робототехники, однако, является самым дорогостоящим. Некоторого снижения стоимости можно добиться при использовании синхронного реактивного двигателя в качестве исполнительного.

Приводом следующего века по прогнозам большинства специалистов станет привод на основе вентильно - индукторного двигателя (ВИД). Двигатели этого типа просты в изготовлении, технологичны и дешевы. Они имеют пассивный ферромагнитный ротор без каких - либо обмоток или магнитов. Вместе с тем, высокие потребительские свойства привода могут быть обеспечены только при применении мощной микропроцессорной системы управления в сочетании с современной силовой электроникой. Усилия многих разработчиков в мире сконцентрированы в этой области. Для типовых применений перспективны индукторные двигатели с самовозбуждением, а для тяговых приводов — индукторные двигатели с независимым возбуждением со стороны статора. В последнем случае появляется возможность двухзонного регулирования скорости по аналогии с обычными приводами постоянного тока.

Для большинства массовых применений приводов (насосы, вентиляторы, конвейеры, компрессоры и т. д.) требуется относительно небольшой диапазон регулирования скорости (до 1:10, 1:20) и относительно низкое быстродействие. При этом целесообразно использовать классические структуры скалярного управления. Переход к широкодиапазонным (до 1:10000), быстродействующим приводам



станков, роботов и транспортных средств, требует применения более сложных структур векторного управления. Доля таких приводов составляет сейчас около 5 % от общего числа и постоянно растет.

В последнее время на базе систем векторного управления разработан ряд приводов с прямым цифровым управлением моментом. Отличительной особенностью этих решений является предельно высокое быстродействие контуров тока, реализованных, как правило, на базе цифровых релейных регуляторов или регуляторов, работающих на принципах нечеткой логики (фаззи - логики). Системы прямого цифрового управления моментом ориентированы в первую очередь на транспорт, на использование в кранах, лифтах, робототехнике.

Усложнение структур управления приводами потребовало резкого увеличения производительности центрального процессора и перехода к специализированным процессорам с объектно - ориентированной системой команд, адаптированной к решению задач цифрового регулирования в реальном времени.

Рост вычислительных возможностей встроенных систем управления приводами сопровождается расширением их функций. Кроме прямого цифрового управления силовым преобразователем реализуются дополнительные функции поддержки интерфейса с пользователем (через пульт оперативного управления), а также управления технологическим процессом.

В состав системы управления входят: универсальный регулятор технологической переменной, а также генератор управляющих воздействий на базе часов реального времени. Такое решение позволяет поддерживать давление в трубопроводе на заданном, в соответствии с суточной циклограммой, уровне исключительно средствами электропривода, без использования промконтроллеров.

Перспективные системы управления электроприводами разрабатываются с ориентацией на комплексную автоматизацию технологических процессов и согласованную работу нескольких приводов в составе промышленной сети.

Стремление предельно удешевить привод, особенно для массовых применений в бытовой технике (пылесосы, стиральные машины, холодильники, кондиционеры и т. д.), привело к отказу от датчиков механических переменных и переходу к системам бездатчикового управления, где для оценки механических координат привода (положения, скорости, ускорения) используются специальные цифровые наблюдатели. Это возможно только при высокой производительности центрального процессора, когда система дифференциальных уравнений, описывающих поведение привода, может быть решена в реальном времени.

Возросшие возможности микропроцессорной техники привели к тому, что при массовом производстве изделий с объемом выпуска не менее 10000 штук в год, оказывается возможным и экономически целесообразным создание мощных, однокристалльных систем управления приводами на базе DSP - микроконтроллеров. Их стоимость при ограниченных интерфейсных функциях не будет превышать 10 - 20 \$.

Основные затраты при разработке систем управления приводами приходятся не на создание аппаратной части контроллера, а на разработку алгоритмического и программного обеспечения. Поэтому роль специалистов в области теории электропривода существенно возрастает.

По материалам ООО «Спецкомплект»

При закрытых фасадных дверях шкафа выкатной элемент с выключателем может находиться в рабочем или контрольном положениях.

Перемещение выкатного элемента из контрольного положения в рабочее и обратно выполняется при закрытых фасадных дверях.

Имеется дополнительная блокировка, которая не позволяет выкатить выключатель из контрольного положения в ремонтное на инвентарную тележку до присоединения ее к корпусу шкафа.

В части воздействия факторов внешней среды шкафы К-125 соответствуют климатическому исполнению УЗ по ГОСТ 15150-69 и по ГОСТ 15543.1-89.

ОАО

«Московский завод «ЭЛЕКТРОЩИТ»

ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ ОТ ООО «КАМТЭК-ЭНЕРГО»

ООО «КАМТЭК-ЭНЕРГО» является официальным дилером производителя электротехнического оборудования ЗАО «ЭВНА» г. Кизилюрт. Основное направление в работе ООО «КАМТЭК-ЭНЕРГО» — поставка и реализация электротехнического оборудования непосредственно с завода — изготовителя.

Полимерные ограничители перенапряжения предназначены для защиты электрооборудования распределительных устройств и сетей на классы напряжения 3, 6, 10, 15, 20, 27,5 и 35 кВ с изолированной либо компенсированной нейтралью переменного тока частоты 50 Гц от грозовых и коммутационных (в пределах их пропускной способности) перенапряжений.

Ограничители применяются на открытом воздухе в условиях умеренного и холодного климата при температуре от минус 60 до плюс 45С.

ООО «Камтэк-Энерго»



В.Н. Харечко,
Ю.В. Харечко

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ЗДАНИЙ

При создании любой электроустановки здания в ней должны быть реализованы специальные мероприятия – защитные меры, основным предназначением которых является обеспечение защиты человека и животных от поражения электрическим током. Устройства защитного отключения (УЗО) были специально разработаны для защиты человека от поражения электрическим током. Поэтому они широко используются в электроустановках зданий, где их применение регламентируют нормативные документы, устанавливающие требования к электроустановкам зданий и к другим низковольтным электроустановкам.

В стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» и в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ) седьмого издания все контакты человека с проводящими частями электроустановки здания, находящимися под напряжением, сведены к двум видам прикосновений – прямому и косвенному прикосновениям. Во многих случаях эти контакты представляют для человека смертельную опасность. Поэтому в комплексе ГОСТ Р 50571 и других нормативных документах установлены два вида защиты, соответствующие указанным прикосновениям, – защита от прямого и защита от косвенного прикосновений. Все меры

защиты от поражения электрическим током в стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 и в ПУЭ подразделяются на меры защиты от прямого прикосновения и меры защиты от косвенного прикосновения.

Классификация и основные требования к мерам защиты от поражения электрическим током изложены в ГОСТ Р 50571.3 [1], который разработан на основе стандарта МЭК 60364-4-41¹ 1992 г. В других стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 эти общие требования конкретизируются для различных видов электроустановок зданий или их частей. Например, в ГОСТ Р 50571.11 [3] изложены требования по обеспечению электробезопасности в тех частях электроустановки здания, которые расположены в ванных комнатах, в ГОСТ Р 50571.12 [4] – в помещениях саун, в ГОСТ Р 50571.13 [5] – в стесненных помещениях с проводящими полами и стенами и т. д.

В Правилах устройства электроустановок [6] общие требования по обеспечению защиты от поражения электрическим током в низковольтных электроустановках изложены в главе 1.7, в которую были включены требования ГОСТ Р 50571.3. В разделе 6 ПУЭ, в главе 7.1 и в других главах ПУЭ изложены требования по защите от поражения элект-

¹ В декабре 2005 г. Международная электротехническая комиссия (МЭК) приняла новый стандарт МЭК 60364-4-41 «Низковольтные электрические установки. Часть 4-41. Защита для безопасности. Защита от поражения электрическим током» [2], в котором дана иная классификация мер защиты от поражения электрическим током и приведены уточненные требования к электрозащитным мерам. Авторы планируют опубликовать анализ требований нового стандарта МЭК 60364-4-41 на страницах журнала.

рическим током в различных электроустановках и в их частях, которые дополняют, развивают и уточняют требования главы 1.7. Однако требования ПУЭ все еще противоречат требованиям стандартов комплекса ГОСТ Р 50571. Поэтому изложенная ниже классификация и требования к мерам защиты от поражения электрическим током прежде всего основаны на нормативных требованиях ГОСТ Р 50571.3. Прежде, чем перейти к изложению этой информации, необходимо разъяснить следующие ключевые понятия: «прямое прикосновение», «косвенное прикосновение», «защита от прямого прикосновения» и «защита от косвенного прикосновения».

ПОНЯТИЕ «ПРЯМОЕ ПРИКОСНОВЕНИЕ»

В любой электроустановке здания имеется большое число токоведущих частей – проводящих частей, которые в нормальном режиме находятся под напряжением относительно земли. К подобным частям, прежде всего, относятся линейные (фазные и полюсные) проводники (L), а также другие проводящие части электроустановки здания, имеющие электрические соединения с указанными проводниками. Нейтральные проводники (N), средние проводники (M) и соединенные с ними проводящие части также относятся к токоведущим частям.

Защитные проводники (PE) не являются токоведущими частями. Совмещенные нулевые защитные и рабочие проводники (PEN) и совмещенные защитные и средние проводники (PEM) также не рассматриваются в нормативной документации в качестве токоведущих частей, хотя эти проводники и выполняют функции нейтральных и средних проводников. Открытые проводящие части электрооборудования и сторонние проводящие части здания не являются токоведущими частями.

В зависимости от значения напряжения на токоведущих частях соприкосновение человека с ними может сопровождаться смертельным поражением электрическим током, незначительной электротравмой или не вызывать каких бы то ни было отрицательных последствий. Поэтому из всего многообразия токоведущих частей в нормативной документации выделены так называемые опасные токоведущие части – такие токоведущие части, прикосновение к которым при определенных условиях может вызвать опасное поражение электрическим током. Опасными токоведущими частями считаются такие токоведущие части, которые находятся под напряжением, превышающем сверхнизкое напряжение².

Под прямым прикосновением понимают факт появления электрического контакта между человеком и одной или несколькими токоведущими частями электроустановки здания, которые в момент прикосновения находятся под напряжени-

ем. Такой электрический контакт может произойти в результате случайного прикосновения человека к токоведущим частям, у которых отсутствует или повреждена изоляция.

Если человек одновременно прикоснулся к двум опасным токоведущим частям, например, к двум фазным проводникам или к одному фазному проводнику и нейтральному проводнику, через его тело будет протекать электрический ток, который может вызвать серьезную электротравму и даже смертельное поражение электрическим током. При прикосновении человека к одной опасной токоведущей части (к одному фазному проводнику) через его тело будет протекать электрический ток в том случае, если он имеет электрический контакт с землей или какой-то проводящей частью, соединенной с землей, например, с металлической трубой системы отопления здания.

В первом случае речь идет о двухполюсном прямом прикосновении, во втором случае – об однополюсном. Вероятность появления однополюсного прямого прикосновения существенно выше, чем двухполюсного. Однако защитить человека от поражения электрическим током при его прикосновении к одной опасной токоведущей части значительно проще, чем к двум.

ПОНЯТИЕ «ЗАЩИТА ОТ ПРЯМОГО ПРИКОСНОВЕНИЯ»

Защита от прямого прикосновения прежде всего предусматривает недопущение появления электрического контакта человека (животного) с опасными токоведущими частями электроустановки здания, которые находятся под напряжением. Для предотвращения прикосновения к токоведущим частям обычно выполняют их изоляцию, часто токоведущие части помещают в оболочки или за ограждениями, а иногда размещают вне зоны досягаемости. В электроустановках зданий также устанавливают барьеры, которые препятствуют случайному прикосновению к опасным токоведущим частям.

Если перечисленных мер оказалось недостаточно и человек (животное) все же прикоснулся к опасной токоведущей части, применяют дополнительную электрозщитную меру, направленную на уменьшение до безопасного уровня продолжительности этого контакта с целью сокращения промежутка времени, в течение которого через тело человека (животного) будет протекать электрический ток. Для этого в некоторых групповых электрических цепях электроустановки здания применяют устройства защитного отключения, которые имеют номинальный отключающий дифференциальный ток до 0,03 А включительно.

В помещениях здания с повышенной опасностью³ и в особо опасных помещениях⁴ обеспечить надлежащую защиту человека (животного) от поражения электрическим

² В условиях без повышенной опасности сверхнизким напряжением является напряжение до 50 В переменного тока и до 120 В постоянного тока включительно.

³ В главе 1.1 ПУЭ помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость или токопроводящая пыль; токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т. п.); высокая температура; возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования (открытым проводящим частям), с другой.

током часто возможно только путем использования электрооборудования класса III, работающего при сверхнизком напряжении. Причем значения номинального напряжения электрооборудования класса III могут быть существенно меньше 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока, например, не более 12 В переменного тока и 30 В постоянного тока. Подобная мера защиты от прямого прикосновения основана на ограничении негативного влияния электрического тока на организм человека (животного) при его прикосновении к находящимся под напряжением токоведущим частям.

ПОНЯТИЕ «КОСВЕННОЕ ПРИКОСНОВЕНИЕ»

В электроустановках зданий имеются многочисленные открытые проводящие части, изолированные от опасных токоведущих частей. К таким частям относятся металлические корпуса и арматура электрооборудования, а также другие доступные прикосновению проводящие части, которые в нормальном режиме электроустановки здания не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции токоведущих частей.

Под косвенным прикосновением понимают факт появления электрического контакта между человеком (животным) и открытыми проводящими частями электроустановки здания, которые оказались под напряжением из-за повреждения основной изоляции токоведущих частей. В этом случае человек (животное), прикасаясь к открытым проводящим частям, может быть поражен электрическим током.

При прикосновении человека к одной открытой проводящей части, находящейся под напряжением, электрический ток через его тело будет протекать в том случае, если он имеет электрический контакт с землей или с проводящей частью, которая соединена с землей или нейтралью источника питания. Одновременное прикосновение человека к двум открытым проводящим частям, находящимся под разными электрическими потенциалами, будет сопровождаться протеканием через его тело электрического тока даже в том случае, когда человек не имеет электрической связи с землей.

Прикосновение человека к одной открытой проводящей части, которая оказалась под напряжением, более вероятно, чем его одновременное прикосновение к двум открытым проводящим частям, имеющим разные электрические потенциалы.

ПОНЯТИЕ «ЗАЩИТА ОТ КОСВЕННОГО ПРИКОСНОВЕНИЯ»

Защита от косвенного прикосновения ориентирована на недопущение появления электрического контакта чело-

века (животного) с открытыми проводящими частями электроустановки здания, которые оказались под напряжением из-за повреждения основной изоляции какой-либо опасной токоведущей части, или на сокращение продолжительности указанного контакта.

Для защиты от косвенного прикосновения в электроустановках зданий обычно используют автоматическое отключение электрических цепей, имеющих электрооборудование класса I, открытые проводящие части которого оказались под опасным для человека напряжением. Для исключения косвенного прикосновения в электроустановках зданий широко применяют электрооборудование класса II. В электроустановках зданий используют также электрозащитные меры, основанные на ограничении или исключении негативного влияния электрического тока на организм человека (животного) при его прикосновении к находящимся под напряжением открытым проводящим частям, например, электроприемники подключают ко вторичным обмоткам разделительных трансформаторов, применяют электрооборудование в изолирующих помещениях, зонах и площадках.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПРЯМОГО ПРИКОСНОВЕНИЯ

В электроустановках зданий применяют следующие меры защиты от прямого прикосновения⁵, требования к которым изложены в разделе 412 «Защита от прямого прикосновения» ГОСТ Р 50571.3:

- ✓ изоляция токоведущих частей;
- ✓ применение ограждений и оболочек;
- ✓ установка барьеров;
- ✓ размещение вне зоны досягаемости;
- ✓ дополнительная защита с помощью устройства защитного отключения.

Аналогичные меры защиты от прямого прикосновения перечислены в п. 1.7.50 ПУЭ (включая использование сверхнизкого напряжения).

Изоляция токоведущих частей. Опасные токоведущие части в электроустановке здания должны иметь основную изоляцию, назначение которой – создать препятствие на пути появления электрического контакта между человеком и токоведущими частями. Основная изоляция должна выдерживать все воздействия, которые предусмотрены условиями эксплуатации электрооборудования. Удалить основную изоляцию с токоведущих частей можно только путем ее разрушения.

Изоляция токоведущих частей электрооборудования заводского изготовления должна соответствовать требованиям стандартов на это электрооборудование. Если на ка-

⁴ В главе 1.1 ПУЭ особо опасные помещения характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость; химически активная или органическая среда; одновременно два или более условий повышенной опасности.

⁵ В разделе 411 «Защита от прямого и косвенного прикосновений» ГОСТ Р 50571.3 изложены требования к таким мерам защиты от поражения электрическим током при прямом и косвенном прикосновениях, как применение систем БСНН и ЗСНН (подраздел 411.1) и системы ФСНН (подраздел 411.3). Перечисленные меры защиты основаны на использовании в электроустановке здания или ее частях сверхнизкого напряжения, источниками которого обычно являются безопасные разделительные трансформаторы. Устройства защитного отключения не применяются в составе этих электрозащитных мер. Поэтому указанные меры защиты от поражения электрическим током не рассматриваются в статье.

кие-то токоведущие части электрооборудования наносят изоляцию во время электромонтажных работ, то она должна быть рассчитана на условия эксплуатации этого электрооборудования. Перед вводом в эксплуатацию указанного электрооборудования изоляция его токоведущих частей должна быть испытана для проверки ее качества. Лакокрасочные покрытия токоведущих частей, как правило, не рассматриваются нормативной документацией в качестве их основной изоляцией.

Изоляция токоведущих частей в качестве меры защиты от прямого прикосновения применяется во всех электроустановках зданий и, особенно, в электроустановках жилых зданий, в которых имеются многочисленные помещения, куда имеют доступ обычные лица. Требования к рассматриваемой мере защиты от поражения электрическим током изложены в п. 412.1 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.67 ПУЭ.

Применение ограждений и оболочек. Ограждения и оболочки применяют для предотвращения любого прикосновения человека к опасным токоведущим частям электроустановки здания, находящимся под напряжением. Токоведущие части должны располагаться в оболочках или за ограждениями, которые обеспечивают степень защиты не менее IP2X. В тех случаях, когда для нормальной работы электрооборудования требуются зазоры большей величины, чем это предусмотрено степенью защиты IP2X, должны быть приняты соответствующие меры предосторожности для предотвращения случайного прикосновения человека к опасным токоведущим частям. Электроустановки зданий, в которых применяется подобное электрооборудование, должны обслуживаться обученными и квалифицированными лицами.

Ограждения и оболочки должны быть надежно закреплены. Они должны иметь достаточную прочность и долговечность. Для того, чтобы снять ограждение или вскрыть оболочку, необходимо применить ключ или специальный инструмент. Снятие ограждения или вскрытие оболочки допустимы только после отключения токоведущих частей, которые ими защищаются, или после установки промежуточных барьеров, обеспечивающих степень защиты не менее IP2X.

Использование оболочек в качестве меры защиты от прямого прикосновения допустимо во всех электроустановках зданий и, особенно, в электроустановках жилых зданий, в которых имеются многочисленные помещения, куда имеют доступ обычные лица. Применять ограждения в электроустановках жилых зданий, как правило, можно в тех помещениях, куда обычные лица не имеют доступа. Требования к рассматриваемой мере защиты от поражения электрическим током изложены в п. 412.2 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.68 ПУЭ.

Установка барьеров. Барьеры применяют для предотвращения случайного прикосновения человека к опасным токоведущим частям. Однако его прикосновение к опасным токоведущим частям возможно при обходе барьеров. Барьеры должны препятствовать случайному приближению к токоведущим частям или случайному прикос-

новению к ним. Крепление барьеров должно быть выполнено таким образом, чтобы их нельзя было снять непреднамеренно.

Использовать барьеры в качестве меры защиты от прямого прикосновения можно только в тех помещениях здания, которые доступны обученным и квалифицированным лицам. Требования к рассматриваемой мере защиты от поражения электрическим током изложены в п. 412.3 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.69 ПУЭ.

Размещение вне зоны досягаемости. Размещение опасных токоведущих частей вне зоны досягаемости рукой предназначено только для предотвращения случайного прикосновения к ним человека. В п. 412.4.1 ГОСТ Р 50571.3 (на рис. 41С) указаны размеры зоны досягаемости, которые установлены с учетом возможности прикосновения человека к проводящим частям голыми руками без использования им вспомогательных приспособлений таких, например, как инструмент, лестницы, длинные предметы и др. (см. рис. 1). Аналогичные параметры зоны досягаемости рукой установлены и в п. 1.7.70 ПУЭ (рис. 1.7.6).

В вертикальном направлении зона досягаемости составляет 2,5 м от поверхности, на которой находится человек. Две проводящие части считаются доступными одновременно прикосновению, если они находятся на расстоянии менее 2,5 м друг от друга.

Размещение неизолированных опасных токоведущих частей вне зоны досягаемости возможно только в тех помещениях здания, которые доступны обученным и квалифицированным лицам. Требования к рассматриваемой мере защиты от поражения электрическим током изложены в п. 412.4 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.70 ПУЭ.

Дополнительная защита с помощью УЗО. В ГОСТ Р 50571.3 (п. 412.5) и в главе 1.7 ПУЭ (п. 1.7.50) применение устройств защитного отключения, имеющих номинальный отключающий дифференциальный ток до 0,03 А включительно, рассматривается в качестве дополнительной меры защиты от поражения электрическим током при возникновении прямого прикосновения. Эту меру защиты применяют в нормальном режиме электроустановки здания в случае недостаточности или отказа мер защиты от поражения электрическим током, перечисленных выше. Причем в требованиях стандарта дано специальное разъяснение о том, что подобное использование УЗО не может быть единственной мерой защиты от прямого прикосновения. УЗО должны применяться в совокупности с другими мерами защиты от прямого прикосновения (например, с обязательной изоляцией опасных токоведущих частей и размещением их в оболочках).

В электроустановках зданий дополнительную меру защиты от прямого прикосновения широко используют в тех случаях, когда электрооборудование, с которым может контактировать человек, эксплуатируется в условиях, создающих предпосылки для повышенной вероятности поражения электрическим током⁶. Например, когда электрооборудование размещено во влажных и сырых помещениях, в стес-

⁶ В особо опасных условиях для защиты человека от поражения электрическим током применяют электротехнические меры, основанные на использовании электрооборудования класса III, работающего при сверхнизком напряжении.

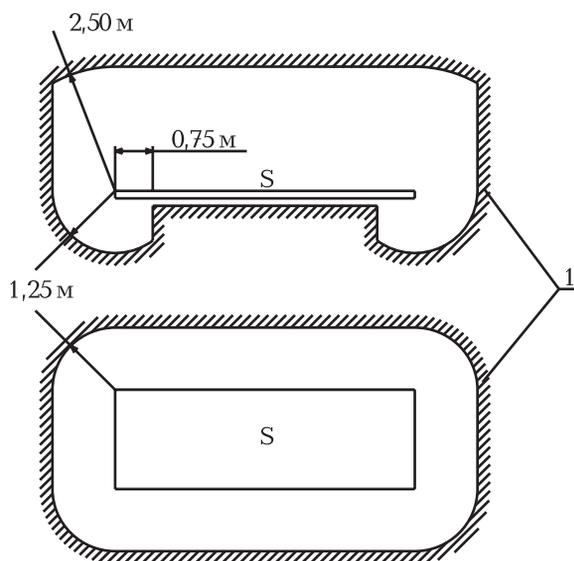


Рис. 1. Зона досягаемости рукой:
1 – границы зоны досягаемости рукой;
S – поверхность, на которой может находиться человек; 0,75, 1,25, 2,50 м – расстояния от края поверхности S до границы зоны досягаемости

ненных помещениях, имеющих проводящие полы и стены, а также в тех случаях, когда переносное или передвижное электрооборудование используется вне здания. В подобных условиях помимо основной изоляции токоведущих частей, оболочек и других мер защиты, требованиями нормативных документов предписано обязательное использование устройств защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током до 0,03 А.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОСВЕННОГО ПРИКОСНОВЕНИЯ

Для защиты от косвенного прикосновения в электроустановках зданий применяют следующие меры защиты, требования к которым изложены в разделе 413 «Защита от косвенного прикосновения» ГОСТ Р 50571.3:

- ✓ автоматическое отключение питания;
- ✓ применение электрооборудования класса II или с равноценной изоляцией;
- ✓ изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки;
- ✓ система местного уравнивания потенциалов;
- ✓ электрическое разделение цепей (защитное разделение).

В п. 1.7.51 Правил устройства электроустановок даной перечень мер защиты от косвенного прикосновения:

- ✓ «защитное заземление»;
- ✓ автоматическое отключение питания;
- ✓ уравнивание потенциалов;
- ✓ выравнивание потенциалов;
- ✓ двойная или усиленная изоляция;
- ✓ сверхнизкое (малое) напряжение;
- ✓ защитное электрическое разделение цепей;

- ✓ изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки».

В требованиях ПУЭ защитное заземление, уравнивание потенциалов и выравнивание потенциалов рассматривается в качестве самостоятельных мер защиты от поражения электрическим током, а в требованиях ГОСТ Р 50571.3 – в качестве составных частей меры защиты от косвенного прикосновения «автоматическое отключение питания». Такие меры защиты от косвенного прикосновения, как «применение электрооборудования класса II или с равноценной изоляцией» и «электрическое разделение цепей (защитное разделение)», предусмотренные требованиями ГОСТ Р 50571.3, соответственно являются аналогами таких электробезопасных мер, как «двойная или усиленная изоляция» и «защитное электрическое разделение цепей», указанных в ПУЭ. Защита от поражения электрическим током, основанная на использовании в электроустановках зданий сверхнизкого (малого) напряжения, рассматривается в разделе 411 ГОСТ Р 50571.3 как мера защиты от прямого и косвенного прикосновений.

Автоматическое отключение питания предназначено для ограничения продолжительности наличия напряжения на открытых проводящих частях электрооборудования класса I, которое может представлять опасность для человека. Автоматическое отключение питания ориентировано на упреждающее отключение электрической цепи, в которой появилось аварийное электрооборудование класса I, для того, чтобы существенно уменьшить вероятность случайного прикосновения человека к открытой проводящей части, оказавшейся под опасным напряжением.

Для реализации рассматриваемой меры защиты от косвенного прикосновения в электроустановке здания должны быть осуществлены следующие технические мероприятия (меры предосторожности):

- ✓ установлены защитные устройства, с помощью которых производится автоматическое отключение электрических цепей с аварийным электрооборудованием класса I;
- ✓ выполнено защитное заземление открытых проводящих частей;
- ✓ смонтирована система уравнивания потенциалов.

Защитное устройство, предназначенное для осуществления автоматического отключения аварийной электрической цепи, должно срабатывать при замыкании опасной токоведущей части на открытую проводящую часть электрооборудования класса I или защитный проводник электрической цепи в том случае, если значения напряжения прикосновения превысили 50 В переменного тока и 120 В выпрямленного тока. При использовании электрооборудования в помещениях с повышенной опасностью поражения электрическим током автоматическое отключение питания должно выполняться при напряжениях прикосновения, которые превысили 25 В переменного тока и 60 В постоянного тока. Время автоматического отключения питания должно быть таким, чтобы можно было обеспечить надлежащий уровень электробезопасности. В ГОСТ Р 50571.3 и в главе 1.7 ПУЭ для распреде-

лительных электрических цепей максимальное время автоматического отключения питания установлено равным 5 с. В групповых электрических цепях максимальное время отключения зависит от типа заземления системы и номинального напряжения аварийной электрической цепи.

Для создания условий надежного срабатывания защитного устройства при замыкании какой-либо опасной токоведущей части на открытую проводящую часть в электроустановке здания должно быть выполнено защитное заземление открытых проводящих частей электрооборудования класса I. Все открытые проводящие части электрооборудования класса I, применяемого в электроустановке здания, должны быть присоединены к защитным (нулевым защитным) проводникам. Особенности устройства защитных проводников в электроустановке здания определяются типом заземления системы⁷, которому соответствует рассматриваемая электроустановка здания.

С целью уменьшения вероятности возникновения в аварийном режиме электроустановки здания опасного для человека напряжения прикосновения в электроустановке здания и в здании должна быть смонтирована система уравнивания потенциалов. Основное уравнивание потенциалов должно охватывать сторонние проводящие части здания, которые с помощью проводников основного уравнивания потенциалов соединяют с главной заземляющей шиной. При необходимости выполняют дополнительное уравнивание потенциалов, которое объединяет сторонние проводящие части и открытые проводящие части, расположенные в одном или нескольких помещениях здания, характеризующихся повышенной вероятностью поражения электрическим током.

С помощью защитного заземления открытых проводящих частей электрооборудования класса I фактически осуществляется уравнивание потенциалов между ними. Причем защитные проводники электроустановки здания имеют электрическое соединение с проводниками уравнивания потенциалов, так как требования п. 413.1.2.1 ГОСТ Р 50571.3 и соответствующие им требования п. 1.7.82 ПУЭ предписывают включение в основное уравнивание потенциалов главного защитного проводника. То есть на вводе в электроустановку здания с главной заземляющей шиной следует соединить PEN-проводник (при типах заземления системы TN-C и TN-C-S) или нулевой защитный проводник (при типе заземления системы TN-S). При типах заземления системы TT и IT защитный проводник в электроу-

становках зданий начинается от главной заземляющей шины, которая не имеет электрического соединения с заземленной токоведущей частью источника питания.

В зависимости от типа заземления системы для осуществления автоматического отключения питания в электроустановке здания применяют различные защитные устройства. При типах заземления системы TN-C, TN-S и TN-C-S для автоматического отключения питания можно использовать:

- ✓ устройства защиты от сверхтока, к которым относятся автоматические выключатели и плавкие предохранители;
- ✓ устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток, к которым относится устройство защитного отключения.

При выполнении защиты групповых электрических цепей, к которым подключено передвижное или переносное электрооборудование класса I, следует обеспечить существенно меньшее время автоматического отключения электрической цепи с аварийным электрооборудованием, чем при защите распределительных электрических цепей. Это время не должно превышать наибольшее время отключения, установленное в таблице 41А ГОСТ Р 50571.3 (аналогичные данные приведены в таблице 1.7.1 ПУЭ), которое равно 0,4 с при номинальном фазном напряжении электрической цепи 230 В, 0,2 с – 400 В и 0,1 с при напряжении более 400 В⁸. Для групповых электрических цепей, питающих стационарное электрооборудование, допускается большее время автоматического отключения питания – до 5 с.

Автоматические выключатели и плавкие предохранители, предназначенные для защиты от сверхтока проводников электрических цепей, являются основными защитными устройствами, на основе которых выполняют автоматическое отключение питания в электроустановках зданий, соответствующих типам заземления системы TN. Однако в этих электроустановках зданий с помощью указанных устройств защиты от сверхтока не всегда удается выполнить автоматическое отключение питания за нормируемое время в условиях незначительных токов замыкания на землю. Так, например, автоматический выключатель бытового назначения (по ГОСТ Р 50345 [10]), имеющий номинальный ток 16 А и тип мгновенного расцепления В, отключает за промежуток времени менее 0,1 с электрический ток, равный или превышающий 80 А, а имеющий тип мгновенного расцепления С – 160 А. Поэтому во всех электрических цепях электроустановки здания следует проводить определение токов замыкания на землю у наиболее электрически

⁷ Требования к типам заземления системы изложены в ГОСТ Р 50571.2 [7]. Они с большим числом ошибок переписаны в главу 1.7 ПУЭ. Разъяснения и анализ нормативных требований к типам заземления системы, а также предложения по их совершенствованию приведены в книге [8].

⁸ В таблице 1.7.1 ПУЭ вместо значений 230 и 400 В указаны значения 220 и 380 В несмотря на то, что требованиями ГОСТ 29322 [9] номинальное напряжение трехфазных трехпроводных или четырехпроводных электрических сетей установлено равным 230/400 В. ГОСТ 29322, который разработан на основе стандарта МЭК 60038 1983 г. и введен в действие с 1 января 1993 г., предписал заменить до 2003 г. используемые номинальные напряжения 220/380 В и 240/415 В значением 230/400 В. Однако требования ПУЭ (в части значений номинального напряжения), в том числе, введенные в действие в 2003 г., по-прежнему противоречат требованиям ГОСТ 29322, стандартов комплекса ГОСТ Р 50571 и других стандартов, разработанных на основе стандартов МЭК.

удаленных электроприемников класса I при условии, что на их открытых проводящих частях появилось напряжение, слегка превышающее 50 В⁹.

В том случае, если ток замыкания на землю превышает электрический ток, который автоматический выключатель должен отключить за промежуток времени менее 0,1 с, автоматический выключатель может быть использован для автоматического отключения питания. В противном случае нормируемое время отключения групповой электрической цепи с аварийным электрооборудованием гарантировано может быть обеспечено только с помощью устройства защитного отключения. Любое доброкачественное УЗО отключит аварийную электрическую цепь за промежуток времени, не превышающий 0,04 с (см. таблицы 1 и 2 соответственно ГОСТ Р 51326.1 [11] и ГОСТ Р 51327.1 [12]).

На рисунках 2 и 3 показаны примеры использования УЗО в электроустановках зданий, соответствующих типам заземления системы TN-S и TN-C-S. Электроустановка здания, показанная на рисунке, подключена к низковольтной распределительной электрической сети, состоящей из трансформаторной подстанции (ПС), воздушной (ВЛ) или кабельной (КЛ) линии электропередачи. Заземляющее устройство источника питания обозначено цифрой 1, заземляющее устройство электроустановки здания – 2, открытая проводящая часть электрооборудования класса I – 3. Проводники на рисунках обозначены следующими символами:

- защитный (нулевой защитный) проводник;
- нейтральный проводник;
- PEN-проводник.

В требованиях ГОСТ Р 50571.3 содержатся ограничения на использование устройств защитного отключения в качестве защитных аппаратов при типах заземления системы TN. Примечание 1 к п. 413.1.3.8 стандарта гласит: «В системе TN-C не должны применяться устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток». Применительно к системе TN-C-S отмечается, что PEN-проводник не должен использоваться после УЗО на стороне нагрузки. Присоединение защитного проводника к PEN-проводнику должно осуществляться на стороне источника питания по отношению к устройству защитного отключения.

На рис. 3 показано применение УЗО в электрической системе TN-C-S. Здесь PEN-проводник разделяется не для всей электроустановки здания, а только для ее части. Первый электроприемник класса I установлен в той части электроустановки здания, в которой имеется PEN-проводник. Второй электроприемник используется в части электроустановки здания, где применяется нулевой защитный проводник. Требования ГОСТ Р 50571.3 допускают представленный на рассматриваемом рисунке способ применения устройств защитного отключения в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы TN-C-S.

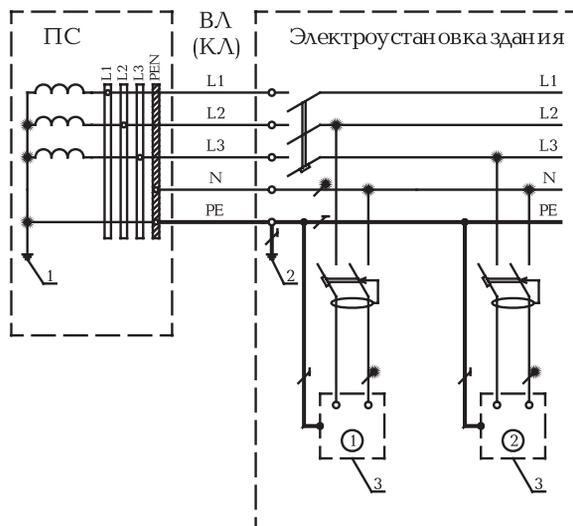


Рис. 2. Применение УЗО в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы TN-S

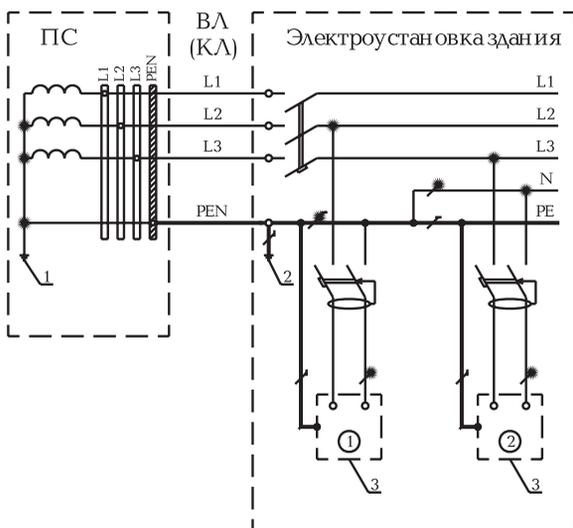


Рис. 3. Применение УЗО в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы TN-C-S

Анализ требований стандарта позволяет сделать следующий вывод. Построение электрических цепей в электроустановке здания, которая имеет тип заземления системы TN-C-S, в месте подключения первого электроприемника аналогично устройству электрических цепей, которые имеются в электроустановке здания, соответствующей системе TN-C. Поэтому нельзя признать обоснованным за-

⁹ При этом напряжении на открытой проводящей части электрооборудования класса I величина тока замыкания на землю приблизительно в 2,3 раза меньше (при напряжении 25 В – в 4,6 раза меньше), чем при коротком замыкании токоведущей части на открытую проводящую часть, когда напряжение на ней равно 115 В.

прет, установленный стандартом на применение УЗО в электроустановках зданий с типом заземления системы TN-C. Его появление можно объяснить распространенным ошибочным мнением о наличии в электроустановках зданий, соответствующих типу заземления системы TN-C, только PEN-проводников и отсутствии нейтральных проводников.

Для устранения указанной погрешности нормативных требований в примечания к п. 413.1.3.8 стандарта было бы целесообразно внести следующие поправки:

- ✓ исключить пункт 1 примечаний;
- ✓ пункт 2 примечаний изложить в следующей редакции: «Когда устройство защиты, реагирующее на дифференциальный ток, применяют для автоматического отключения в системах **TN-C** и **TN-C-S**, PEN-проводник не должен использоваться на стороне нагрузки. Присоединение защитного проводника к PEN-проводнику должно осуществляться на стороне источника питания по отношению к устройству защиты, реагирующему на дифференциальный ток» (выделены изменения нормативных требований, предлагаемые авторами).

Сформулированные в статье [13] еще в 1998 г. предложения по корректировке нормативных требований, изложенных в п. 413.1.3.8 ГОСТ Р 50571.3, подтверждаются также следующими требованиями п. 1.7.80 главы 1.7 ПУЭ: «Не допускается применять УЗО, реагирующие на дифференциальный ток, в четырехпроводных трехфазных цепях (система TN-C). В случае необходимости применения УЗО для защиты отдельных электроприемников, получающих питание от системы TN-C, защитный PE проводник электроприемника должен быть подключен к PEN проводнику цепи, питающей электроприемник, до защитно-коммутационного аппарата»¹⁰.

На рисунке 4 представлена иллюстрация предлагаемого способа использования устройств защитного отключения в электроустановке здания с типом заземления системы TN-C. Открытые проводящие части электроприемников класса I подключены к PEN-проводнику с помощью нулевых защитных проводников. Нулевые защитные проводники присоединены к PEN-проводнику со стороны источника питания по отношению к УЗО¹¹. Через главные цепи УЗО проходят фазные и нейтральные проводники. Поэтому устройства защитного отключения будут корректно работать в качестве защитных аппаратов, отключающих аварийное электрооборудование класса I при появлении на его открытых проводящих частях напряжения, превышающего 50 В (25 В).

При типе заземления системы TT (рис. 5) все открытые проводящие части электрооборудования класса I присое-

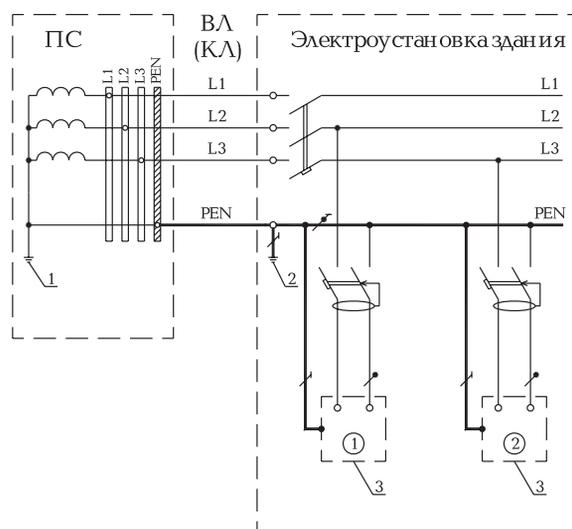


Рис. 4. Применение УЗО в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы TN-C

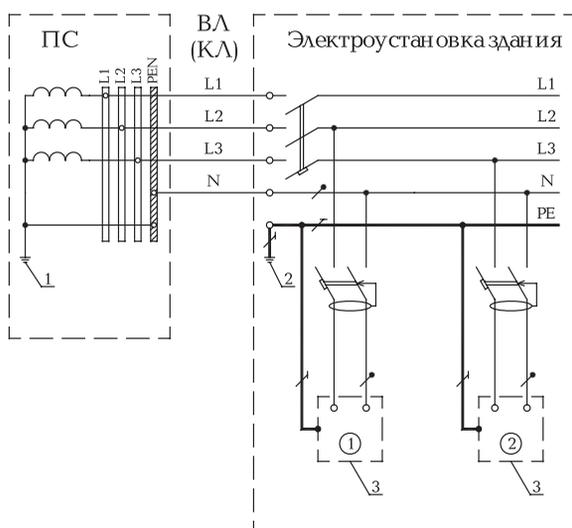


Рис. 5. Применение УЗО в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы TT

дятся с помощью защитных проводников к заземляющему устройству защитного заземления электроустановки здания, которое имеет заземлитель, электрически независимый от заземлителя заземляющего устройства источника питания.

¹⁰ Рассматриваемую проблему можно решить иначе – запретить на территории России создание электроустановок зданий с типом заземления системы TN-C. По такому пути пошла Великобритания, которая п. 8(4) Правил электрической безопасности, качества и непрерывности 2002 г. (The Electricity Safety, Quality and Continuity Regulations 2002), действующих с 31 января 2003 г., запретила потребителю объединять нейтральную и защитную функции в одном проводнике в своей пользовательской установке. Аналогичные требования были внесены в стандарт BS 7671 «Требования для электрических установок. Правила электропроводок IEE» [14] и вступили в силу с 31 марта 2004 г.

¹¹ Требованиями п. 1.7.132 ПУЭ запрещено применение PEN-проводников в однофазных электрических цепях.

В системе ТТ для автоматического отключения питания применяют следующие защитные устройства:

- ✓ устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток;
- ✓ устройства защиты от сверхтока.

В требованиях ГОСТ Р 50571.3 особо подчеркивается, что при типе заземления системы ТТ устройства защиты от сверхтока можно использовать для защиты от косвенного прикосновения только в тех электроустановках зданий, которые имеют заземляющие устройства с очень малым сопротивлением. Действительно, для срабатывания автоматического выключателя с типом мгновенного расцепления С за промежуток времени, не превышающий 5 с¹², как это предписано требованиями стандарта, необходим сверхток, минимальная величина которого примерно равна трехкратному номинальному току, а максимальная величина – шестикратному. При этих условиях гарантированное отключение электрической цепи, на открытой проводящей части которой появилось напряжение 50 В, с помощью автоматического выключателя, имеющего номинальный ток 10 А, возможно в том случае, если сопротивление заземляющего устройства электроустановки здания будет не более 0,83 Ом, а при 16 А – 0,52 Ом. В том случае, если автоматическое отключение питания необходимо выполнять при напряжении на открытых проводящих частях немногим более 25 В, сопротивление заземляющего устройства должно быть не более соответственно 0,41 и 0,26 Ом.

Осуществить автоматическое отключение питания в электроустановке здания, которая соответствует типу заземления системы ТТ, в большинстве случаев можно только с помощью устройств защитного отключения. Поэтому все электрические цепи в электроустановке здания, соответствующей типу заземления системы ТТ, должны быть защищены устройствами защитного отключения. Использование УЗО в электроустановках зданий позволяет резко повысить эффективность автоматического отключения питания как меры защиты от поражения электрическим током за счет многократного уменьшения времени отключения электрической цепи, имеющей аварийное электрооборудование. УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током 0,03 А будет отключать аварийную групповую электрическую цепь за промежуток времени не более 0,04 с при появлении на открытых проводящих частях напряжения 50 В (25 В) том случае, если сопротивление заземляющего устройства электроустановки здания не превышает 238 Ом (119 Ом).

При типе заземления системы IT открытые проводящие части электрооборудования класса I должны быть присоединены с помощью защитных проводников к заземляющему устройству электроустановки здания. Для автоматического отключения питания в системе IT применяют следующие защитные устройства:

- ✓ устройства контроля изоляции;
- ✓ устройства защиты от сверхтока;

- ✓ устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток.

При коротком замыкании какой-либо токоведущей части на открытую проводящую часть, на стороннюю проводящую часть или на землю ток замыкания на землю в системе IT будет очень мал. Поэтому в электроустановке здания или ее частях, соответствующих типу заземления системы IT, для защиты от косвенного прикосновения применяют устройства контроля изоляции. Эти устройства подают сигнал при первом замыкании токоведущей части на землю. Первое замыкание на землю рекомендуется устранять в кратчайший срок. Если до устранения первого замыкания происходит второе замыкание на землю, то автоматическое отключение питания должно происходить за время, которое не превышает нормативное время, установленное в таблице 41В ГОСТ Р 50571.3 (аналогичные данные приведены в таблице 1.7.2 ПУЭ): 0,4 с при номинальном напряжении электрической цепи 230/400 В, 0,2 с – 400/690 В и 0,1 с – 580/1000 В.

Автоматическое отключение питания можно применять во всех электроустановках зданий. Требования к рассматриваемой мере защиты от косвенного прикосновения изложены в п. 413.1 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.76–1.7.83 ПУЭ.

Применение электрооборудования класса II или с равноценной изоляцией предназначено для предотвращения появления опасного напряжения на доступных прикосновению человека проводящих частях электрооборудования. В электроустановках зданий рассматриваемая мера защиты обычно обеспечивается:

- ✓ применением электрооборудования с двойной или усиленной изоляцией, а также блоков электрооборудования заводского изготовления со сплошной изоляцией опасных токоведущих частей;
- ✓ нанесением дополнительной изоляции на электрооборудование, которое имеет только основную изоляцию опасных токоведущих частей, во время его монтажа¹³;
- ✓ применением усиленной изоляции, наносимой на неизолированные опасные токоведущие части во время монтажа электроустановки здания, в том случае, если нельзя применить двойную изоляцию токоведущих частей из-за особенностей конструкции электрооборудования¹⁴.

Электрооборудование, опасные токоведущие части которого изолированы от других его проводящих частей только основной изоляцией, должно быть помещено в изолирующие оболочки, обеспечивающие степень защиты не менее IP2X. Изолирующие оболочки должны выдержать испытание на электрическую прочность.

Рассматриваемую меру защиты от поражения электрическим током можно применять во всех электроустановках зданий без каких бы то ни было ограничений. Требования к этой мере защиты от косвенного прикосновения изложены в п. 413.2 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.84 ПУЭ.

Изолирующие (непроводящие) помещения, зоны и площадки, как мера защиты от косвенного прикосновения, предназначены для создания таких условий в элект-

¹² В таблице 41.1 стандарта МЭК 60364-4-41 2005 г. для системы ТТ установлены следующие максимальные значения времени отключения: 0,2 с при номинальном напряжении электрической цепи более 120 до 230 В, 0,07 с – до 400 В и 0,04 с – более 400 В.

роустановке здания или ее части, при которых человек, прикасающийся к открытой проводящей части, оказавшейся под напряжением, защищен от поражения электрическим током при помощи высокого сопротивления окружающей среды.

Для выполнения этих требований полы и стены в помещениях здания должны быть изолированы и не должны подвергаться воздействию влаги. Минимальное полное сопротивление полов и стен относительно земли должно быть не менее 50 кОм (если номинальное напряжение не превышает 500 В) и не менее 100 кОм (если номинальное напряжение более 500 В, но не превышает 1000 В переменного и 1500 В постоянного тока). В этих помещениях нельзя применять защитные проводники и использовать какие бы то ни было заземленные проводящие части. Здесь следует осуществлять специальные мероприятия, которые предотвращают внесение потенциала в изолирующие помещения.

Электрооборудование должно располагаться в изолирующих помещениях так, чтобы нельзя было одновременно прикоснуться к двум открытым проводящим частям, не имеющим электрической связи, или к открытой проводящей части и сторонней проводящей части, если они могут в аварийном режиме оказаться под разными электрическими потенциалами. Это условие обеспечивается, если указанные проводящие части размещены на расстоянии друг от друга не менее 2,0 м (в зоне досягаемости рукой) или 1,25 м (вне зоны досягаемости), если между открытыми и сторонними проводящими частями установлены барьеры, а также, если сторонние проводящие части покрыты изоляцией.

Рассматриваемую меру защиты от поражения электрическим током можно применять в тех помещениях здания, куда имеют доступ только обученные и квалифицированные лица. Требования к этой мере защиты от косвенного прикосновения изложены в п. 413.3 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.86 ПУЭ.

Незаземленная система местного уравнивания потенциалов предназначена для предотвращения появления опасного напряжения прикосновения. Все открытые проводящие части и сторонние проводящие части, одновременно доступные прикосновению, должны быть объединены. Система местного уравнивания потенциалов не должна быть связана с землей ни прямо, ни косвенно через открытые или сторонние проводящие части.

Систему местного уравнивания потенциалов можно применять в тех помещениях здания, куда имеют доступ только обученные и квалифицированные лица. Требования к рассматриваемой мере защиты от косвенного прикосновения изложены в п. 413.4 ГОСТ Р 50571.3.

Электрическое разделение цепей предназначено для защиты человека от поражения электрическим током при его прикосновении к открытым проводящим частям, которые оказались под напряжением. Источником питания отделенных электрических цепей является разделительный трансформатор или другой источник электроэнергии, обеспечивающий аналогичную степень электробезопасности. Токоведущие части электрически отделенной цепи не должны иметь контакта с землей или другими электрическими цепями.

Если отделенная электрическая цепь питает только один электроприемник класса I, то его открытые проводящие части не должны присоединяться ни к защитному проводнику, ни к открытым проводящим частям других электрических цепей.

Если отделенная электрическая цепь питает несколько электроприемников класса I, то их открытые проводящие части должны быть соединены между собой изолированным незаземленным проводником уравнивания потенциалов. Этот проводник не должен присоединяться ни к защитным проводникам, ни к открытым проводящим частям других электрических цепей, ни к сторонним проводящим частям.

Электрическое разделение цепей можно применять во всех электроустановках зданий в том случае, если ко вторичной обмотке разделительного трансформатора подключают только один электроприемник. В случае, когда ко вторичной обмотке разделительного трансформатора подключено несколько электроприемников, их должны эксплуатировать обученные и квалифицированные лица. Требования к рассматриваемой мере защиты от косвенного прикосновения изложены в п. 413.5 ГОСТ Р 50571.3 и в п. 1.7.85 ПУЭ.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ УЗО, ИЗЛОЖЕННЫЕ В СТАНДАРТАХ КОМПЛЕКСА ГОСТ Р 50571

Помимо представленных выше общих требований ГОСТ Р 50571.3 по применению устройств защитного отключения в составе мер защиты от прямого и косвенного прикосновения в других стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 содержатся конкретные требования по использованию УЗО. Ниже дан краткий аналитический обзор этих требований.

В ГОСТ Р 50571.8 [15] установлены общие требования по защите человека и животных от поражения электрическим током при эксплуатации электроустановок зданий, а также конкретизировано применение некоторых мер защиты от поражения электрическим током, требования к которым изложены в ГОСТ Р 50571.3.

В п. 471.2.3 ГОСТ Р 50571.8 сказано: «Если в качестве меры защиты применяется автоматическое отключение питания, то для защиты штепсельных соединителей наружной установки с номинальным током не более 20 А, предна-

¹³ При этом совокупность основной изоляции и дополнительной изоляции, наносимой во время монтажа электрооборудования, должна обеспечивать электробезопасность, равноценную безопасности электрооборудования класса II.

¹⁴ При этом усиленная изоляция, которую наносят на неизолированные опасные токоведущие части во время монтажа электроустановки здания, должна обеспечивать электробезопасность, равноценную безопасности электрооборудования класса II.

значенных для подключения передвижного оборудования наружной установки, должны использоваться устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, с уставкой срабатывания не более 30 мА».

В примечании 2 к п. 471.2.3 стандарта содержится следующее требование: «При эксплуатации электроустановок, имеющих штепсельные соединители на номинальный ток до 20 А, неквалифицированным и необученным персоналом рекомендуется в качестве дополнительной меры защиты согласно 412.5 ГОСТ Р 50571.3 применять устройства защитного отключения, реагирующие на дифференциальный ток, с уставкой срабатывания не более 30 мА».

В процитированных требованиях имеются следующие ошибки и погрешности. Во-первых, сначала в требованиях следует сказать о защите штепсельных розеток, к которым предполагается подключение переносного электрооборудования, а затем – передвижного. Во-вторых, в требованиях вместо характеристики УЗО «номинальный отключающий дифференциальный ток» необоснованно использовано словосочетание «уставка срабатывания». В-третьих, здесь целесообразно более точно установить компетент-

ность персонала – в нормативных требованиях должна идти речь об обычных лицах (код ВА1).

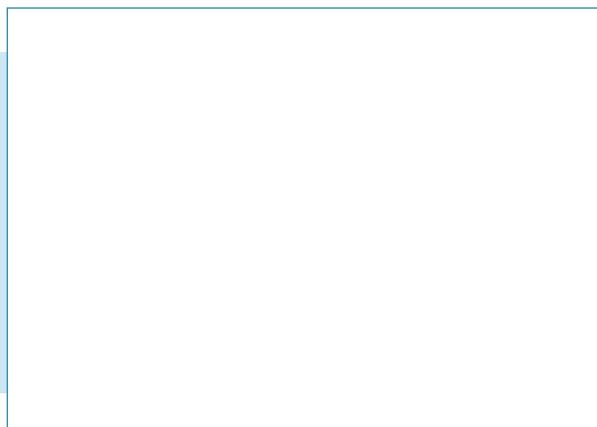
Для защиты групповых электрических цепей штепсельных розеток, установленных вне здания (в опасных условиях использования электрооборудования), рассматриваемые требования предписывают применять устройства защитного отключения с номинальным отключающим дифференциальным током до 0,03 А включительно. Для защиты групповых электрических цепей штепсельных розеток, установленных в жилых и других зданиях, где они используются обычными лицами, – рекомендуют использовать УЗО с указанными характеристиками. Причем такое применение УЗО рассматривается в требованиях стандарта в качестве дополнительной меры защиты при прямом прикосновении.

Применение указанных УЗО позволяет во всех случаях обеспечить автоматическое отключение питания при замыкании опасной токоведущей части на открытую проводящую часть за время, которое существенно меньше нормируемого времени. Эффективность автоматического отключения питания как меры защиты от поражения электрическим током при этом значительно возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 50571.3–94 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
2. International standard IEC 60364-4-41. Low-voltage electrical installations. Part 4-41: Protection for safety. Protection against electric shock. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2005-12.
3. ГОСТ Р 50571.11–96 (МЭК 364-7-701–84). Электроустановки зданий. Ч. 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ваньные и душевые помещения. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996.
4. ГОСТ Р 50571.12–96 (МЭК 364-7-703–84). Электроустановки зданий. Ч. 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 703. Помещения, содержащие нагреватели для саун. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996.
5. ГОСТ Р 50571.13–96 (МЭК 364-7-706–83). Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 706. Стенные помещения с проводящим полом, стенами и потолком. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
6. Правила устройства электроустановок/ Раздел 1. Общие правила. Гл. 1.1: Общая часть; гл. 1.2: Электроснабжение и электрические сети; гл. 1.7: Заземление и защитные меры электробезопасности; гл. 1.9: Изоляция электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Гл. 7.1: Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий; гл. 7.2: Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений; гл. 7.5: Электротермические установки; гл. 7.6: Электросварочные установки; гл. 7.10: Электролизные установки и установки гальванических покрытий. – 7-е изд. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2002.
7. ГОСТ Р 50571.2–94 (МЭК 364-3–93). Электроустановки зданий. Ч. 3. Основные характеристики. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
8. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. Основы заземления электрических сетей и электроустановок зданий. Четвертое издание. – М.: ПТФ МИЭЭ, 2006.
9. ГОСТ 29322–92 (МЭК 38–83). Стандартные напряжения. – М.: Изд-во стандартов, 1992.
10. ГОСТ Р 50345–99 (МЭК 60898–95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
11. ГОСТ Р 51326.1–99 (МЭК 61008-1–96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
12. ГОСТ Р 51327.1–99 (МЭК 61009-1–96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
13. Харечко Ю.В. Особенности в классификации типа системы заземления TN-C и его идентификации в электроустановках зданий// Вестник Главгосэнергонадзора России, 1998, № 1.
14. British Standard BS 7671–2001. Requirements for Electrical Installations. IEE Wiring Regulations. Sixteenth edition. – London: BSI and IEE, 2001.
15. ГОСТ Р 50571.8–94 (МЭК 364-4-47–81). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током. – М.: Изд-во стандартов, 1995.

к.т.н. М.И. Алыпшуллер,
к.т.н. М. И. Шамис,
инж. А.Г. Матисон



СИСТЕМЫ БЕЗУДАРНОГО ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Прямой пуск высоковольтного электродвигателя сопровождается 6-8-кратным броском пускового тока, создающим ударный электромагнитный момент, который передается через вал электродвигателя на редуктор и приводит в движение механизм. Одновременно возникают большие электродинамические усилия в обмотке статора, вызывающие смещение проводников относительно друг друга. В результате ударные нагрузки приводят к поломкам редукторов, разрушению и пробоям изоляции обмоток статора электродвигателей, перегоранию межкатушечных соединений, обгоранию выводных концов и к другим неполадкам. Нарушается ритмичность производства и снижается выпуск готовой продукции. Предприятия несут большие затраты на ремонт электродвигателей и механического оборудования. Также неблагоприятно влияют броски пускового тока на питающую сеть, приводя к большим просадкам напряжения, что провоцирует развитие аварийных режимов в энергосистемах.

Переходные процессы в асинхронных электродвигателях в случае их прямого включения в сеть при скорости равной нулю или при вращающемся роторе электродвигателя достаточно хорошо изучены [Л 1]. Знакопеременный момент, возникающий при включении в сеть электродвигателя, может достигать четырехкратного по отношению к номинальному значению. Если у механизмов небольшой

мощности, таких как электродвигатель, муфты, валы, насосы и другие механизмы, запасы по прочности достаточны, то у крупных насосных и компрессорных агрегатов ударные моменты могут привести к поломке агрегатов. На рисунке 1 приведены выполненные на цифровой компьютерной модели осциллограммы прямого пуска асинхронного короткозамкнутого электродвигателя 5000кВт, 6кВ, входящего в состав насосного агрегата. Как видно из рисунка 1, продолжительность пуска — 2,5 с при токе $6 I_{НОМ}$, а пусковой знакопеременный момент электродвигателя в начале переходного процесса составляет 3,8-3,9 $M_{НОМ}$.

Весьма неблагоприятно сказываются броски пускового тока на питающую сеть, приводя к большим просадкам напряжения, что нарушает нормальную работу других потребителей, питающихся от того же источника. Последнее обстоятельство особенно важно в условиях ограниченной мощности источника питания.

Перечисленные отрицательные стороны прямого включения электродвигателей в сеть позволяют сделать вывод о высокой опасности заданного режима работы. Поэтому агрегаты с приводными высоковольтными электродвигателями, несмотря на технологическую необходимость, останавливаются крайне редко, что приводит к большим потерям электроэнергии. По данным ООО «Межрегиональное проектно-производственное объединение

«РЕГИОТУРБО-КОМ», у центробежных компрессоров К-250 и К-500 с электродвигателями 1600кВт и 3150кВт потери холостого хода составляют до 50 % номинальной мощности электродвигателя (700-800кВт и 1500-1600кВт соответственно). Поэтому безостановочная работа этих агрегатов при отсутствии потребности в сжатом воздухе (например, в ночное время на 8 часов, а также в выходные и праздничные дни) для компрессора К-250 приводит к потере свыше 3,5 миллионов киловатт-часов в год.

Проблема исключения ударных пусковых нагрузок, а следовательно, повышения надежности работы и снятия ограничения на число пусков и остановов агрегатов с приводными высоковольтными электродвигателями может быть решена за счет применения устройств безударного пуска высоковольтных электродвигателей. Эти устройства выполнены на базе высоковольтных тиристоров на токи 350-2600А и микроконтроллерных систем управления. Одним из ведущих разработчиков и изготовителей устройств в России является ОАО «ВНИИР» (г. Чебоксары), который поставляет устройства безударного пуска высоковольтных электродвигателей серии УБПВД (самое большое в России количество успешно работающих систем безударного пуска на базе устройств УБПВД — более 40 систем, каждая из которых предназначена для пуска 4-5 электродвигателей).

ОАО «ВНИИР» производит 2 исполнения устройств безударного пуска (выбираемых в зависимости от нагрузочной характеристики приводного механизма) УБПВД-В и УБПВД-С:

- исполнение УБПВД-В предназначено для пуска асинхронных и синхронных электродвигателей механизмов с «вентиляторной» характеристикой нагрузочного момента (центробежные насосы, компрессоры, вентиляторы и т.д.);



Устройство безударного пуска высоковольтных электродвигателей УБПВД

- исполнение УБПВД-С позволяет плавно запускать синхронные электродвигатели крупных механизмов с большими статическими нагрузками и инерционными массами (мельницы, вентиляторные установки, эксгаустеры и т.д.). Устройство УБПВД-С обеспечивает частотный пуск электродвигателя до синхронной скорости с заданными параметрами времени пуска и токоограничением на уровне не более 1,5 от номинального тока электродвигателя, синхронизацию с сетью и включение электродвигателя непосредственно в сеть.

Устройства серии УБПВД, производимые в ОАО «ВНИИР», имеют ряд преимуществ перед аналогичными устройствами других производителей:

- высокая надежность за счет технических решений, основанных на сорокалетнем опыте работы с тиристорными агрегатами и применении импортных высоковольтных тиристоров;
- учет особенной российской специфики и запросов заказчика по всем аспектам поставки и компоновки изделия;
- повышенное удобство обслуживания, так как тиристоры расположены в выкатных силовых высоковольтных блоках;
- испытание и наладка каждого изготовленного устройства УБПВД производится совместно с высоковольтными синхронными и асинхронными электродвигателями на испытательной базе Института, что значительно снижает необходимое время для пуска-наладочных работ и повышает надежность;
- дизайн устройств соответствует современным требованиям.

На рисунке 2 приведены полученные методом цифрового компьютерного моделирования осциллограммы без-



Устройство безударного пуска высоковольтных электродвигателей УБПВД-компакт

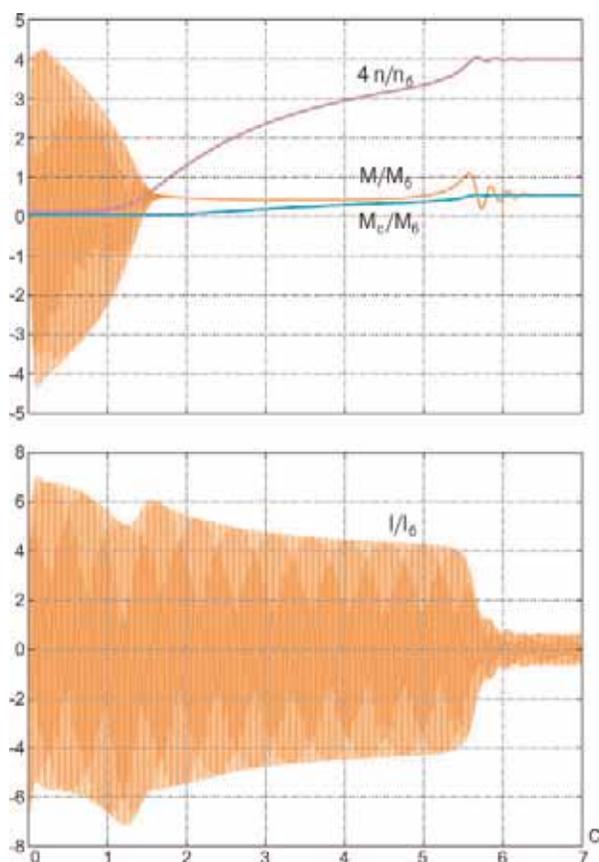


Рис 1. Осциллограммы прямого пуска асинхронного короткозамкнутого электродвигателя 5000 кВт, 6 кВ насосного агрегата. n/n_0 , M/M_0 , M_c/M_0 , I/I_0 – относительные величины, соответственно, скорости, момента, момента нагрузки и тока.

ударного пуска магистрального насосного агрегата с электродвигателем 5000кВт, 6кВ. Время пуска — 10-12 с. с плавно нарастающим пусковым током до 2-2,5 ном. Сравнение осциллограмм прямого (рисунок 1) и безударного (рисунок 2) пусков показывает, что при безударном пуске момент электродвигателя плавно нарастает без смены знака, что не вызывает вибраций и ударных нагрузок в агрегате.

С целью снижения затрат на безударный пуск электродвигателей разработана и успешно эксплуатируется система пуска нескольких электродвигателей, подключенных к одной или нескольким секциям шин, от одного устройства УБПВД. Применение системы безударного пуска позволяет получить существенную экономию по сравнению с вариантом запуска каждого электродвигателя от индивидуального устройства УБПВД. Например, при запуске четырех электродвигателей использование описанной системы обеспечивает сокращение затрат на плавный пуск почти в 3 раза.

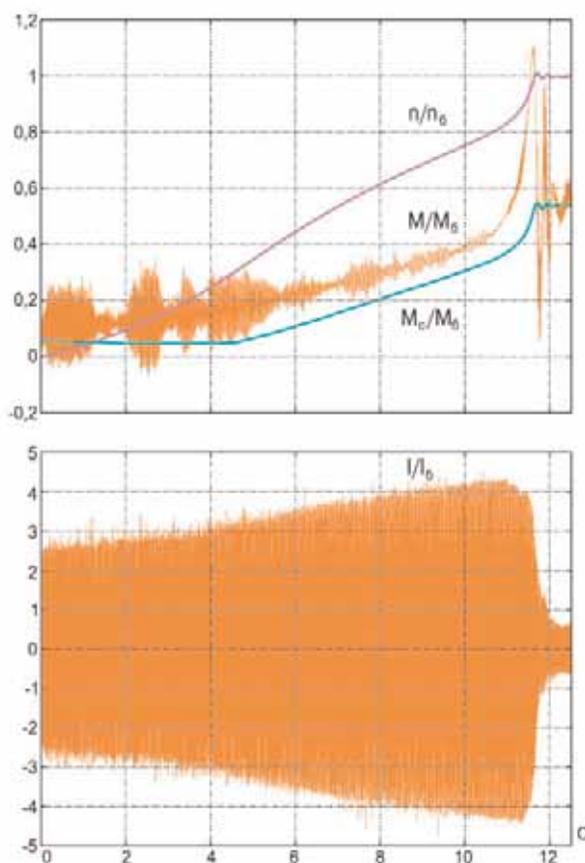


Рис 2. Осциллограммы плавного пуска асинхронного короткозамкнутого электродвигателя 5000 кВт, 6 кВ насосного агрегата. n/n_0 , M/M_0 , M_c/M_0 , I/I_0 – относительные величины, соответственно, скорости, момента, момента нагрузки и тока.

Вариант системы для пуска четырех электродвигателей посредством устройства УБПВД-В, подключенных к двум секциям шин, приведен на *рисунке 3*.

Система позволяет производить как прямой, так и поочередный плавный пуск любого выбранного электродвигателя под управлением контроллера по командам с пульта управления и местного поста управления агрегатами.

Контроллер обеспечивает требуемый закон нарастания тока и разгона электродвигателя по заранее заданной программе; требуемую последовательность включения и выключения элементов системы, участвующих в пуске; необходимые защиты и блокировки. На мнемосхеме системы, расположенной на пульте управления, отражается текущее состояние высоковольтных выключателей и электродвигателей, а на дисплее — рекомендации для персонала, осуществляющего пуск. В качестве пульта управления

могут быть использованы персональный компьютер, сенсорная панель оператора с цветным дисплеем или ЖКИ-дисплей с клавиатурой и светодиодной мнемосхемой. По за-

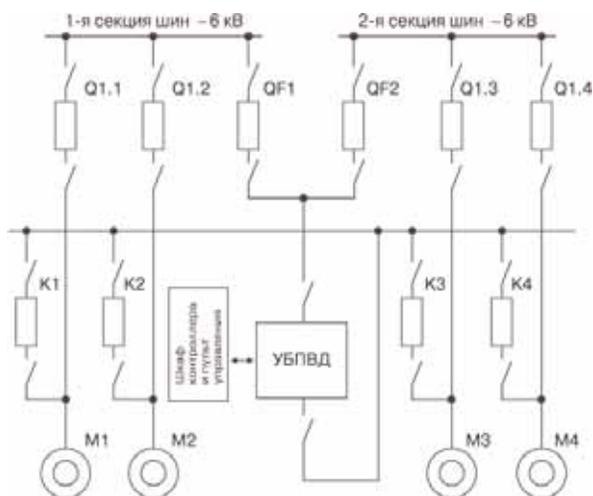


Рис 3. Однолинейная схема системы безударного пуска нескольких электродвигателей от одного устройства УБПВД-В.

M1–M4 – запускаемые электродвигатели; Q1.1–Q1.4 – рабочие высоковольтные выключатели; QF1, QF2 – пусковые высоковольтные выключатели; K1–K4 – пусковые высоковольтные коммутационные аппараты (разъединители с моторным приводом РВУ, высоковольтные контакторы или выключатели)

вершению разгона электродвигателя в асинхронном режиме включается рабочий выключатель, шунтирующий УБПВД, и электродвигатель оказывается подключенным непосредственно к сети. Система готова к следующему пуску.

При пуске синхронного электродвигателя после достижения подсинхронной скорости электронный блок возбудителя, контролирующий частоту тока, наводимого в роторе, подает команду на включение возбуждения, и электродвигатель втягивается в «синхронизм».

Системы управления УБПВД выполнены на современной элементной базе с применением высокопроизводительных сигнальных процессоров, передовой технологии поверхностного монтажа и обеспечивают:

- возможность формирования траектории разгона и торможения электродвигателя;
- реализацию гибких алгоритмов управления;
- широкий набор функций управления и максимально удобный пользовательский интерфейс, использующий графический ЖКИ, функциональную клавиатуру управления, светодиодную диагностику;
- удаленный доступ к устройству по высокопроизводительному интерфейсу RS 485, что обеспечивает работу в составе АСУТП;
- качественную оценку влияния системы плавного пуска на энергосистему предприятия посредством использования функции цифрового осциллографа;
- качественный и количественный анализ работоспособности агрегатов и механизмов с использованием функции журнала регистрации событий (последний период пуска, максимальный ток последнего пуска, общее время разгона, общее количество пусков, последнее выключение, ток выключения, общее количество выключений, регистрация аварийных режимов):
 - определение необходимости проведения ремонтных мероприятий;
 - широкий набор функциональных защит.

Поставка системы безударного пуска может осуществляться в блок-боксе с отоплением, освещением и вентиляцией. В этом случае оборудование поставляется ошинованным, с монтажом вторичных соединений между элементами системы, в состоянии полной заводской готовности, что существенно упрощает его монтаж.

Для уменьшения площади, занимаемой системой безударного пуска, что особенно важно при модернизации, ОАО «ВНИИР» разработал малогабаритный вариант устройства УБПВД и дистанционно управляемые разъединители. Разъединитель с габаритными размерами 406x748x360мм заменяет ячейку КСО размерами 750x2200x1100 мм с вакуумным контактором КВТ 10-4/400 и двумя разъединителями РВЗ. Это позволяет сократить стоимость и требуемую площадь для коммутационной пусковой аппаратуры в 2-3 раза в зависимости от количества запускаемых электродвигателей.

Литература

1. А.В. Иванов-Смоленский «Электрические машины». // «Энергия», М., 1980, стр. 842-843.
2. Маркс Альтшуллер, Михаил Шамис Устройство безударного плавного пуска высоковольтных двигателей. // Новости электротехники, 2002, №4 (16), с. 42-43.
3. Шамис М.А., Альтшуллер М.И., Кальсин В.Н., Матисон А.Г., Саевич В.Л., Евсеев А.Н. Устройство плавного безударного пуска высоковольтных двигателей переменного тока. // «Промышленная энергетика», 2002, №12, с.31-33.

оавРЫЛОАРЫЛ

НКУ «АССОЛЬ» - СИСТЕМНОЕ РЕШЕНИЕ!

Сегодня на рынке отечественной электротехники представлено огромное количество низковольтных комплектных устройств (НКУ). К производителям подобных изделий относится и ЗАО «Электронмаш» со своей модульной комплектной системой «АССОЛЬ».

Присутствие в наименовании изделия термина «система» не случайно, так как конструкторская группа компании «Электронмаш» была нацелена на создание комплексной распределительной системы, рассчитанной на напряжение до 1000В и согласованием её с КРУ 6 кВ. Задача усложнялась рядом причин, таких как классификация различных блоков НКУ «АССОЛЬ» в единой системе для удобства проектных организаций и эксплуатационных служб заказчиков, и при формировании заказа (своего рода лаконичная таблица низковольтных устройств, подобранная по единому классификатору).

Проект «АССОЛЬ» рассчитан на отечественного потребителя, для которого надежность электроснабжения играет важную роль в процессе производства. Как правило, это



Станции управления с ЧРП на базе НКУ АССОЛЬ. 2



Съемный модуль

предприятия, работающие в непрерывном технологическом цикле: нефтехимическая отрасль, целлюлозно-бумажная промышленность, объекты ТЭЦ, аэропорты, бизнес-центры.

Одним из преимуществ НКУ «АССОЛЬ», по сравнению с импортными аналогами, является возможность сочетания аппаратуры нескольких производителей в пределах одного проекта, что выгодно сказывается на стоимостных характеристиках. К тому же, реализация схемотехнических решений и размещение электрооборудования выполнено с учетом специфики всех действующих норм и правил Российской Федерации.

Как было сказано выше, система «АССОЛЬ» является модульной. Величина наименьшего модуля равна 200 мм по трем координатам. Комплектация шкафов НКУ унифицированными модулями и блоками позволяет эффективно конфигурировать всевозможное количество конструктивных решений, оперативно заменять и дополнять модульные конструкции без снятия напряжения со сборных шин и соседних присоединений щита.

Структурный состав НКУ «АССОЛЬ» весьма обширен и постоянно дополняется в соответствии с требованиями и пожеланиями заказчиков. В базовом исполнении по функциональному назначению шкафы НКУ разделены на:

- * Шкафы ввода;
- * Шкафы секционирования;
- * Шкафы кабельных и шинных присоединений;
- * Шкафы отходящих линий.

По всем типам шкафов разработаны наиболее оптимальные схемотехнические и конструктивные решения.

Учитывая все более возрастающие индивидуальные потребности заказчиков, в системе «АССОЛЬ» предусмотрены шкафы и блоки свободного проектирования. В этих элементах НКУ по желанию заказчика может быть разме-

щено оборудование автоматики, релейной или микропроцессорной защиты, конденсаторных установок, контрольно-измерительных приборов и т.п.

Необходимо отметить широкий диапазон стационарных и выдвижных унифицированных модулей, позволяющих гибко и легко конфигурировать шкафы отходящих линий.

Таким образом, новые технические решения, положенные в основу НКУ «АССОЛЬ» позволяют обеспечить:

Масштабируемость.

Благодаря модульной конструкции, на основе НКУ «АССОЛЬ» можно изготавливать от комплектных трансформаторных подстанций до отдельных щитов автоматики.

Многообразие конструктивных решений.

НКУ «АССОЛЬ» состоит из модульных элементов, что позволяет выполнять вводные и распределительные устройства любой конфигурации с различными вариантами разделения функциональных узлов на номинальные токи до 7100 А.

Простоту, удобство и безопасность обслуживания.

Все необходимое электрооборудование устанавливается в стационарные или выдвижные унифицированные модули, все органы управления находятся на лицевой стороне. НКУ «АССОЛЬ» оснащается всеми необходимыми системами блокировок. Установка выдвижных модулей с оборудованием или применение коммутационных аппаратов выкатного исполнения позволяет выполнять их обслуживание без снятия напряжения при гарантированной безопасности проведения работ. Контроль работы и управление осуществляются без открывания дверей. По желанию заказчика, все приборы индикации могут быть вынесены в отдельный конструктив.

Высокую надежность.

Применение современных схемных решений по распределению и управлению электроэнергией, основанной на базе передовых комплектующих ведущих мировых производителей (ABB, Schneider Electric, Finder, Elsteel), блоков самозапуска, устройств управления, релейной или микропроцессорной защиты, сетевой автоматики и сигнализации обеспечивают высокую надежность работы как самого НКУ «АССОЛЬ», так и всей электроустановки в целом.

Система НКУ «АССОЛЬ» имеет сертификат соответствия №РОСС RU.МЕ05.В02942 и соответствует требованиям нормативных документов ГОСТ Р 51321.1-2000 и ГОСТ Р 51732-2001.

По материалам ЗАО «Электронмаш»

Юрий Бобылев

УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА И ТОРМОЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК: ГРАМОТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

ЧТО МОЖЕТ УПП?

Среднее по функциональности УПП позволяет решать следующие задачи:

- ▶ Ограничить пусковой ток (в большинстве случаев на уровне 3 - 4,5 Iном) и просадки сетевого напряжения питания в зависимости от мощности силового трансформатора и характеристик подводящих шин питания;
- ▶ Оптимизировать пусковой и тормозной моменты для безударных разгонов и остановок приводимых механизмов, продлить срок использования подшипников, зубьев колёс редукторов, ремней и других деталей машин;
- ▶ Аварийно защитить питающую сеть от токовых перегрузок, заклинивания вала.

Схожесть тиристорного пуска с классическими способами пуска электродвигателей.

Тиристорный способ пуска похож на пуск при пониженном напряжении, который в прежние времена реализовывался как переключение «звезда - треугольник» или ступенчатый пуск от автотрансформатора. Благодаря тиристорам такой способ пуска не имеет недостатков ступенчатости двух последних способов, но, с точки зрения механических характеристик, не может сдвинуть «горб» области максимального момента к области нулевой скорости, и вы-

нужден мириться с падением пускового момента при ограничении тока.

Тиристорный пуск не похож на пуск мотора с фазным ротором и тем более двигателя постоянного тока с последовательно включенной обмоткой возбуждения (см. выше). В большинстве реальных ситуаций, когда мы модернизируем уже имеющийся механизм с имеющимся двигателем (асинхронным с короткозамкнутым ротором и обмотками, соединёнными в звезду), условно есть только 3 практических способа «умягчения» пуска.

- 1 **Автотрансформатор** - на практике случаи применения автору не известны ни в советское, ни в настоящее время/
- 2 **Собственно УПП**, позволяющее, в отличие от первого способа, гибко настраивать условия пуска на конкретном механизме под его уникальные условия.
- 3 **Частотный преобразователь**. Снижая стартовую частоту до единиц герц, мы, будучи также зажатыми «горбатой» характеристикой зависимости момента от скольжения, можем снизить пусковой ток, потребляемый из сети питания, до значений не выше номинального, даже при пуске под нагрузкой. Подробности пусковых (и не только пусковых) свойств частотных преобразователей - тема отдельной статьи.

ЧТО НЕ МОЖЕТ УПП?

В свою очередь, УПП не может выполнить следующие функции:

- ▶ Регулировать частоту вращения двигателя в установленном режиме;
- ▶ Реверсировать направление вращения;
- ▶ Увеличить пусковой момент относительно номинального;
- ▶ Снизить пусковой ток до значений меньших, чем требуется для вращения ротора в момент старта.

Очень важно: ток обмотки в конкретный момент времени при скорости вращения вала меньше синхронной зависит от текущей скорости, а не от механической нагрузки. От последней при пуске зависит, как быстро мы завершим процесс пуска.

УСТРОЙСТВО УПП

Силовая часть.

Сердцем силовой части УПП является классический симистор (два встречно-параллельно включенных тиристора с управляющим входом), включаемый последовательно между питающим проводником и обмоткой двигателя. Тиристор отпирается при условии приложения прямого напряжения анод-катод и одновременной подачи отпирающего потенциала или его импульса на управляющий электрод. Запирается тиристор только снижением тока в цепи «анод-катод-нагрузка» до значения, близкого к нулевому. В составе УПП тиристор исполняет роль быстродействующего полупроводникового контактора, включаемого напряжением, а выключаемого током. Отметим, что временной мо-

мент запирания при переходе через ноль тока тиристора, через который питается обмотка разгоняемого двигателя, всегда запаздывает относительно момента перехода синусоиды фазного напряжения через ноль из-за индуктивной составляющей. Готовые УПП содержат симисторы, включаемые в одну, две или все три фазы, причем, при соединении обмоток треугольником, возможно включение симисторов не в фазу питания, а в разрыв обмотки. В этом случае ток через симистор снижается в 1,73 раза и позволяет выбрать менее мощное и более дешёвое УПП, но удваивает число необходимых кабелей (с допустимым током в те же 1,73 раза ниже).

Не перегружая статью расчетами и формулами, кратко сравним важные потребительские технические характеристики одно-, двух- и трехфазного регулирования.

Входной контактор не обязателен только при отсутствии требований к гальванической развязке.

В пользу выбора одно- или двухфазных УПП говорят только более низкая цена в сочетании с возможностью использования в конкретном механизме.

Однофазное регулирование. Через нерегулируемые фазы при разгоне двигателя протекает ток, соответствующий скольжению и моменту в конкретный момент времени. Поскольку время разгона больше вследствие плавности характера процесса пуска, тепловой режим нерегулируемой обмотки может оказаться даже хуже, чем при прямом пуске. Следует также отметить, что само по себе однофазное УПП не может аварийно остановить трёхфазный двигатель, максимум, что он может - выдать аварийный сигнал.

Изменение момента M и тока двигателя I при изменении напряжения статора

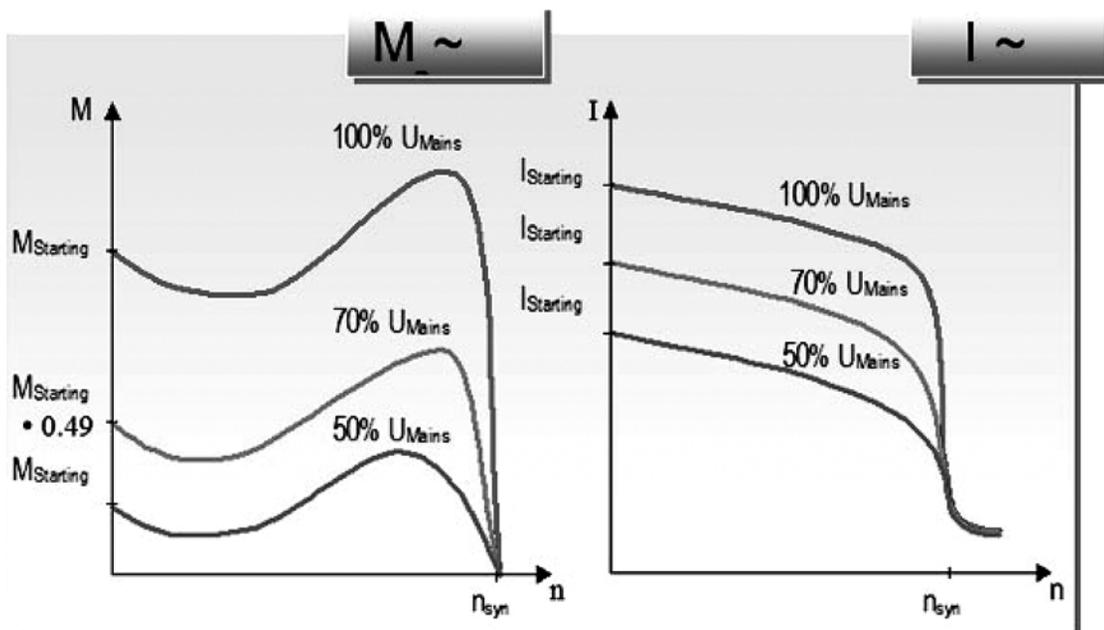


Рис.1. Семейство характеристик зависимости момента на валу и потребляемого тока от частоты вращения при разных допустимых значениях напряжения питания относительно номинального.

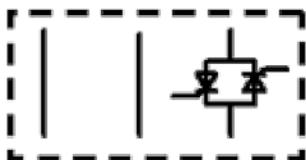


Рис.2. Симистор в одной фазе

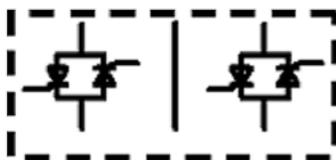


Рис.3. Симисторы в двух фазах

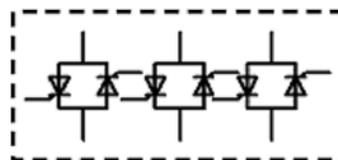


Рис.4. Симисторы в трёх фазах

Табл.1

| Число регулируемых фаз | Перекас I и U по фазам | Реализация плавного торможения | Ограничение пускового тока | Включение в разрыв обмоток в «треугольник» | Динамическое торможение | Обязательность входного контактора |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|---|--|-------------------------|------------------------------------|
| 1 | да | нет | слабо | нет | нет | да |
| 2 | да | да | средне | нет | нет | нет |
| 3 | нет | да | Только по характеру нагрузки на валу при пуске и торможении | да | возможно | нет |

Таким образом, схема применяется только там, где требуется смягчить пусковые удары в механической нагрузке в диапазоне мощностей до 11 кВт, а плавное торможение, длительный пуск и ограничение пускового тока не требуются. В связи с удешевлением тиристорных однофазных УПП снимаются с производства, замещаясь двухфазными, поэтому в настоящей статье более не рассматриваются.

Двухфазное регулирование. Есть ограничение пускового тока, но несимметричность его ограничения в момент запуска и торможения также присутствует, так как управление отпиранием тиристора только в двух фазах не позволяет питать все три фазы абсолютно одинаково. Двухфазные УПП выпускаются для двигателей мощностью до 250 кВт и более, применяются в случаях, когда узким местом при запуске является не ограничение тока до гарантированной величины, а, как и для однофазных УПП, смягчение механических ударов. Многие модели снабжены внутренними байпасными контакторами, что удешевляет стоимость решения по запуску одного двигателя или нескольких параллельно подключенных. О роли байпасного контактора речь пойдет ниже.

Трёхфазное регулирование. Самое технически совершенное решение, так как позволяет получить симметричное по фазам ограничение тока и силы магнитного поля, поэтому, в сравнении с двухфазным, при том же крутящем моменте силы в момент разгона двигателя, токовый режим максимально благоприятен и для двигателя, и для сети. Технически область применения универсальна, есть возможность применить динамическое торможение и подхват обратного хода мотора, хотя эта функция реализована не во всех моделях УПП. Мощность и напряжение питания двигателя ограничены только тепловой и электрической прочностью самих тиристорных.

Система управления и выставяемые параметры.

Генерация управляющего сигнала для отпирания симисторов происходит в системе управления, которая в закон-

ченном виде (аппаратная + программная части) представляют собой ноу-хау производителя.

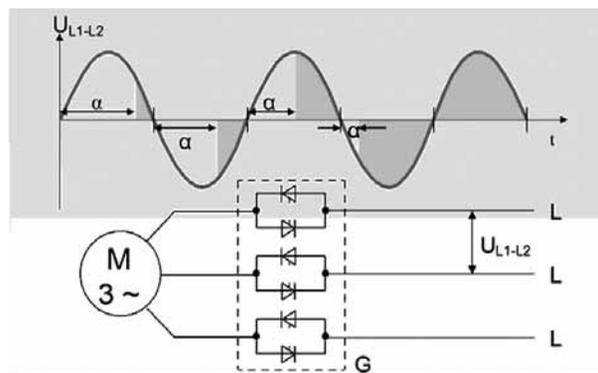


Рис.5.

На рис.5 схематически показано изменение напряжения в обмотке двигателя при изменении временного промежутка, или, что то же самое, фазового сдвига между прохождением синусоиды входного напряжения через ноль и моментом подачи управляющего сигнала в процессе пуска двигателя. Величина α называется углом отпирания тиристора и изменяется от значения менее 180 градусов или 10 мс при частоте 50 Гц в начале до нуля в момент выхода на номинальные обороты. При плавном торможении угол отпирания изменяется в обратном порядке.

Время процесса включения - это время, за которое система плавного пуска увеличит напряжение на выходе от начального до полного.

Время выключения - это время, за которое напряжение на выходе системы снизится от полного до напряжения остановки (начального напряжения). Если время остановки равно нулю, это будет эквивалентно прямой остановке. Используется, когда необходима плавная остановка мотора, например, при работе с насосами или ленточными конвейерами.

Начальное напряжение. Иногда называется напряжением или крутящим моментом подставки. Это точка, в которой система мягкого пуска начинает или завершает процесс включения или выключения. Применяется для гарантированного трогания вала с места. При начальном напряжении 50% от номинального $\alpha=90$ градусов.

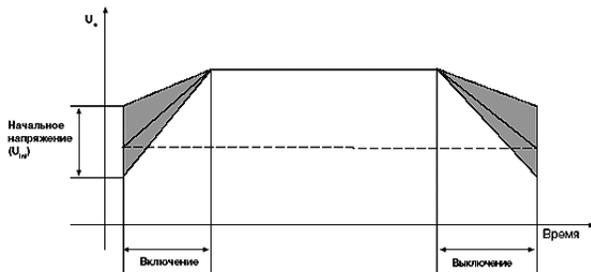
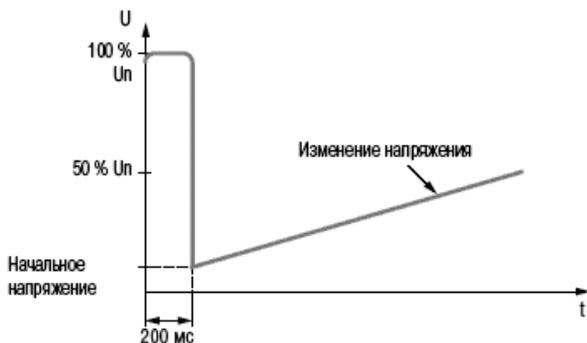


Рис. 6. Полный рабочий цикл двигателя, управляемого УПП.

Ограничение тока может использоваться в тех случаях, когда требуется ограничение пускового тока или при пуске под большой нагрузкой, когда трудно обеспечить хороший старт заданием только начального напряжения и времени включения. При достижении предела ограничения тока система плавного пуска временно прекратит увеличение напряжения, пока ток не снизится ниже заданного предела, после чего процесс увеличения напряжения возобновится до достижения полного напряжения. Эта функция имеется не во всех УПП.

Функция BOOST поддержки напряжения позволяет получить пусковой момент для преодоления механического трения. Применяется, когда крутящий момент при пониженном стартовом напряжении недостаточен для трогания вала с места, но основной разгон уже стартовавшего двигателя можно выполнить и от пониженного напряжения. Кривая изменения напряжения на старте показана на рис. 7.

Возможные применения функции BOOST - дробилки, тестомесы, мясорубки. Первые 0,2 с (10 полных периодов) тиристоры полностью открыты, и двигатель ведет себя, как



Приложение начального напряжения BOOST, равного 100% номинального напряжения двигателя

Рис. 7.

и при прямом пуске, и нагружает сеть соответствующим образом. Такая короткая по времени просадка в сети обычно не вызывает аварийных остановок других механизмов. Эта функция также имеется не во всех УПП.

Простейшие двухфазные УПП с плавным торможением на токи до 32 А собираются в пластиковом корпусе с креплением на 35 мм DIN-рейку. На передней панели находятся регулировки времени пуска, времени торможения и начального напряжения, винты клемм питания, выхода на двигатель, логических входов для подключения кнопок «Пуск» и «Стоп» и, при наличии, BOOST, и выходы сигналов ошибки и завершения процесса разгона. Более функционально продвинутые УПП позволяют устанавливать настройки и управлять процессом с интерактивной передней панели или по сетевому протоколу, реализуя, например, смену режимов пуска или последовательный запуск двигателей разной мощности.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Хотя процесс отпирания тиристора происходит лавинообразно, индуктивная составляющая сопротивления обмотки ограничивает скорость нарастания тока при включении, а выключение происходит в момент снижения тока до нуля. Специальные дроссели и фильтры ЭМС на практике не применяются. Уровень помех во всём спектре частот на порядки ниже, чем у частотного преобразователя той же мощности без дросселей и фильтров ЭМС.

БАЙПАСНЫЙ КОНТАКТОР

Байпасный (обходной) контактор (БК) служит для питания двигателя в установившемся режиме, минуя тиристоры и, таким образом, облегчая их тепловой режим. Выбирается по категории AC-1, так как пусковые токи стандартного прямого включения через него не протекают. Многие двухфазные УПП имеют встроенный БК.

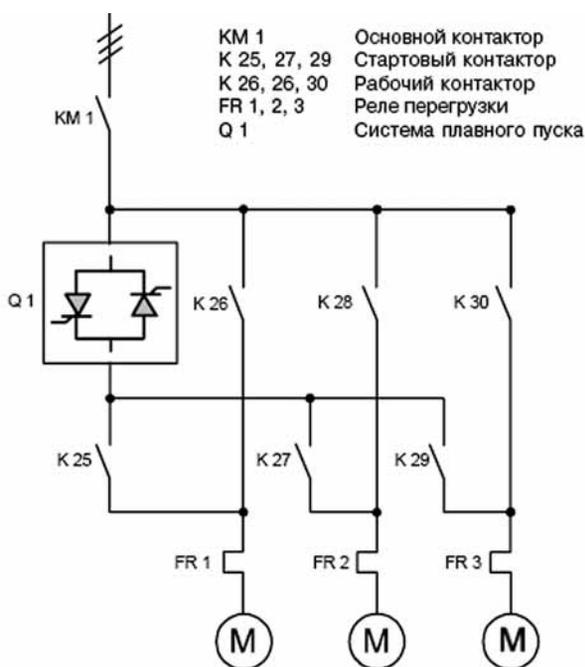
КАСКАДНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ ПРИ ПУСКЕ И ТОРМОЖЕНИИ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Все двигатели одной мощности, УПП выбирается из соображений мощность/продолжительность включения/температура в месте установки.

Рассмотрим рабочий цикл привода каскадного механизма (табл. 1).

Привод готов к пуску - KM1 замкнут (остальные разомкнуты). Все контакторы в штатных режимах работают по категории AC-1 при условии гарантированной краткой выдержки времени между окончанием процесса замыкания стартовых контакторов и началом подачи импульсов отпирания на тиристоры. Для реализации аварийной защиты, например, от теплового пробоя тиристоров во время затянувшегося пуска, стартовые контакторы всё же целесообразно выбирать по AC-3, а для резервирования возможности прямого пуска в случае выхода из строя УПП - и рабочие контакторы тоже.

При использовании в управлении приводом простейшего микроконтроллера или программируемого реле с часа-



Последовательный пуск моторов с помощью системы плавного пуска

Рис. 8

ми и счётчиками можно следить за моторесурсом каждого двигателя и, например, автоматически подключать в первую очередь самый «свежий» и выключать самый «уставший».

Плавное торможение в насосных агрегатах необходимо, поскольку остановка одного из насосов на выбеге двигателя приводит примерно к такому же резкому перепаду давления, как и прямой пуск.

В каскадной системе, как это видно из схемы, роль БК выполняют рабочие контакторы.

ТИПОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ УПП И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Наиболее дорогие в плане восстановления устройства, потенциально подверженные поломкам вследствие ошибок (см. [1]):

- Силовой трансформатор питания сети с УПП;
- Собственно УПП;

Таблица 1

| Состояние двигателей | | | Замкнутость контакторов | | | | | |
|----------------------|------------|------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| M1 | M2 | M3 | K25 | K26 | K27 | K28 | K29 | K30 |
| запуск | остановлен | остановлен | + | - | - | - | - | - |
| работа | остановлен | остановлен | - | + | - | - | - | - |
| работа | запуск | остановлен | - | + | + | - | - | - |
| работа | работа | остановлен | - | + | - | + | - | - |
| работа | работа | запуск | - | + | - | + | + | - |
| работа | работа | работа | - | + | - | + | - | + |
| работа | работа | торможение | - | + | - | + | + | - |
| работа | торможение | остановлен | - | + | + | - | - | - |
| торможение | остановлен | остановлен | + | - | - | - | - | - |
| остановлен | остановлен | остановлен | - | - | - | - | - | - |

- Двигатели;
- Механические части нагрузки (редукторы и исполнительные органы).

Проектирование: выбор УПП, схема включения. Ведущие мировые производители предлагают компьютерные программные средства, помогающие выбрать и УПП, и сопутствующие элементы схемы привода.

В идеальном случае, ограниченном только физическими принципами работы силовой части, УПП должно создавать плавно возрастающее по значению, начиная от стартового, круговое по форме магнитное поле, вращающееся со скоростью, заданной частотой питающей сети. Для этого тиристоры должны стоять во всех трёх фазах.

При эксплуатации привода в установившемся режиме без БК ток в обмотки продолжает поступать через тиристоры УПП. Последствия включения без БК для двигателей и трансформаторов подробно описаны в [1, 2]. Последствия для УПП - только более тяжёлый тепловой режим. Корень всех минусов - в физических свойствах реальных тириستоров и погрешностях работы генератора отпирающих импульсов. Постоянная составляющая как следствие несимметричности полуволн тока, протекающего по цепи «вторичная обмотка трансформатора - тиристоры УПП - обмотка двигателя» возникает как совокупность следующих факторов: запирание тиристора происходит при некотором остаточном значении тока;

- между моментом подачи отпирающего импульса на управляющий электрод и моментом начала протекания тока проходит время, называемое временем включения тиристора;
- не существует ни двух, ни тем более шести тиристоров, у которых эти 2 параметра точно совпадают;
- при появлении в сети мощной помехи могут происходить сбои в синхронизации тактового генератора.

Как показывают элементарные расчёты, в случае, описанном в [1], уровень постоянной составляющей тока по фазам при $U=0.4$ кВ составил не более 2% номинального для двигателя и менее 1% номинального для трансформатора. При всей кажущейся незначительности относительных величин, результаты не врут. Дешевле добавить в схему один контактор, чем ремонтировать двигатель, менять

трансформатор мощностью в сотни и тысячи кВА и терпеть убытки от простоя оборудования.

Пусконаладочное параметрирование УПП. Как уже было отмечено ранее, простейшее УПП в настройке ненамного сложнее, чем тепловое реле защиты двигателя. Ниже приведены ориентировочные настройки УПП для различных механизмов.

Табл. 2 Параметры настройки систем плавного пуска при использовании функции ограничения тока

| Вид нагрузки | Время процесса старта (сек.) | Время процесса останова (сек.) | Нач. напряжение U_{lim} | Огранич. тока ($\times I_n$) |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Поворотный механизм | 10 | 0 | 30 % | 3 |
| Центр. вентилятор | 10 | 0 | 30 % | 4 |
| Центробежный насос | 10 | 20 | 30 % | 3,5 |
| Центрифуга | 10 | 0 | 40 % | 4,5 |
| Ленточный конвейер | 10 | 0 ¹⁾ | 40 % | 4 |
| Дробилка | 10 | 0 | 60 % | 5 |
| Эскалатор | 10 | 0 | 30 % | 3,5 |
| Тепловой насос | 10 | 20 | 30 % | 3,5 |
| Гидронасос | 10 | 0 | 30 % | 3,5 |
| Подъемники | 10 | 10 | 60 % | 4 |
| Мельница | 10 | 0 | 60 % | 5 |
| Поршн. компрессор | 10 | 0 | 30 % | 4 |
| Вращ. конвертер | 10 | 0 | 30 % | 3 |
| Скрепер | 10 | 10 | 40 % | 4,5 |
| Турбинный компрессор | 10 | 0 | 40 % | 4 |
| Шнековый конвейер | 10 | 10 | 40 % | 4 |
| Смеситель, миксер | 10 | 0 | 60 % | 5 |
| Ненагруженный мотор | 10 | 0 | 30 % | 2,5 |

1) При работе с хрупкими материалами, задавайте равным 10 секундам.

В таблице не учтена возможность включения функции BOOST.

Литература

1. Петухов В.С., Соколов В.А. Повреждения трансформаторов и электродвигателей. Причина - в системе плавного пуска // *Новости ЭлектроТехники*. - 2005. - № 2(32).
2. Соркин М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы // *Новости ЭлектроТехники*. - 2005. - № 2(32).
3. Schneider Electric. Устройства плавного пуска и торможения Altistart 48. Каталог 2002. ART. 011237RU.
4. ABB. Системы плавного пуска. Учебное пособие. Февраль 2003.
5. Siemens. SIRIUS 3RW. Устройства плавного пуска. Презентация. Февраль 2005.
6. Ключев В. И., Терехов В. М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. М., Энергия, 1980. - 360 с., ил.
7. Лотоцкий К. В. Электрические машины и основы электропривода. М., Колос, 1964. - 495 с., ил.

Крутящий момент мотора будет уменьшаться пропорционально квадрату напряжения и, если начальное напряжение задано слишком малым, например 20 %, стартовый крутящий момент будет равен только $0.2^2 = 0.04 = 4 \%$, и мотор не начнет вращаться в самом начале процесса включения.

Поэтому очень важно находить такой уровень, при котором мотор начнет сразу работать, чтобы избежать ненужного перегрева. При завышенном начальном уровне пусковой ток и момент будут слишком мало отличаться от значений при прямом пуске.

Время включения не должно быть слишком большим, поскольку это приведет только к ненужному перегреву мотора и срабатыванию защитного реле. Если мотор не нагружен, время пуска мотора окажется меньше заданного, а если мотор сильно нагружен, то больше.

ВЫВОДЫ

Тиристорный УПП, если мы жёстко завязаны на имеющийся асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, не дающий возможности переключать обмотки со звезды на треугольник на ходу, является самым массовым устройством для решения многих проблем, возникающих при прямом пуске.

При выборе решений по плавному пуску и торможению в механизмах, приводимых двигателями мощностью от десятков кВт и выше, необходимо стартовать от следующего:

- ▶ УПП должно иметь 3-фазное регулирование;
- ▶ При подключении к одному или параллельно соединённым нескольким двигателям, запускаемым синхронно, БК обязателен;
- ▶ При многодвигательном приводе на общую механическую нагрузку с отдельным пуском каждого двигателя (например, насосные станции) разумно использовать каскадный последовательный запуск/торможение;
- ▶ Имеющиеся механические охлостители нагрузки (например, байпасные трубопроводы в насосах и компрессорах) целесообразно оставить.

Наталья Жилкина

ИБП В ПРОМЫШЛЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Офисное оборудование - наиболее массовая область применения источников бесперебойного питания. Эксплуатация ИБП в специфических промышленных условиях требует нестандартного подхода к проектированию таких решений.

Количество факторов, влияющих на функционирование современных энергетических систем, увеличивается. Глобальные энергосистемы становятся сложнее, аварии на них масштабнее и неотвратимее, а последствия все более грандиозными. К сожалению, приходится признать, что энергетический фундамент современных информационных технологий, проникающих во все сферы жизнедеятельности общества, не столь уж прочен.

Для того чтобы перебои в энергоснабжении не изменяли нормального течения жизни, разработано множество продуктов и технологических решений. Системы бесперебойного питания давно уже стали неотъемлемым компонентом средств защиты компьютерного оборудования. Внедрение электронных систем управления в промышленности и приложений для контроля за протекающими процессами открыло новые области их применения. Спектр таких приложений довольно широк – от распределенного управления на базе логических программируемых контроллеров до полностью распределенных систем управления, предназначенных в первую очередь для повышения эффе-

ктивности процессов обработки информации. Часто они оказываются более требовательными к обеспечению параметров надежности, нежели системы обработки данных для офисных нужд. В отличие от ИБП массового спроса, используемых в коммерческих приложениях, системы промышленного класса остаются проектируемыми решениями ограниченного применения. В данной статье рассматривается специфика защиты промышленного оборудования с помощью систем бесперебойного питания, причем в силу данной специализации они даже выделены в отдельный класс - промышленные ИБП. По причине нестандартных условий эксплуатации их чаще всего изготавливают на заказ, в виде комплексного решения, в целях соблюдения целого ряда предъявляемых требований. В соответствующей профессиональной литературе эта категория оборудования именуется каждым производителем по-своему: Industrial Products (термин, используемый компанией Poweware), Custom Made Systems (терминология Liebert-Hiross), Engineer-to-Order (терминология Gutor, подразделения APC), Industrial UPS (Chloride), Industrial Solutions (MDE UPS Systems).

КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

По данным агентства Frost&Sullivan, объем продаж источников бесперебойного питания с двойным преобразованием растет ежегодно в среднем на 12%, при этом восемь



из 10 производимых систем бесперебойного питания спроектированы для массового использования в сфере информационных технологий. Чем же отличаются системы промышленного назначения от ИБП офисного типа? В целом можно выделить три области применения тех и других.

Защита электронной обработки данных. Информационные технологии породили массовый рынок ИБП, с которыми стал ассоциироваться термин коммерческие ИБП, поскольку вместе с компьютерным оборудованием, как правило, приобретаются и источники бесперебойного питания. Типичные области применения таких систем в сфере информационных технологий – центры обработки данных, банки, страховые компании. Нарушения в системе подачи переменного тока могут негативным образом повлиять на процесс обработки данных и работу систем связи. Однако они не создают существенных рисков для жизни людей или их собственности.

Защита общих производственных процессов. Используемые в данном сегменте источники бесперебойного питания относят к промежуточному классу легких промышленных систем. Они предназначены для защиты процессов, не приводящих к необратимым тяжелым последствиям даже в случае длительного пропадания входного тока. Нарушения в работе электроснабжения этих объектов способны привести к потере не только выпускаемой продукции, но и времени для повторного пуска производственной линии. Типичные примеры областей применения – фармакологическая и пищевая отрасли.

Защита критических процессов. ИБП, предназначенные для этой цели, традиционно называются промышленными ИБП, при этом сфера их применения не ограничивается защитой систем автоматического управления на про-

мышленных предприятиях. Наглядный пример критических приложений – нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие комплексы, электростанции и транспорт, где последствия нарушения в системе электроснабжения настолько велики, что к оборудованию, предназначенному для защиты многочисленных узлов, предъявляются гораздо более строгие требования, нежели к коммерческим ИБП.

ОТРАСЛЕВАЯ СПЕЦИФИКА

В силу существенных различий в условиях эксплуатации и требованиях к ИБП на транспорте, в нефтехимической отрасли, на энергетических объектах (атомных станциях, гидроэлектростанциях, тепловых электростанциях) каждый проект, в котором задействуются подобные системы, уникален. Оборудование должно работать в агрессивных промышленных средах с повышенным уровнем вибрации и запыленности, в расширенном диапазоне температуры и влажности, в окружении сильных электромагнитных полей. Так, например, системы бесперебойного питания, установленные на ректификационных колоннах, где осуществляется процесс сепарации нефти на более легкие фракции, должны иметь довольно высокую мощность, поскольку, как правило, защищают не только системы контроля и автоматики, но также осуществляют автономное питание различных исполнительных механизмов (старт работы какого-либо двигателя при закрытии определенного клапана). На нефтедобывающих платформах, функционирующих в открытом море, присутствуют сразу несколько неблагоприятных факторов: влага, соль, расширенный температурный диапазон, неустойчивость самой платформы. Мощность промышленной критической нагрузки, которую защищает система бесперебойного питания, иногда не столь велика, но вот риск, связанный с ее потерей, может оказаться огромным. Любой сбой автоматики на нефтезаводе в пределах города способен привести к катастрофе национального масштаба.

На предприятиях энергетического комплекса довольно часто встречается нестандартное напряжение 220 В постоянного тока. С учетом такой практики было построено большинство электростанций и все понижающие подстанции в Советском Союзе. Автоматика и технологический цикл любой электростанции должны работать независимо от станции в целом. На данных объектах, как правило, предусмотрены цеха аккумуляторных батарей, где устанавливаются линейки по 110 ячеек с напряжением 2 В. Для их профилактики и обслуживания создают специальные подразделения. К оборудованию электростанций предъявляются достаточно высокие требования по виброустойчивости, предписывающие тщательное закрепление всех внутренних деталей ИБП (особенно трансформатора). На таких объектах ИБП функционируют в условиях повышенных температур.

Особенность железнодорожного транспорта и метрополитена – высокая степень вибраций и большое разнообразие специфических видов напряжения. Например, тяговое



напряжение может достигать 650 В. Известны случаи применения однофазных систем с напряжением более 5 кВ. С помощью ИБП защищаются различные сигнальные огни, электрические стрелки и т. д. Еще одна отличительная особенность условий эксплуатации оборудования в этой отрасли? нестандартные частоты. К вращающему двигателю локомотива подключается генератор, который вырабатывает электроэнергию с частотой до 400 Гц.

ПО ФАБРИКАМ ДЫМНЫМ

К сроку службы промышленных ИБП предъявляются повышенные требования – 15–25 лет, в то время как офисные ИБП работают без замены запчастей от пяти до семи лет. Кроме того, промышленные системы должны быть оснащены средствами предупреждения о необходимости замены компонентов, чтобы гарантированное время наработки на отказ превышало срок службы этих систем. К температурным условиям наиболее чувствительны батареи, но продолжительность работы других составных частей ИБП может оказаться короче предусмотренной из-за эксплуатации в неподходящих условиях. Это касается, в частности, конденсаторов, применяемых в пассивных LC-фильтрах. Поэтому в промышленных ИБП используются специальные высокотемпературные конденсаторы. Коммерческие ИБП устанавливаются в помещении с температурой 25-35°C, где должны соблюдаться строгие требования к содержанию пыли в воздухе. Столь же жесткие условия предъявляются и к влажности.

Как уже отмечалось, наиболее чувствительны к температурному режиму аккумуляторные батареи: повышение температуры на 100°C сокращает срок их службы вдвое, поскольку во время нагрева все химические процессы протекают более интенсивно. Для оптимизации их срока службы и характеристик при подзарядке необходимо соблюдать режим температурной компенсации, т. е. обеспечить корректировку зарядного напряжения

на элемент в соответствии с рекомендациями для каждого типа батарей.

Примером химически агрессивной среды могут служить станции по производству геотермальной энергии. Выделяемый в качестве побочного продукта газообразный диоксид серы при соединении с влажным воздухом образует пары серной кислоты. В таких средах для защиты самого источника применяют эпоксидное покрытие или медную шину с никелевым покрытием, а также антикоррозийные разъемы и специальные внешние корпуса, устойчивые к воздействию кислоты. Для поддержания работоспособности ИБП в его корпус под давлением нагнетается охлажденный очищенный воздух, который затем отводится, как правило, через верхнюю часть корпуса.

Эксплуатация ИБП в условиях вибрации или сейсмической неустойчивости предполагает усиление плотности разъемов. Процедура монтажа ИБП предусматривает проверку коммутации всех кабелей и шлейфов, поскольку при перевозке возможна потеря контакта. На некоторых предприятиях предъявляются повышенные требования к прочности корпуса оборудования. Из-за деформации корпуса внутренней стенка может касаться клемм трансформатора и замыкать их. При изготовлении корпусов без использования жесткой рамы применяют внутреннюю изоляцию, однако во время тяжелых работ такие устройства нельзя кантовать. Для повышения устойчивости к сейсмическим колебаниям электроустановки фиксируют с помощью консольных креплений.

Индустриальным системам бесперебойного питания приходится работать в неблагоприятных условиях сильных электромагнитных полей. На заводе, металлургическом комбинате, буровой шахте постоянно включаются и выключаются мощные агрегаты. Возникающие в результате электромагнитные импульсы создают помехи на входе источника бесперебойного питания. Всплески напряжения и высокий уровень искажений переменного тока, подаваемого на вход вы-

МФК ТЕХЭНЕРГО И TESYS U - ПЕРВЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПУСКАТЕЛЬ

TeSys U- это первый интеллектуальный пускатель на рынке. В дополнение к своей основной функции- пуску и управлению двигательными нагрузками - он предоставляет пользователю множество других возможностей. При этом не произошло увеличения размеров пускателя. По сравнению с традиционным решением на основе контактора и автомата защиты электродвигателя, а монтаж и эксплуатация стали еще проще.

Основой нового пускателя служат два элемента - силовой блок и блок управления.

Соединенные вместе, они и образуют пускатель TeSys U (торговая марка Telemecanique), выполняющий функции разъединения, защиты от короткого замыкания, электронной защиты от перегрузок и, конечно же, коммутации. При необходимости пускатель может быть дополнен модулями, расширяющими его возможности. Функциональные модули, модули связи, дополнительные контакты могут быть присоединены к пускателю без увеличения его габаритов. Реверсивный пускатель, который может быть заказан как готовое изделие в сборе, также может быть собран пользователем самостоятельно путем присоединения реверсивного модуля. Удивительно, при этом ширина реверсивного пускателя серии TeSys U и мощностью до 15 кВт составляет всего 45мм!

Силовой блок

Силовые блоки предлагаются двух исполнений: на токи до 12А и до 32А и выбираются в зависимости от мощности двигателя. Блоки управления представлены тремя вариантами: стандартным, расширенным и многофункциональным. Они выбираются в зависимости от мощности двигателя, а также от того, какие из функций защиты, управления, диагностики и визуализации параметров должны быть реализованы в данном пускателе.





Блок управления

Наиболее экономичным решением является пускатель, состоящий из силового блока и стандартного блока управления, обеспечивающий основные функции управления и защиты трехфазных двигателей. Расширенный блок управления обеспечивает возможность управления однофазной или трехфазной нагрузками, обеспечивая класс расцепления 10 или 20, и может быть дополнен любыми функциональными модулями или модулями связи. Для реализации таких функций, как мониторинг основных параметров, их удаленная установка, особые режимы работы (работа ненагруженного двигателя или режим затянутого пуска), предлагается многофункциональный блок управления, имеющий собственный экран, с помощью которого в режиме реального времени могут отображаться установленные значения для срабатывания защит, текущие параметры (ток, тепловое состояние), список произошедших срабатываний, продолжительность эксплуатации и т.д. Изменение параметров возможно как с клавиатуры экраны, так и удаленно.

Функциональные модули

Среди функциональных модулей следует отметить модуль аналоговой индикации нагрузки электродвигателя и модули сигнализации срабатывания защита в случае аварийного события с возможностью осуществлять сброс в ручном режиме, удаленно или автоматически. Модули связи AS-I и Modbus, коммуникационные шлюзы Profibus DP, Fipio, DeviceNet обеспечивают легкую интеграцию пускателей TeSys U в различные системы автоматизации. Модульность конструкции является отличительной чертой пускателей серии TeSys U. Благодаря этому качеству, они могут быть легко и быстро адаптированы в соответствии с требованиями того или иного применения даже после монтажа и установки. При сборке пускателя или установки дополнительных модулей нет необходимости в со-



прямителя и зарядного устройства промышленных ИБП, а также на вход статического байпаса, ведут к появлению ощутимых электромагнитных и радиочастотных помех, которые могут спровоцировать неадекватное срабатывание автоматических переключателей из-за увеличения температуры их внутренних компонентов и следующего за этим нарушения работы цепей синхронизации.

В типовом центре обработки данных внешняя среда, как правило, хорошо защищена от таких помех. В соответствии с рекомендациями IEEE, в таких помещениях предусматривается установка специальных молниеотводов, а схема распределения электроэнергии обычно защищает ИБП от влияния входных электромагнитных и радиочастотных помех, создаваемых на фидерах. В отличие от центров обработки данных, где использование изолирующего трансформатора с фидерами носит рекомендательный характер, в зданиях промышленных предприятий его применение обязательно.

Довольно часто промышленные ИБП подключаются к общей шине, на которую подается питание от фидера, получающего напряжение непосредственно с распределительной подстанции или электростанции. К ней же подключается и другая нагрузка, имеющая нелинейный характер и способная вызвать гармонические искажения, например механическая нагрузка с регуляторами скорости вращения приводов. В зависимости от электромагнитной среды, в которой предполагается установка ИБП, иногда имеет смысл на входе выпрямителя использовать дополнительный изолирующий трансформатор. К тому же, в отличие от коммерческих систем средней мощности, батареи которых обычно устанавливаются внутри корпуса ИБП, конструктивное исполнение промышленных систем, которым нужно обеспечивать высокий уровень выходной мощности, предусматривает внешнюю схему подключения батарей и использование зарядного уст-

ройства. Эта особенность также диктует необходимость применения изолирующего трансформатора на входе выпрямителя ИБП.

Во второй половине 1990-х гг. в Европе наблюдался всплеск интереса к ИБП, реализованным в соответствии с альтернативными принципами, ? так называемым мотор-генераторам и кинетическим батареям с использованием маховика. Такое решение эффективно только при больших мощностях ? от нескольких сот киловатт?ампер. Модельный ряд меньшей мощности не выпускается. Известны гибридные схемы, когда в ИБП офисного назначения, вместо электрохимических аккумуляторов, используют кинетические батареи. Основная задача подобных систем ? обеспечить выходную мощность до 70% от номинала в течение примерно 20 с. Этого вполне достаточно, чтобы запустить дизель-генераторную станцию в режиме ?холодного старта?. Вполне приемлемое решение, если ДГУ запускается нечасто. Недостатком устройств является повышенный уровень вибраций. В ряде случаев их эксплуатация обходится дешевле, поскольку не требует поддержания специального микроклимата. Кроме того, мотор-генераторы обеспечивают механическую развязку, а попадание молнии не приводит к проблемам в нагрузке. Мотор-генераторы нашли широкое применение на промышленных предприятиях восточного побережья США, где часто свирепствуют грозы и ураганы.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТАНДАРТЫ

Для определения параметров внешних воздействий, которым могут подвергаться электроустановки, разработан ряд международных и национальных стандартов. Стандарт МЭК 60364-3 устанавливает требования для следующих типов внешних воздействий: проникновение воды и посторонних твердых тел, механические удары и вибрации, наличие химически агрессивных компонентов. Интенсивность воздействий зависит от условий эксплуатации электроустанов-

ки. Например, уровень влагозащищенности определяется восемью степенями: первая из них специфицирует защиту от вертикально падающих капель, а восьмая — защиту от проникновения жидкости при постоянном погружении, т. е. подводное исполнение.

Международный стандарт МЭК 529, европейский EN 60529, французский NF C 20-010, немецкие DIN 40050 и DIN-VDE 0470 сходным образом определяют код IP, где специфицируются степени защиты корпуса электроустановки от поражения током, проникновения твердых тел и жидкостей. Данные стандарты не устанавливают степени защиты от взрывов и такие условия, как влажность, коррозионные испарения, появление плесени и паразитов. Код IP состоит из двух цифр. Первая цифра нормирует защиту от проникновения твердых тел, во время как вторая — защиту от проникновения жидкостей, обеспечиваемую кожухом, к ним может добавляться буква, если реальная степень защиты выше, чем указанная первой цифрой.

Рабочая среда индустриального оборудования, как правило, агрессивна. Большинство установленных на промышленных объектах ИБП (особенно на электростанциях, вблизи бойлерных) функционирует при повышенной (более 300С) температуре окружающей среды, увеличенном содержании в воздухе пыли или испарений химически активных соединений. В общем случае рабочий температурный диапазон таких ИБП составляет 15?550С, они проектируются с учетом специфики конкретного производства.

Повышенное содержание пыли в окружающей среде, помимо прочего, создает угрозу возгорания. Промышленные ИБП часто снабжают автоматическими средствами тушения пожаров. Сопровождающая стекольное производство мелкодисперсная пыль действует как абразив, из-за чего происходит быстрый износ лопастей вентиляторов и подшипников. Чтобы ИБП на таком предприятии не вышел из строя до начала регламентных работ, его оборудуют резервными компонентами.

ПРОСТОТА И НАДЕЖНОСТЬ

В промышленных решениях основное внимание уделяется надежности и функциональным свойствам самого ИБП, и в меньшей степени, по сравнению с обычными коммерческими системами, уровню шума, габаритам, весу, дизайну. Все компоненты устройств, используемых на критическом производстве, как правило, разрабатываются с запасом прочности, чтобы источник обеспечивал время наработки на отказ свыше 100 тыс. ч при работе в индустриальной среде. Промышленные системы рассчитаны на срок эксплуатации не менее 10-15 лет в нефтехимической отрасли и 15-30 лет на предприятиях энергетического комплекса. Приобретая их, пользователь получает план с указанием сроков замены компонентов, например охлаждающих вентиляторов и конденсаторов.

Ввиду быстрой смены технологий ИТ долголетие типичного центра обработки данных исчисляется пятью-семью годами. Примерно за тот же срок устаревают и компоненты

коммерческих ИБП. Что же касается ответственных приложений, то поставщики обязаны обеспечить их долгосрочную поддержку и решение всех технических проблем. Безусловно, стоимость этих систем намного выше стоимости систем массового спроса. Однако при правильной эксплуатации, неукоснительном соблюдении режима профилактики, своевременной замене изношенных компонентов совокупные затраты владения промышленными решениями оказываются намного ниже стоимости коммерческих систем.

ИБП офисного назначения (используемые в банках и центрах обработки данных) для повышения надежности обычно комплектуют 6- и 12-импульсными выпрямителями. Последний намного сложнее и дороже, в нем задействовано больше плат управления. В ИБП промышленного исполнения часто идут по пути упрощенных решений, устанавливая даже трехимпульсный выпрямитель, несмотря на более низкий КПД.



Серийно выпускаемое оборудование с широким перечнем разнообразных опций по ряду параметров удовлетворяет промышленным требованиям. Для эффективного функционирования в сложных условиях промышленной среды источник массового назначения оснащается дополнительными опциями ? высокочастотными фильтрами и входными изолирующими трансформаторами как внешнего, так и внутреннего исполнения. Защищая ИБП от внешних электромагнитных воздействий и выполняя функцию гальванической развязки по входу и выходу, такой трансформатор решает дополнительную проблему подавления пульсаций от самого инвертора.

Принцип простоты ради повышения надежности реализуется и в схемах управления самого источника бесперебойного питания. В начале 90-х гг. во всем мире производители различного оборудования стали внедрять более дорогую технологию микропроцессорного управления. Во избежание ошибок и сбоев для особо критичных приложений требуется дублировать схемы управления и устанавливать дополнительные процессоры. Один из возможных путей (по нему и пошли разработчики) гибридное использование микропроцессорного управления наряду с аналоговым.

Если при отказе микропроцессора выходит из строя вся система, это приводит не только к потере выходного напряжения, но и к невозможности переключения статическим переключателем нагрузки на байпас. В некоторых случаях выпрямители и инверторы и сами ИБП создаются при минимальном использовании микропроцессоров, благодаря чему достигается высокий показатель надежности.

В промышленных ИБП потенциальные точки общего отказа тщательно продумываются и по возможности устраняются. В хорошо спроектированных системах, управляемых микропроцессором, как внутренние, так и внешние контролируемые цепи постоянно следят за его работой. При обнаружении ошибки критическая нагрузка немедленно переводится на байпас. Ручное переключение на байпас критической нагрузки дает обслуживающему персоналу возможность заняться обслуживанием ИБП. В коммерческих ИБП функция ручного переключения обычно реализуется путем разрыва цепи и в значительной степени зависит от работоспособности статического переключателя. Промышленные ИБП основаны на ином принципе перехода на байпас ? без разрыва цепи с помощью барабанного переключателя. В некоторых промышленных ИБП ручное переключение на байпас имеет дополнительные переключающие контакты, которые изолируют статический переключатель от байпаса и инвертора в целях упрощения обслуживания.

Для офисных ИБП достаточно выполнить типовой тест и проводить полное тестирование обычно не требуется. Промышленные системы должны быть сертифицированы в соответствии с требованиями NEMA PE-1, NEMA PE-5, IEE-944, IEC-146.

Основные отличительные особенности ИБП промышленного назначения в сравнении с ИБП офисного назначения представлены в Таблице 1.

АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

Требования, предъявляемые к батареям ИБП офисного и промышленного типа, различны. В общем случае при использовании коммерческих ИБП предусматривается применение батареи свинцово-кислотных герметичных необслуживаемых аккумуляторов с клапанным регулированием для обеспечения автономной работы в течение 10-30 мин. Из-за того, что батареи ИБП коммерческого класса поддерживают не столь длительное время автономной работы, как промышленные ИБП, мощность зарядного устройства не имеет решающего значения. Зарядные устройства для ИБП коммерческого типа обычно рассчитаны на перезарядку свинцово-кислотной батареи до уровня емкости 95%, причем сама подзарядка длится 8-10 ч, а батарея может держать нагрузку в течение 10-30 мин.

В промышленных системах, наоборот, мощность зарядного устройства должна быть гораздо больше, поскольку режим автономной работы иногда рассчитан на продолжительность от часа и более. При выборе ИБП необходимо убедиться, что конкретная система имеет зарядное устройство с достаточным запасом по току заряда батарей. Особенно это важно для таких отраслей, как производство электроэнергии (атомные станции), где используются батареи ИБП с временем автономной работы 4-8 ч.

Среди герметичных аккумуляторов наиболее широкий рабочий диапазон температур при эксплуатации и хранения выдерживают аккумуляторные батареи с гелевым электролитом, к тому же в силу особенностей технологии они менее чувствительны к глубокому разряду, благодаря чему обеспечивается более долгий срок хранения без подзаряда. У аккумуляторных батарей, изготовленных по технологии AGM, лучшее соотношение цена/качество при обеспечении небольшого времени автономной работы, однако они быстрее, чем гелевые, отдают мощность и хуже переносят перегрев и длительное хранение. На производстве бывает очень трудно отвести тепло, особенно от батарейных блоков, поэтому регламентные работы с батарейными шкафом приходится выполнять гораздо чаще, чем в офисах, либо выделять для них специальные помещения на удалении от нагрузки.

Свинцово-кислотные батареи коммерческих ИБП обычно разряжаются до более глубокого уровня. Допустимая величина их разряда составляет 90% при конечном напряжении 1,65 В на ячейку. Уровень глубокого разряда батарей в промышленных системах составляет 60-80% при напряжении 1,75 В на ячейку. Надо иметь в виду, что глубокий разряд снижает срок эксплуатации батарей. Это утверждение справедливо прежде всего в отношении свинцово-кислотных батарей, выполненных по технологии AGM, и в меньшей степени ? гелевых. В промышленности помимо герметизированных батарей применяются батареи с жид-

ким электролитом. Среди преимуществ аккумуляторов данного типа по сравнению с герметичными стоит отметить самую высокую температурную стабильность, наименьшую восприимчивость к глубоким разрядам, высокую отдаваемую мощность, большой срок службы.

Однако имеются два существенных недостатка: необходимость периодического обслуживания (контроля уровня электролита и долива воды) и помещения с принудительной вентиляцией, так как смесь водорода и кислорода, выделяемого в процессе эксплуатации, является взрывоопасной.

ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЙ

В последние годы в России реализовано не так много проектов, где бы на промышленных предприятиях применялись специализированные решения. Как правило, ответственные исполнители прибегают к адаптации серийного оборудования к нуждам заказчика.

В западной практике известно множество выполненных проектов заказных систем на промышленных предприятиях. Так, оборудование компании Chloride в настоящее время успешно функционирует на шотландских железных дорогах, в тоннеле под Ла-Маншем, на нефтедобывающих платформах в море, маслоделных Великобритании, в Лондонском метрополитене и на множестве других объектов.

Специалисты российской компании NeuHaus выполнили нестандартный проект на Тобольском нефтехимическом комбинате, где был установлен ИБП с двойным преобразованием мощностью 60 кВА с трехфазным входом и однофазным выходом на 110 В.

Ряд проектов в индустриальном секторе России выполнен на основе систем бесперебойного питания компании MGE UPS Systems специалистами компании Катарсис. Один из таких проектов был реализован на заводе пивоваренной компании Балтика в г. Тула. Система из трех параллельных ИБП Galaxy PW 200 кВА с внешним байпасом и системой мониторинга батарей (с возможностью контроля каждой ячейки) обеспечивает защиту технологического оборудования и системы управления технологическими процессами. В настоящий момент оборудование MGE UPS Systems проходит тестирование на виброустойчивость, электромагнитную совместимость и устойчивость к перегрузкам и высоковольтным коротким импульсам для использования в МПС на железных дорогах России.

Проблемы усиления надежности успешно решаются с помощью параллельных схем резервирования, одной из разновидностей которых являются модульные системы. На американском и европейском промышленном рынке используется решение компании APC – модульная система Symmetra MW, реализованная в рамках архитектуры InfrastruXure типа C. Каждая силовая стойка мощностью 200 кВт оснащена тремя модулями по 66,7 кВт. В одну систему входят до пяти силовых стоек общей мощностью 1000 кВт, система управления, батареи, блок мониторинга состояния среды. Оборудование поставляется с внутренней системой прецизионного кондиционирования NetworkAIR FM.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Независимо от того, какая технология построения инверторов будет выбрана, промышленные системы всегда более дороги, нежели коммерческие, поскольку в каждом конкретном случае устанавливаемый на производстве ИБП рассчитывается для уникальных условий эксплуатации. Как правило, промышленные ИБП – это заказные решения, и их стоимость выше стоимости массового оборудования, используемого в отрасли информационных технологий, хотя строятся эти решения чаще всего на базе ИБП или готовых компонентов для массового рынка.

Ведущие производители отрасли выпускают серийные устройства повышенной надежности, которые часто вполне пригодны для индустриального применения. Иногда они прибегают к адаптации устройств офисного применения для промышленных нужд путем улучшения требуемых характеристик.

В структуре ряда ведущих производителей отрасли имеются подразделения, ориентированные на проработку заказных решений для защиты объектов на промышленных предприятиях. Так, в состав компании APC входит бывшая швейцарская компания Gutor, а структурным подразделением Powerware Invensys является компания BORRI. Компания General Electric производит подобные решения для американского рынка. В перечне оборудования компании Liebert, входящей в состав Emerson Network Power, имеется большое разнообразие подавителей всплесков напряжения – фильтров, распределительных панелей.

В структуре компании Chloride есть специальное подразделение Chloride Industrial Systems с собственным заводом во французском городе Лион, на котором изготавливаются небольшими сериями основные типы промышленного оборудования – выпрямители и зарядные устройства, инверторы и аккумуляторные батареи.

При заказе оборудования MGE UPS Systems мощностью свыше 15 кВА проектировщик, используя широкий выбор стандартных опций, варьирует до нескольких десятков различных компонентов, выстраивая решение под конкретные потребности заказчика, который при желании может контролировать процесс производства и тестирования именно своей системы ИБП. Продукция поставляется на европейский (в том числе и российский) рынок с завода по выпуску индустриальных систем в Гренобле (Франция).

Среди российских производителей ИБП и компонентов выделяются несколько заводов – оренбургский Инвертор, курский Выпрямитель и саранский Конвертор.

За помощь в подготовке статьи автор выражает благодарность Сергею Ермакову, сертифицированному специалисту представительства компании Chloride в России.

По материалам журнала сетевых решений «LAN»

**Г.Ф. Быстрицкий,
МЭИ, профессор**

ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ В ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВЕ

В последние годы в России все более широкое применение находят полиэтиленовые трубы взамен металлическим, керамическим и т.п. Они применяются для газопроводов, водопроводов, труб канализации, для труб горячего водоснабжения и отопления.

Полиэтилен – синтетический полимер общей формулы $[-CH_2 - CH_2 -]_n$, это бесцветное полупрозрачное вещество; $t_{пл}$ в зависимости от способа получения 105 – 130°C. Оно сочетает высокую прочность при растяжении с эластичностью; имеет хорошие диэлектрические свойства; полиэтилен устойчив к действиям щелочей; соляной, плавиковой и органических кислот; разрушается хлором и фтором. При температуре выше 80°C растворяется в углеводородах, в т.ч. хлорированных; стоек к действию радиоактивных излучений; физиологически безвреден.

Полиэтилен – один из самых дешевых полимеров, занимающих первое место в мировом производстве термопластов.

Полиэтилен применяется для изготовления пленок, емкостей, труб для агрессивных жидкостей, изоляции проводов и кабелей и мн.др.

1. ГАЗОВЫЕ ТРУБЫ

В России один из крупнейших производителей полиэтиленовых газовых труб – Холдинг ВРОТРУБПЛАСТ, куда

входят завод АНД ГАЗТРУБПЛАСТ, заводы в Климовске и Чебоксарах.

Заводы выпускают газовые трубы:

- а)** трубы для газоснабжения из ПЭ-80 (диаметром от 20 до 400 мм) на рабочее давление 3 и 6 атм;
- б)** трубы для газоснабжения из ПЭ-100 (диаметром от 20 до 400 мм) на рабочее давление 6—12 атм;
- в)** соединительные детали: муфты и седловые отводы с закладными электронагревателями для сварки встык; переходы «сталь - полиэтилен»;
- г)** сварочное оборудование: для стыковой сварки труб и соединительных деталей для всех выпускаемых типоразмеров.

Преимущества полиэтиленовых газовых труб:

- ✗ служат значительно дольше стальных (гарантийный срок 50 лет);
- ✗ не подвержены коррозии, не требуют катодной защиты и поэтому почти не нуждаются в обслуживании;
- ✗ не боятся контактов с водой и стойки к большинству агрессивных сред;
- ✗ со временем пропускная способность полиэтиленовой трубы не снижается (внутренняя поверхность трубы практически не зарастает);
- ✗ полиэтиленовые трубы в 2 - 4 раза легче стальных, что существенно облегчает их транспортировку и монтаж;

✗ основная часть типоразмеров полиэтиленовых труб выпускается длинномерными отрезками, поэтому, например, на 1 км полиэтиленового газопровода диаметром 110 мм приходится всего два стыка, в то время как для стального – более 80 стыков;

✗ стыковая сварка полиэтиленовых труб полностью автоматизирована. Полиэтиленовый стык не требует дополнительных расходных материалов (изоляция, электродов), сводится к минимуму необходимость контроля качества стыков ультразвуковым методом.

Таблица 1 Газовые трубы из полиэтилена ПЭ-80 и ПЭ-100

| Тип | Диаметр | Толщина стенки, мм | Вес 1 п/м, кг | Максимальная длина в упаковке, м | Стандартная длина в упаковке, м | Габариты стандартной бухты (D наружный. - ширина), см |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------|---|
| ПЭ 80 | 90 | 5,2 | 1,40 | бухты 600 м | бухты 200 м | 280 - 60 |
| SDR 17,6 | 110 | 6,3 | 2,07 | бухты 380 м | бухты 380 м | 280 - 60 |
| (до 3 атм) | 125 | 7,1 | 2,66 | бухты 130 м | отрезки 13м | |
| | 160 | 9,1 | 4,34 | отрезки 13м | отрезки 13 м | |
| | 225 | 12,8 | 8,55 | отрезки 13м | отрезки 13 м | |
| | 315 ¹ | 17,9 | 16,7 | отрезки 13м | отрезки 13м | |
| | 400 ¹ | 22,7 | 26,9 | отрезки 13м | отрезки 13 м | |
| ПЭ80 | 20 | 3,0 | 0,162 | бухты 2000 м | бухты 250 м | 180-60 |
| SDR11 | 25 | 3,0 | 0,209 | бухты 2000 м | бухты 250 м | 180-60 |
| (до 6 атм) | 32 | 3,0 | 0,276 | бухты 2000 м | бухты 250 м | 180-30 |
| | 40 | 3,7 | 0,427 | бухты 1200 м | бухты 250 м | 210-60 |
| | 63 | 5,8 | 1,05 | бухты 1000 м | бухты 250 м | 210-60 |
| | 90 | 8,2 | 2,12 | бухты 600 м | бухты 200 м | 280 - 60 |
| | 110 | 10,0 | 3,14 | бухты 380 м | бухты 380 м | 295-135 |
| | 125 | 11,4 | 4,08 | бухты 300 м | отрезки 13м | |
| | 160 | 14,6 | 6,70 | бухты 65 м | отрезки 13м | 295-135 |
| | 225 | 20,5 | 13,2 | отрезки 13 м | отрезки 13м | 25,4 |
| | 280 ¹ | 25,4 | 20,3 | отрезки 13м | отрезки 13 м | 28,6 |
| | 315 ¹ | 28,6 | 25,7 | отрезки 13 м | отрезки 13 м | |
| | 400 ¹ | 36,3 | 41,4 | отрезки 13м | отрезки 13м | |
| ПЭ100 | 110 | 10,0 | 3,17 | бухты 380 м | бухты 380 м | 295-135 |
| SDR11 ² | 160 | 14,6 | 6,77 | бухты 75 м | отрезки 13м | 295-135 |
| | 180 | 16,4 | 8,43 | отрезки 13м | отрезки 13м | |
| | 225 | 20,5 | 13,34 | отрезки 13 м | отрезки 13 м | |
| | 315 ¹ | 28,6 | 25,7 | отрезки 13м | отрезки 13м | |
| | 400 ¹ | 36,3 | 41,4 | отрезки 13 м | отрезки 13 м | |
| ПЭ100 | 110 | 12,3 | 3,78 | бухты 380 м | бухты 380 м | 295-135 |
| SDR9 ³ | 160 | 17,9 | 7,97 | бухты 65 м | отрезки 13 м | 295-135 |
| | 180 | 20,1 | 10,1 | .отрезки 13 м | отрезки 13м | |
| | 225 | 25,2 | 15,8 | отрезки 13м | отрезки 13 м | |

Примечания:

1 По ТУ 2248-018-40270293-2002 «Трубы из полиэтилена ПЭ-80 и ПЭ-100 для газопроводов больших диаметров»

2 Для внутрипоселковых газопроводов с давлением до 6 атм и коэффициентом запаса прочности «2,8», а также для межпоселковых газопроводов с давлением до 10 атм и коэффициентом запаса прочности «2» по ТУ 2248-017-40270293-2002 «Трубы из полиэтилена ПЭ-100 для газопроводов давлением свыше 6 атм»

3 Для экспериментальных межпоселковых газопроводов с давлением до 12 атм и коэффициентом запаса прочности «2» по ТУ 2248-017-40270293-2002 «Трубы из полиэтилена ПЭ-100 для газопроводов давлением свыше 6 атм»

2. ТРУБЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

Холдинг - ЕВРОТРУБПЛАСТ выпускает трубы:

- а) напорные трубы для холодного водоснабжения диаметром от 16 мм до 630 мм из полиэтилена низкого давления ПЭ63 на давление 6, 10 атм;
- б) напорные трубы для холодного водоснабжения из полиэтилена высокой плотности ПЭ-80, ПЭ-100 диаметр до 1200 мм, на давление до 16 атм;
- в) полиэтиленовые трубы для канализации диаметром от 325 мм до 1200 мм;
- г) фитинги для электродиффузионной сварки диаметром от 25 мм до 630 мм;

д) сварные полиэтиленовые сегментные отводы и тройники диаметром от 90 мм до 1200 мм;

е) компрессионные фитинги фирмы PLASSIM (Израиль) на давление до 16 атм. для трубопроводов диаметром до 110 мм для монтажа.

Преимущества полиэтиленовых труб:

- ✗ высокая износостойкость (гарантийный срок службы — 50 лет);
- ✗ отсутствие всех видов коррозии;
- ✗ низкое микробальное обрастание;
- ✗ нетоксичность — отсутствие воздействия на вкусовые качества и запах воды;

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

- ✗ гидродинамическая пропускная способность полиэтиленовой трубы не ухудшается со временем (практически отсутствует механическое зарастание трубы из-за низкой шероховатости поверхности);
- ✗ высокая надежность при механических перегрузках вследствие таких свойств ПЭ, как вязкость и упругость одновременно;
- ✗ хорошие теплоизоляционные свойства;
- ✗ полиэтиленовые трубы в 2 - 4 раза легче стальных, что существенно облегчает их транспортировку и монтаж;
- ✗ выпускаются отрезками до 13 м и бухтами длиной до 400 м;
- ✗ стыковая сварка полиэтиленовых труб полностью автоматизирована, дешева, проста и не требует дополнительных расходных материалов.

Таблица 2 Водонапорные трубы из полиэтилена для питьевого водоснабжения, ГОСТ 18599-2001, ТУ 2248-016-40270293-2002

| Давление | Диаметр, мм | Толщина стенки, мм | Вес 1 п/м, кг | | Стандартная длина в упаковке, м |
|--------------|-------------|--------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------|
| | | | ПЭ 63 | | |
| 6 атм. | 25 | 2,0 | 1 1 | 0,151 | Бухты 100, 200м |
| | 32 | 2,0 | 0,197 | | Бухты 100, 200 м |
| | 40 | 2,3 | 0,286 | | Бухты 100, 200 м |
| | 50 | 2,9 | 0,443 | | Бухты 100, 200 м |
| | 63 | 3,6 | 0,691 | | Бухты 100, 200 м |
| | 90 | 5,1 | 1,420 | | Бухты 100 м |
| | 110 | 6,3 | 2,090 | | Бухты 200 м, 400 м / отрезки до 12 м |
| 10 атм. | 160 | 9,1 | 4,410 | | Отрезки до 12 м |
| | 16 | 2,0 | 0,092 | | Бухты 100, 200 м |
| | 20 | 2,0 | 0,118 | | Бухты 100, 200 м |
| | 25 | 2,3 | 0,172 | | Бухты 100, 200 м |
| | 32 | 3,0 | 0,280 | | Бухты 100, 200 м |
| | 40 | 3,7 | 0,432 | | Бухты 100, 200 м |
| | 50 | 4,6 | 0,669 | | Бухты 100, 200 м |
| | | 5,8 | 1,060 | | Бухты 100, 200 м |
| | 90 | 8,2 | 2,150 | | Бухты 100 м |
| | 110 | 10,0 | 3,200 | | Бухты 200 м, 400 м / отрезки до 12 м |
| 160 | 14,6 | 6,790 | | Отрезки до 12 м | |
| ПЭ 80 | | | | | |
| 6 атм. | 110 | 5,3 | 1,780 | | Бухты 200 м, 400 м / отрезки до 12 м |
| | 160 | 7,7 | 3,770 | | Отрезки до 12 м |
| | 225 | 10,8 | 7,450 | | Отрезки до 12 м |
| | 315 | 15,0 | 14,500 | | Отрезки до 12 м |
| | 400 | 19,1 | 23,400 | | Отрезки до 12 м |
| | 500 | 23,9 | 36,500 | | Отрезки до 12 м |
| | 630 | 30,0 | 57,800 | | Отрезки до 12 м |
| | 710 | 33,9 | 73,600 | | Отрезки до 12 м |
| | 800 | 38,1 | 93,300 | | Отрезки до 12 м |
| | 900 | 42,9 | 118,100 | | Отрезки до 12 м |
| | 1000 | 47,7 | 145,900 | | Отрезки до 12 м |
| | 1200 | 57,2 | 209,800 | | Отрезки до 12 м |
| | 10 атм. | 25 | 2,0 | 0,151 | |
| 32 | | 2,4 | 0,233 | | Бухты, 100, 200 м |
| 40 | | 3,0 | 0,358 | | Бухты 100, 200 м |
| 50 | | 3,7 | 0,552 | | Бухты 100, 200 м |
| 63 | | 4,7 | 0,885 | | Бухты 100, 200 м |
| 90 | | 6,7 | 1,800 | | Бухты 100 м |
| 110 | | 8,1 | 2,660 | | Бухты 200 м, 400 м / отрезки до 12 м |
| 160 | | 11,8 | 5,610 | | Отрезки до 12 м |
| 225 | | 16,6 | 11,100 | | Отрезки до 12 м |
| 315 | | 23,2 | 21,700 | | Отрезки до 12 м |
| 400 | | 29,4 | 34,900 | | Отрезки до 12 м |
| 500 | | 36,8 | 54,700 | | Отрезки до 12 м |
| 630 | | 46,3 | 86,600 | | Отрезки до 12 м |
| 710 | | 52,2 | 110,000 | | Отрезки до 12 м |
| 800 | | 58,8 | 139,700 | | Отрезки до 12 м |
| 900 | | 66,1 | 176,000 | | Отрезки до 12 м |
| 1000 | | 73,5 | 217,300 | | Отрезки до 12 м |

Таблица 2 Окончание.

| Давление | Диаметр, мм | Толщина стенки, мм | Вес 1 п/м, кг | Стандартная длина в упаковке, м |
|---------------|-------------|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| ПЭ 100 | | | | |
| 10 атм. | 50 | 3,0 | 0,456 | Бухты 100 м, 200 м |
| | 63 | 3,8 | 0,724 | Бухты 100 м, 200 м |
| | 110 | 6,6 | 2,190 | Бухты 200 м, 400 м / отрезки до 12 м |
| | 160 | 9,5 | 4,600 | Отрезки до 12 м |
| | 225 | 13,4 | 9,120 | Отрезки до 12 м |
| | 315 | 18,7 | 17,800 | Отрезки до 12 м |
| | 400 | 23,7 | 28,600 | Отрезки до 12 м |
| | 500 | 29,7 | 44,800 | Отрезки до 12 м |
| | 630 | 37,4 | 71,200 | Отрезки до 12 м |
| | 710 | 42,1 | 90,300 | Отрезки до 12 м |
| | 800 | 47,4 | 114,500 | Отрезки до 12 м |
| | 900 | 53,3 | 144,700 | Отрезки до 12 м |
| | 1000 | 59,3 | 178,900 | Отрезки до 12 м |
| | 1200 | 71,1 | 257,500 | Отрезки до 12 м |

3. ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ ИЗОПРОФЛЕКС ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

Эти трубы производит ЗАО ЗАВОД АНД «ГАЗТРУБ-ПЛАСТ» и они имеют преимущества:

- ✗ обеспечивают эффективную подачу горячей воды по внутриквартирным тепловым сетям для горячего водоснабжения и отопления, сводя теплотери к минимуму;
- ✗ не подвержены коррозии;
- ✗ не требуют гидроизоляции и связанных с ней затрат;
- ✗ обеспечивают длительную и безаварийную работу теплообменного оборудования;
- ✗ более долговечны по сравнению с другими теплоизолированными трубами, производимыми в России: срок их службы при соблюдении условий эксплуатации измеряется десятками лет;
- ✗ малый вес труб ИЗОПРОФЛЕКС существенно облегчает их транспортировку и монтаж;
- ✗ гибкость труб ИЗОПРОФЛЕКС позволяет проходить повороты трассы без применения фасонных деталей;
- ✗ в отличие от других производимых в России теплоизолированных труб поставляются длинномерными отрез-

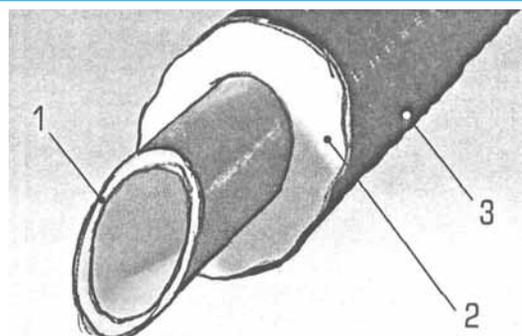


Рис. 1. Труба ИЗОПРОФЛЕКС

ками (бухтами), благодаря чему существенно сокращаются сроки и стоимость монтажных работ.

Общий вид трубы ИЗОПРОФЛЕКС показан на рис. 1, где 1 - внутренняя (подающая) труба, изготовленная из сшитого полиэтилена - материала обладающего высокой гибкостью, химической стойкостью и прочностью при высокой температуре; 2 - теплоизоляция из пенополиуретана; 3 - гофрированная полиэтиленовая оболочка.

Таблица 3. Номенклатура труб ИЗОПРОФЛЕКС

| Тип трубы | Напорная труба «ДЖИ-ПЕКС», мм | Защитная оболочка, мм | Масса, 1 м, кг | Минимальный радиус изгиба, м | Максимальная длина в бухте, м |
|--------------|-------------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Изопрофлекс® | | | | | |
| 25/75 ПЛЮС* | 25x2,3 | 75x2,0 | 0,90 | 0,7 | 200 |
| 32/75 ПЛЮС* | 32x2,9 | 75x2,0 | 0,98 | 0,7 | 200 |
| 40/75 | 40x3,7 | 75x2,0 | 1,11 | 0,8 | 200 |
| 40/90 ПЛЮС* | 40 x 3,7 | 90x2,2 | 1,39 | 0,8 | 160 |
| 50/90 | 50 x 4,6 | 90 x 2,2 | 1,57 | 0,8 | 160 |
| 50/110 ПЛЮС* | 50x4,6 | 110x2,4 | 1,98 | 0,9 | 160 |
| 63/110 | 63 x 5,8 | 110x2,4 | 2,28 | 0,9 | 160 |
| 63/125 ПЛЮС* | 63x5,8 | 125x2,7 | 2,68 | 1,0 | 140 |
| 75/125 | 75x6,8 | 125x2,7 | 3,01 | 1,0 | 140 |
| 75/140 ПЛЮС* | 75x6,8 | 140x3,0 | 3,45 | 1,1 | 120 |
| 90/140 | 90 x 8,2 | 140x3,0 | 3,97 | 1,1 | 120 |
| 90/160 ПЛЮС* | 90x8,2 | 160x3,2 | 4,56 | 1,2 | 100 |
| 110/160 | 110x10,0 | 160x3,2 | 5,36 | 1,2 | 100 |
| 140/200 | 140x12,7 | 200x3,4 | 8,29 | 1,4 | 70** |
| 160/225 | 160x14,6 | 225 x 3,8 | 10,8 | 1,6 | *** |

Таблица 3. ИЗОПРОФЛЕКС®-А, рабочее давление 10 бар

| Тип трубы | Напорная труба | Защитная оболочка, мм | Масса, 1 м, кг | Минимальный радиус изгиба, м | Максимальная длина в бухте, м |
|----------------|------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Изопрофлекс®-А | «ДЖИ-ПЕКС-А», мм | | | | |
| 40/75 | 40 x 4,0 | 75x2,0 | 1,12 | 0,8 | 200 |
| 40/90 ПЛЮС* | 40 x 4,0 | 90x2,2 | 1,40 | 0,8 | 160 |
| 50/90 | 50x4,9 | 90x2,2 | 1,60 | 0,8 | 160 |
| 50/110 ПЛЮС* | 50x4,9 | 110x2,4 | 2,02 | 0,9 | 160 |
| 63/110 | 63x6,3 | 110x2,4 | 2,33 | 0,9 | 160 |
| 63/125 ПЛЮС* | 63 x 6,3 | 125x2,7 | 2,73 | 1,0 | 140 |
| 75/125 | 75x7,2 | 125x2,7 | 3,05 | 1,0 | 140 |
| 75/140 ПЛЮС* | 75x7,2 | 140x3,0 | 3,51 | 1,1 | 120 |
| 90/140 | 90x8,7 | 140x3,0 | 4,13 | 1,1 | 120 |
| 90/160 ПЛЮС* | 90x8,7 | 160x3,2 | 4,73 | 1,2 | 100 |
| 110/160 | 110x10,5 | 160x3,2 | 5,60 | 1,2 | 100 |
| 140/200 | 140x13,2 | 200 x 3,4 | 8,35 | 1,4 | 70** |
| 160/225 | 160x15,7 | 225x3,8 | 11,21 | 1,6 | *** |

Таблица 3. ИЗОПРОФЛЕКС®-ТАНДЕМ, рабочее давление 6 бар, двухтрубная

| Тип трубы | Напорная труба | Защитная оболочка, мм | Масса, 1 м, кг | Минимальный радиус изгиба, м | Максимальная длина в бухте, м |
|---------------------|-----------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Изопрофлекс® Тандем | «ДЖИ-ПЕКС», мм | | | | |
| 25x25/110 | 25x2,3 + 25x2,3 | 110x2,4 | 1,72 | 0,9 | 160 |
| 32x32/125 | 32x2,9 + 32x2,9 | 125x2,7 | 2,28 | 1,0 | 140 |
| 40x40/140 | 40x3,7 + 40x3,7 | 140x3,0 | 2,98 | 1,1 | 120 |
| 50x50/160 | 50x4,6 + 50x4,6 | 160x3,2 | 3,94 | 1,2 | 100 |

Таблица 3. ИЗОПРОФЛЕКС®-А-ТАНДЕМ, рабочее давление 10 бар, двухтрубная

| Тип трубы | Напорная труба | Защитная оболочка, мм | Масса, 1 м, кг | Минимальный радиус изгиба, м | Максимальная длина в бухте, м |
|-----------------------|------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| Изопрофлекс®-А Тандем | «ДЖИ-ПЕКС-А», мм | | | | |
| 40x40/140 | 40x4,0 + 40x4,0 | 140x3,0 | 3,08 | 1,1 | 120 |
| 50x50/160 | 50x4,9 + 50x4,9 | 160x3,2 | 4,06 | 1,2 | 100 |

* "ПЛЮС" - трубы с усиленным типом изоляции, предназначены для районов с отрицательной среднегодовой температурой наружного воздуха.

** перевозка более длинных отрезков осуществляется на барабанах специальным транспортом.

*** перевозка труб 160/225 осуществляется только на барабанах специальным транспортом (максимальная длина отрезка - 100 м).

4. ДВУХСЛОЙНЫЕ ГОФРИРОВАННЫЕ ТРУБЫ КОРСИС ДЛЯ БЕЗНАПОРНОЙ И ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ, ХОЛДИНГ - ЕВРОТРУБПЛАСТ

Эти трубы изготовлены по технологии компании «Ролеко» (Италия), получены методом коэкструзии полиэтиленовой трубы с двойной стенкой, гофрированной снаружи и гладкой изнутри (рис. 2).

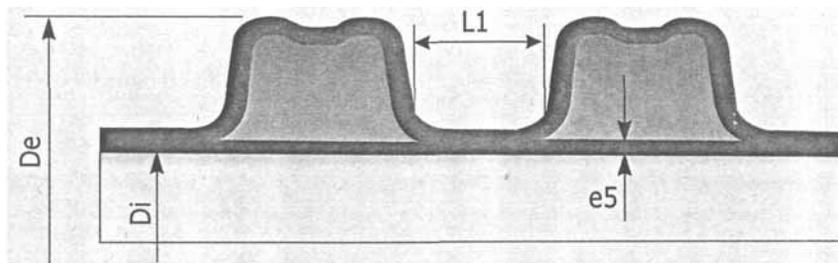
Трубы КОРСИС обладают рядом технических и экономических преимуществ:

- ✗ изготавливаются из специальной марки полиэтилена повышенной плотности;
- ✗ имеют высокую кольцевую жесткость - как за счет специальной конструкции, так и вследствие применения специальных марок полиэтилена;

- ✗ легко и быстро монтируются: соединяются с помощью муфты и уплотнительного резинового кольца или путем стыковой сварки;
- ✗ благодаря малому весу трубы КОРСИС легко хранить, складировать, транспортировать и монтировать;
- ✗ отличаются длительным сроком службы при низкой стоимости эксплуатации;
- ✗ обладают превосходным соотношением цена/качество по сравнению с трубами других типов и из других материалов.

Соединение труб КОРСИС с помощью муфты и уплотнительного кольца.

Уплотнительное резиновое кольцо устанавливается в паз первого (для труб диаметром 250-1200 мм) или второ-



- De – наружный диаметр
- Di – внутренний диаметр,
- e5 – толщина стенки внутреннего слоя
- L1 – ширина впадины гофра

Рис. 2. Конструкция канализационной трубы КОРСИС

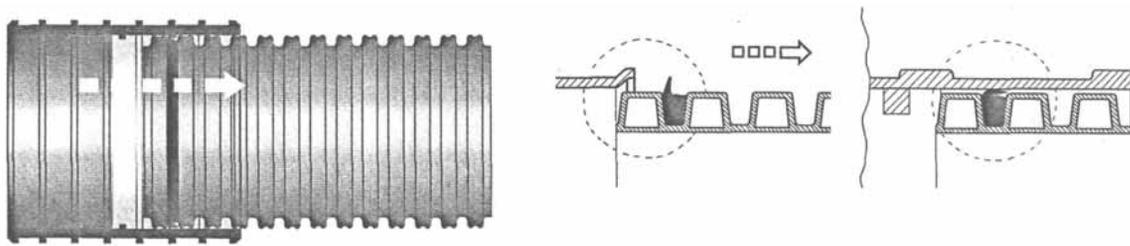


Рис. 3. Соединение труб КОРСИС с помощью муфты и уплотнительного кольца

го (для труб диаметром 125-200 мм) рифления, причем уплотняющий профиль («язычок») должен быть направлен в сторону, противоположную направлению ввода трубы в муфту. Соединительная муфта устанавливается на трубу с постоянным и одинаково распределенным усилием. Края трубы, муфты и уплотнительные кольца при монтаже должны быть абсолютно чистыми (рис. 3).

Соединение труб КОРСИС при помощи сварки встык

Трубы КОРСИС можно соединять при помощи сварки встык благодаря достаточной толщине стенки и расстоянию между гофрами. При этом используются те же сварочные машины и техника проведения работ, что и при сварке обычных полиэтиленовых труб. Режим сварки (время и давление) устанавливаются исходя из толщины свариваемых стенок.

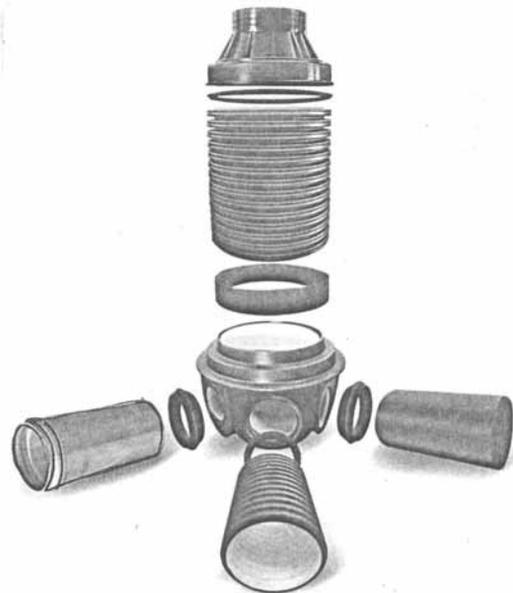
В качестве перехода между существующей системой трубопровода и новой трубой КОРСИС рекомендуется использовать смотровые колодцы. Смотровой колодец может быть полиэтиленовым или бетонным.

В конструкцию полиэтиленового смотрового колодца 1000 или 1200 мм входит (рис. 4):

- × лоток (литое основание), рассчитанное на подсоединение труб диаметром от 250 до 500 мм;
- × уплотнительная резиновая прокладка для соединения лотка с телом колодца;
- × тело колодца - отрезок трубы КОРСИС класса SN 8;
- × уплотнительная резиновая прокладка для горловины;
- × горловина колодца (конический переход).

Для соединения труб КОРСИС с бетонным смотровым колодцем применяются специальные методы, позволяющие реализовать соединение как с помощью уплотнительного кольца, так и путем фиксации трубы в колодце с помощью цементного раствора. В обоих случаях специальный профиль труб КОРСИС обеспечивает надежность и герметичность соединения.

Рис. 4. Общий вид деталей смотрового колодца для труб КОРСИС



ТРУБА ВЫПУСКАЕТСЯ В СТАНДАРТНЫХ ОТРЕЗКАХ ДЛИНОЙ 6 И 12 м. ПО СПЕЦИАЛЬНОМУ ЗАКАЗУ ВОЗМОЖНО ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ В ОТРЕЗКАХ НЕСТАНДАРТНОЙ ДЛИНЫ.

В заключение отметим, что статья написана по материалам производителей Холдинга ЕВРОТРУБПЛАСТ и завода ГАЗТРУБПЛАСТ

Таблица 4 Номенклатура труб КОРСИС (рис. 2)

| Наружный диаметр De, мм | Внутренний диаметр Di, мм | Толщина стенки внутреннего слоя e5, мм | Ширина впадины гофра L1, мм | Вес 1 метра трубы, кг | |
|----------------------------|------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------|------|
| | | | | SN 4 | SN 8 |
| 125 | 107 | 1,1 | 6 | 1,0 | 1,2 |
| 160 | 138 | 1,2 | 6 | 1,5 | 2,1 |
| 200 | 176 | 1,4 | 8 | 1,8 | 2,5 |
| 250 | 216 | 1,7 | 14 | 2,9 | 3,7 |
| 315 | 271 | 1,9 | 16 | 4,6 | 5,7 |
| 400 | 343 | 2,3 | 20 | 7,0 | 8,7 |
| 500 | 427 | 2,8 | 23 | 12,0 | 13,2 |
| 630 | 535 | 3,3 | 30 | 17,7 | 20,3 |
| 800 | 678 | 4,1 | 37 | 24,5 | 33,1 |
| 1000 | 851 | 5,0 | 39 | 40,5 | 51,7 |
| 1200 | 1030 | 5,0 | 41 | 56,0 | 66,9 |

Языков А.А.
Ген. директор ЗАО «Термия»

БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

С пуском систем отопления в начале отопительного сезона возникают проблемы с поддержанием теплового режима отдельных помещений в зданиях различного назначения. Как правило, в одних помещениях наблюдается понижение внутренней температуры, а в других - температура выше нормы. Проверка соответствия монтажного исполнения системы проекту чаще всего показывает, что монтаж соответствует проекту. Бывают, конечно, и отклонения, но монтажники стараются придерживаться требований и делают все по чертежу. В чем же причины? Если монтаж выполнен правильно и в соответствии с проектом, то причины нарушения - в несоответствии фактического гидравлического режима системы отопления с расчетным.

Системы отопления представляют собой замкнутые гидравлические контуры, кольца циркуляции, в которых теплоноситель перемещается от источника теплоты к нагревательным приборам и обратно. Так тепловая энергия от источника постоянно поступает к прибору, обеспечивая компенсацию тепловых потерь в отапливаемых помещениях. Если в помещении холодно, а поверхность нагревательного прибора соответствует проекту, то тепловой энергии недостаточно. Это означает, что расход теплоносителя, поступающего к нагревательному прибору, меньше расчетного. Расчетный расход теплоносителя определяется при проектировании при условии теплового баланса в помеще-

нии с учетом поддержания требуемой нормативной температур воздуха. Всякое изменение расхода при работе системы отопления нарушает расчетный тепловой баланс помещения, то есть равенство теплопоступлений и тепловых потерь. Это нарушение называется разбалансировкой теплового режима помещения, вызванной изменением гидравлического режима системы отопления.

Нарушения гидравлического режима системы отопления вызываются разрегулировками. Разрегулировки бывают вертикальные и горизонтальные. Все они связаны с особенностями конструкций систем отопления и влиянием гравитационного давления теплоносителя. При вертикальных разрегулировках наблюдается неравномерность распределения теплоносителя в пределах одного стояка: в нижних приборах заниженный расход теплоносителя, а в верхних, наоборот, повышенный по сравнению с расчетным. Квартиры по одному стояку имеют различную внутреннюю температуру: вверху - жарко, внизу - холодно.

При горизонтальных разрегулировках наблюдается неравномерность теплоотдачи нагревательных приборов в пределах одного этажа. Нагревательные приборы, расположенные на ближайших к тепловому пункту стояках, имеют повышенную теплоотдачу, а приборы на удаленных стояках - пониженную. Такая ситуация связана с особенностью конструкции системы отопления и зависит от соотношений ги-

гидравлических сопротивлений отдельных элементов системы отопления: приборов, подводок, стояков и магистралей.

По тому, как нагревательные приборы подключены между собой по теплоносителю в стояках, системы отопления подразделяются на однотрубные и двухтрубные. В однотрубных системах нагревательные приборы в стояке подключены последовательно, и теплоноситель с постоянным расходом последовательно протекает через каждый нагревательный прибор стояка, отдавая часть своей теплоты. При этом расход теплоносителя, являясь для каждого нагревательного прибора одинаковым, должен оставаться постоянным во времени. В однотрубных системах отопления колец циркуляции столько, сколько стояков отопления в системе.

В двухтрубных системах отопления нагревательные приборы в стояках подключены между собой параллельно, и через каждый прибор протекает только свой, определенный расход теплоносителя. В двухтрубной системе отопления колец циркуляции ровно столько, сколько нагревательных приборов.

Стояки в системах отопления подключаются между собой по двум схемам: тупиковой или с попутным движением теплоносителя в магистралах. В тупиковых системах отопления кольца циркуляции через стояки имеют различную протяженность по контурам циркуляции. Есть короткие, а есть и длинные кольца. В схеме с попутным движением теплоносителя в магистралах кольца циркуляции имеют одинаковую длину.

В чем же причины возникновения разрегулировок?

Одной из основных причин является неточность гидравлического расчета при проектировании систем отопления. Гидравлический расчет системы отопления, выполняемый при проектировании, сводится к определению сечения труб из стандартного ряда диаметров трубопроводов для каждого элемента системы отопления в циркуляционных кольцах: подводок к нагревательному прибору, стояка, магистрали - для пропуска строго необходимого расхода теплоносителя. При этом в каждом элементе циркуляционного кольца рассчитываются потери давления при таком расходе теплоносителя, который обеспечивает требуемый тепловой режим помещения. Определяются и общие потери давления в системе отопления по суммарному расходу теплоносителя. Стандартные диаметры труб не позволяют точно рассчитать и выровнять потери давления в кольцах. Всегда при расчетах получаются неравенства потерь давления в кольцах циркуляции – невязки, значения которых регламентируются. Неравенство потерь давления в кольцах приводит к горизонтальной разрегулировке.

Выровнять потери давления за счет подбора труб при расчетах довольно сложно, поэтому проектировщики для увеличения сопротивления используют сужающие устройства – шайбы и диафрагмы.

Второй причиной становится влияние гравитационного давления теплоносителя, которое особенно проявляется в

вертикальных системах отопления. Слишком высокая доля этого давления в общем давлении приводит к вертикальной разрегулировке. Третья причина - ошибки монтажников, допускающих отступления от проекта. Четвертой причиной является нарушение конструкции этажестояка системы отопления.

Как избежать негативных последствий разрегулировок?

Выход есть! Это применение балансировочных клапанов. При проектировании систем отопления проектировщик предусматривает их установку в каждом кольце циркуляции.

Балансировочный клапан позволяет тонко производить изменение проходного сечения с помощью регулировочного штока. При этом можно довольно быстро добиться установки расхода теплоносителя соответствующего расчетному. Датская компания «BROEN» предлагает использовать для этих целей универсальные балансировочные клапаны «БАЛЛОРЕКС» (рис.1).



Рис. 1. Балансировочный клапан «БАЛЛОРЕКС»

Клапаны «БАЛЛОРЕКС» выполняют четыре различных функции:

- 1 Балансировка. Регулировочный шток расположен внутри отсечного шарового крана.

Для регулировки шток вращают специальным шестигранным ключом до тех пор, пока не будет достигнут требуемый расход. Шкала на штоке (снаружи клапана) показывает выставленную настройку. Положение регулировочного штока относительно прохода шара не зависит от положения самого отсечного шара. Поэтому при закрытии или открытии шарового крана настройка расхода не меняется.



единении проводами, что сокращает время монтажа, по сравнению с обычным решением, примерно на 80%.

Сокращению занимаемого в шкафу места и легкой интеграции в системы автоматизации также способствует уменьшенное тепловыделение пускателей. Заданные в качестве стандарта катушки постоянного тока с малым потреблением позволяют управлять пускателями непосредственно с выходов контроллера или исполнение изделий торговой марки Telemecanique обеспечивает, например, их совместное использование с устройствами плавного пуска Altistart U01, а также применение программного обеспечения PowerSuite, используемого с частотно-регулируемыми приводами софтстартерами.

Немаловажно и то, что модульность конструкции вносит существенный вклад в оптимизацию числа компонентов, уменьшая число изделий в десять раз, по сравнению с обычно используемым количеством контактов и автоматов. Этим достигается существенное сокращение складских запасов при том, что предложение еще более расширилось.

TeSys модель U – высокопроизводительный интеллектуальный пускатель, имеющий международные сертификаты и сертифицированный в России как коммутационное устройство управления и защиты в соответствии со стандартом

ГОСТ Р 50030-6-2-2000 (МЭК 60947-6-2-92)

ООО ТЕХЭНЕРГО МФК

НОВЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЙ СТАНДАРТ ОДНОФАЗНЫХ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКОВ

Совершенствуя однофазный счетчик ЦЭ6807П, ставший самым популярным в 2005 году в России и СНГ, Концерн предлагает потребителям новые исполнения в корпусах Ш6, Р5 и Р4.

Габаритные и установочные размеры новых корпусов полностью со-



- 2 Включение /выключение потока. Клапан может быть использован в качестве отсечного шарового крана. При закрытии или открытии шарового крана настройка расхода не меняется.
- 3 Слив рабочей среды. Клапан может быть использован в качестве дренажного. Для этого используется измерительный вход.
- 4 Измерение температуры и расхода. Расход может измеряться при помощи расходомера в л/сек или м3/час. Для ввода измерительного зонда используется измерительный вход.

Клапаны «БАЛЛОРЕКС» работают в диапазоне от - 10 °С до 135°С. Максимальное рабочее давление - 1,6 МПа (16 атм.). Диаметры клапанов - от Ду 10 до Ду 300.

Для измерения расходов применяется компактный и простой в эксплуата-

ции портативный расходомер (рис.2).

Если значения расчетных расходов теплоносителя каждого элемента зафиксированы в рабочей документации проекта раздела ОВ на аксонометрических схемах систем отопления, то при наладке системы отопления остается произвести замеры расходов и сравнить их. По результатам замеров производят анализ и осуществляют монтажную регулировку с помощью клапана. Только при этом будут гарантированы расчетные расходы теплоносителя в циркуляционных кольцах системы отопления и обеспечен тепловой режим помещения. Тепловые потери будут сбалансированно возмещены теплоотдачей нагревательных приборов. Все стояки системы отопления станут равномерно распределять теплоту по высоте и в плане здания.

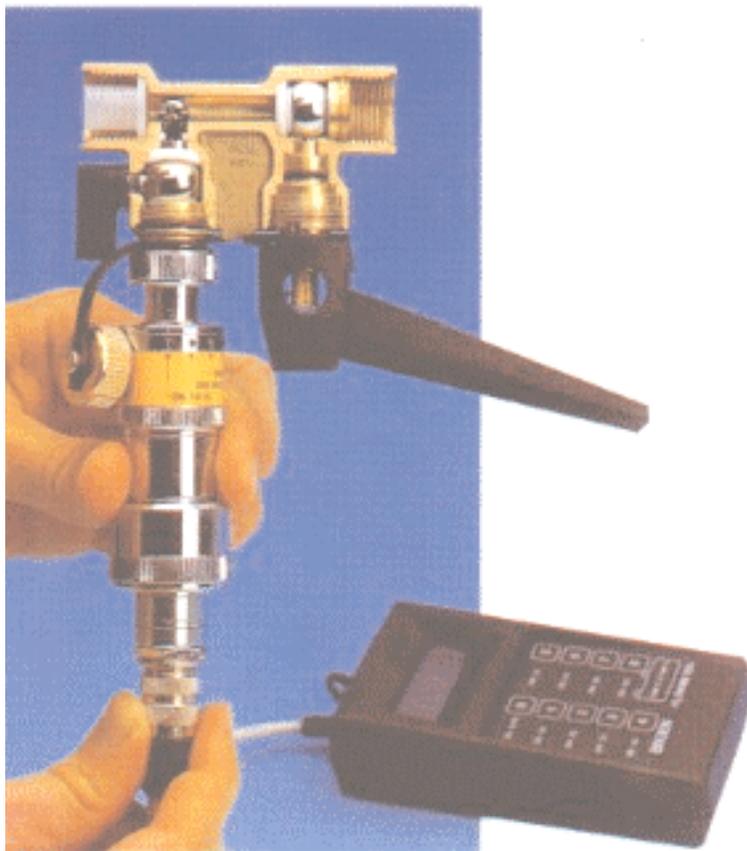


Рис. 2. Портативный расходомер

**А.В. Богданов,
начальник отдела ГУ
«Кузбасский центр
энергосбережения»**

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В последние годы все более широко внедряется приборный учет потребления тепловой энергии и теплоносителя. В различных публикациях и выступлениях на эту тему проходит мысль, что основная задача приборного учета – снижение оплаты за потребленные энергоресурсы. Считается, что энергоснабжающие организации при отсутствии приборов учета потребления списывают на потребителей все сверхнормативные потери тепловой энергии и теплоносителя в своих тепловых сетях. Величина этих потерь зачастую достигает 20–30%. Установка приборов учета не позволит перекладывать потери на потребителя. Действительно, подобные утверждения имеют реальную основу. Однако, необходимо более внимательно посмотреть как на реальный эффект от установки приборов учета, так и на те задачи, которые должны решаться с их помощью.

Каждый объект теплоснабжения имеет свои строительные–технические характеристики, определяющие его тепло–технические свойства. В соответствии с ними каждому объекту необходимо вполне определенное количество тепловой энергии для отопления и поддержания температуры воздуха внутри помещений согласно нормативным требованиям. На это количество тепловой энергии – нагрузку – рассчитываются системы отопления и вентиляции, т.е. определяются схемы отопления, диаметры труб, тип и размер отопительных приборов, диаметр сопла элеватора или ограничительной шайбы на вводе. При этом учитывается располагаемый напор на границе раздела балансовой принадлежности, величины максимальных и минимальных давлений теплоносителя. Температурный и гидравлический режимы теплоснабжения, а соответственно, и количество

подаваемой тепловой энергии в соответствии с температурным графиком должны быть прописаны в договоре теплоснабжения. Таким образом, четко определено, сколько тепла необходимо подать потребителю, и именно на эту нагрузку рассчитаны, смонтированы и налажены системы отопления и вентиляции.

Конечно, расчетная нагрузка определяет объем потребления тепла только в том случае, если соблюдаются проектные параметры расхода и температуры теплоносителя, т.е. реальное теплоснабжение во многом зависит от режимного фактора, определяющего отклонение фактического расхода тепловой энергии от проектных значений. Режимный фактор во многом зависит от энергоснабжающей организации. Так, по результатам исследований Центра по эффективному использованию энергии г. Москва (ЦЭНЭФ), проведенным в ряде регионов, в прошедшем отопительном сезо-



не теплоснабжающие организации принудительно «предложили» на 36% теплоты больше, чем требуется для поддержания нормативного теплового комфорта. При этом только на 17% обследованных объектов режимный фактор оказался близок к единице. Еще на 17% объектов отмечены недотопы, а на 66% – перетопы. При сильных морозах энерго-снабжающие организации подают теплоноситель с температурой ниже графика, а при достаточно высоких температурах наружного воздуха, особенно в осенне-весенний период, завышают температуру теплоносителя. Если установлен прибор учета тепловой энергии, он фиксирует все тепло, полученное потребителем, в том числе поданное сверх температурного графика и выброшенное потребителем на улицу через открытые форточки и окна. И за выброшенное на улицу тепло потребитель платит в соответствии с показаниями теплосчетчика. В случае недогрева теплоносителя до температурного графика, потребитель оплачивает теплоснабжающей организации некачественное тепло, замерзая при этом.

На качество теплоснабжения влияет не только температура подаваемого теплоносителя, но и гидравлический режим работы тепловых сетей и систем теплопотребления. Очень часто тепловые сети не налажены на расчетный гидравлический режим, да и сами расчеты далеки от объективных, учитывающих все реальные факторы. При этом у потребителей, расположенных в непосредственной близости к теплоисточнику, располагаемый напор значительно выше расчетного, потребитель получает лишнее тепло, которое выбрасывает на улицу. У тех же потребителей, которые удалены от источника, располагаемый напор минимальный. Эти потребители, чтобы не мерзнуть, вынуждены растачивать сопла элеваторов или отверстия ограничительных шайб. При наличии приборов учета в первом случае потребитель будет оплачивать неиспользованное тепло, а во втором случае – некачественное теплоснабжение.

Таким образом, сама по себе установка приборов учета далеко не всегда приводит к снижению оплаты за потребленные энергоресурсы. Теплосчетчик позволяет оценить режимный фактор, т.е. отклонение фактических параметров тепловой энергии и теплоносителя от нормативных. Именно это назначение приборов учета определено и Правилами учета тепловой энергии и теплоносителя. Наличие таких отклонений дает повод потребителю провести тщательный анализ состояния теплопотребляющего оборудования, ограждающих конструкций, найти причину отклонения от нормы и принять меры к устранению недостатков. Но наиболее актуальным является то, что данные учета позволяют уточнить значения режимного фактора, который чаще всего и определяет отклонения фактического режима теплоснабжения от нормативного (проектного).

Решение об оснащении объектов узлами учета должны приниматься на основании оценки их возможной рентабельности с учетом затрат на обслуживание. С этой точки зрения все объекты можно разделить на четыре группы.

К бесспорно перспективным можно отнести объекты, представляющие собой отдельно стоящие здания с расчетным суммарным потреблением тепла на отопление и ГВС бо-



лее 0,4 Гкал/ч, с хорошими строительными характеристиками, с соответствующими расчетными параметрами внешней тепловой сети, хорошим состоянием трубопроводов внутридомовой разводки и отопительных приборов, с возможностью установки приборов учета на границе балансовой принадлежности или не далее 10 м от этой границы, с отсутствием трудноразрешимых проблем организационного плана.

К потенциально перспективным можно отнести отдельно стоящие здания с нагрузкой от 0,25 до 0,4 Гкал/ч, не соответствующие признакам первой группы по одному-двум условиям.

К объектам, перспективность которых требует подтверждения, относятся отдельно стоящие здания или группы зданий с теплопотреблением от 0,1 до 0,25 Гкал/ч и не соответствующие признакам группы «потенциально перспективных» по одному или более признаку.

Неперспективные объекты – имеющие неустранимый перепад давления в системе отопления менее 3 м вод.ст., являющиеся частью других зданий, имеющие единую с ними систему отопления при доле в общем потреблении менее 0,6, имеющие неудовлетворительное техническое состояние, подлежащие капитальному ремонту, имеющие нагрузку менее 0,1 Гкал/ч.

Минимальный уровень нагрузки на отопление, начиная с которого целесообразно устанавливать прибор учета, зависит от тарифа на тепловую энергию и от стоимости услуг по обслуживанию приборов учета. Рост первой и снижение второй величины позволяют снизить этот уровень. При всех ожидаемых сочетаниях этих величин можно утверждать, что объекты с нагрузкой менее 0,1 Гкал/ч являются неперспективными для установки приборов учета тепловой энергии.

Для контроля режима теплоснабжения наличие приборов учета тепловой энергии не является обязательным условием. Для этого достаточно тех приборов, которыми должен быть оборудован индивидуальный тепловой пункт в соответствии с Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок, – манометров и термометров. При этом порядок контроля режимов теплоснабжения по показаниям этих приборов, а также порядок действий, взаиморасчетов и ответственность при отклонении фактического режима от договорных условий должны быть оговорены в договоре теплоснабжения.

В настоящее время, когда цены на теплосчетчики, затраты на монтаж, эксплуатацию и, в особенности, на организацию сервисного учета достаточно велики, организовать приборный учет не все могут себе позволить. При этом приходится оплачивать всю теплоту согласно показаниям счетчика в количестве, которое может существенно превышать фактическое теплотребление. Как же быть в этой ситуации?

Как уже говорилось выше, каждая система теплоснабжения имеет свою конкретную характеристику, определяющую максимально возможное количество тепловой энергии и теплоносителя, которое может потребить эта система при фактическом гидравлическом и температурном режиме, поддерживаемом энергоснабжающей организацией. Действительно, система отопления не может пропустить больший расход теплоносителя, чем физически может пропустить установленное сопло элеватора или ограничительная шайба. А, соответственно, не может быть потреблено количество тепловой энергии, большее количества, определенного этим расходом и фактической температурой прямой сетевой воды на входе к потребителю, которая должна соответствовать температурному графику. Расчет сопла элеватора или ограничительной шайбы обязательно согласовывается с энергоснабжающей организацией. Устанавливаются они в присутствии представителя энергоснабжающей организации, который производит пломбирование этих устройств и составляет акт. Температура воды, поступившей в системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в соответствии с Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок должна быть в пределах $\pm 3\%$ от установленного температурного графика. В случае несоответствия фактической температуры прямой воды этим требованиям потребитель должен официально (телефонограммой) уведомить об этом энергоснабжающую организацию.

Таким образом, для абонентов, не имеющих средств измерений для коммерческого учета тепловой энергии и (или) теплоносителей, количество потребленной тепловой энергии определяется расчетным путем:

❖ *при заниженной температуре прямой воды на входе:*

расход теплоносителя определяется по пропускной способности сопла элеватора или ограничительной шайбы (при отсутствии элеватора и шайбы – по пропускной способности трубопровода на границе раздела балансовой принадлежности),

температура прямой воды – по результатам измерений на входе у потребителя,

температура обратной воды – по температурному графику в соответствии с температурой наружного воздуха;

❖ *при завышенной температуре прямой воды на входе:*

расход теплоносителя определяется по пропускной способности сопла элеватора или ограничительной шайбы (при отсутствии элеватора и шайбы – по пропускной способности трубопровода на границе раздела балансовой принадлежности),

температура прямой воды – по температурному графику в соответствии с температурой наружного воздуха,



температура обратной воды – фактическая, измеренная у потребителя на выходе.

Таким же образом определяется количество тепловой энергии, которое потребитель должен оплатить при наличии у него теплосчетчика в случае, если энергоснабжающая организация не выдерживает расчетный (договорной) режим теплоснабжения. Только при этом расход теплоносителя определяют по показаниям приборов учета.

Следует добавить, что в соответствии со статьей 542 Гражданского Кодекса качество подаваемой энергоснабжающей организацией энергии должно соответствовать требованиям, установленным государственными стандартами и иными обязательными правилами или предусмотренным договором энергоснабжения. В соответствии со статьей 542 «в случае нарушения энергоснабжающей организацией требований, предъявляемых к качеству энергии, абонент вправе отказаться от оплаты такой энергии. При этом энергоснабжающая организация вправе требовать возмещения абонентом стоимости того, что абонент неосновательно сберег вследствие использования этой энергии» (пункт 2 статьи 1105). А в соответствии со статьей 547 абонент имеет право требовать от теплоснабжающей организации «возместить реальный ущерб» (пункт 2 статьи 15).

Возникает вопрос – а как определить количество теплоносителя, не возвращенное потребителем при открытых системах теплоснабжения? Во-первых, трубопроводы горячего водоснабжения врезаны в тепловом узле потребителя до элеватора или ограничительной шайбы. Во-вторых, установить счетчик воды на горячее водоснабжение не сложно. В-третьих, Правилами технической эксплуатации тепловых энергоустановок установлена величина нормативных потерь в системе отопления – 0,25% объема воды в системе. Сверхнормативные потери должны быть зафиксированы энергоснабжающей организацией актом.

В заключение необходимо добавить, что представленный расчетный метод определения оплачиваемой величины потребленной тепловой энергии должен применяться при отсутствии какого-либо регулирования потребления тепловой энергии и теплоносителя. В случае, если используется автоматическое регулирование, а также работает дежурное отопление в ночное время, выходные, праздничные дни реальный эффект можно получить только при наличии приборов учета тепловой энергии и теплоносителя.

А.В. Воронцовский
(Московский
государственный
авиационный институт
(Технический университет))

ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Сжатый воздух – очень удобный энергоноситель и инструмент одновременно. В связи с этим его часто используют для питания поточных автоматических линий, различного пневмоинструмента, пневмотранспорта, прессового и формовочного оборудования.

Но применение сжатого воздуха таит в себе и определенные проблемы, которые связаны как с его производством, так и с рациональным использованием.

Основные проблемы систем воздухообеспечения типичны почти для всех предприятий, имеющих сеть сжатого воздуха:

◆ **изношенное оборудование** (средний возраст турбокомпрессоров К-250, К-135, К-500, К-350, поршневых и винтовых компрессоров различных марок достигает 25 лет). Турбокомпрессоры типа К-250 были разработаны в середине прошлого века и на сегодняшний день устарели не только физически, но и морально: у них несовершенный газодинамический цикл сжатия, устаревшая система регулирования, узкий диапазон изменения производительности, малое число разрешенных циклов пуск-останов. Для середины прошлого века это были вполне совершенные машины, составлявшие основу систем воздухообеспечения крупных промышленных пред-

приятий с круглосуточным производственным циклом, но в настоящее время их удельное энергопотребление на производство 1 м³ сжатого воздуха чрезмерно велико. То же можно сказать и о парке поршневых компрессоров, некоторые из которых трудятся по 60 и более лет! Им пора на заслуженный отдых. На старом оборудовании нельзя делать высококачественную продукцию -или придется нести большие издержки;

◆ **изношенные трубопроводы сети подачи сжатого воздуха**, проложенные от 10 до 30 и более лет назад и изготовленные из углеродистой стали, подвержены серьезной коррозии по причине присутствия конденсата в сжатом воздухе (осушка его ведется далеко не всегда). Вместо осушки воздуха на компрессорной станции применяется сброс конденсата из магистральных труб, что ведет к большим потерям сжатого воздуха - до 10% (и более).

Кроме этих двух основных проблем на каждом предприятии могут быть свои дополнительные проблемы, среди которых чаще всего встречаются следующие:

◆ большая протяженность сетей и наличие тупиковых участков, в которых ощущается постоянный дефицит воздуха;

- ◆ недостаточное давление воздуха в сети;
- ◆ неопределенность в реально необходимом количестве сжатого воздуха, а также сильное изменение потребности в зависимости от времени суток, дней недели, сезонов и т.п.;
- ◆ использование сжатого воздуха не по назначению (охлаждение оборудования, подметание полов и т.п.).

В результате к потребителям попадает воздух ненадлежащего качества: с конденсатом, маслом (от поршневых и винтовых компрессоров) и частицами ржавчины с внутренних поверхностей трубопроводов.

Энергозатраты на производство сжатого воздуха - один из основополагающих параметров, которым следует руководствоваться при выборе компрессорного оборудования. Через 20 лет эксплуатации (таков средний срок службы оборудования) они многократно превысят все остальные издержки, включая и стоимость самого компрессора. При правильном выборе нового компрессорного оборудования экономия на разности энергопотребления за весь срок службы при одном и том же производстве сжатого воздуха может оказаться сопоставима с ценой нового компрессора!

Известно, что работа, подводимая к газу при адиабатическом сжатии, частично переходит в теплоту и нагревает сжатый газ. Эта теплота в системах воздухообеспечения практически никогда полезно не используется, т.е. часть затраченной мощности, которая для воздуха составляет

$$c_v/c_p = 1/k = 1/1,4 = 0,71$$

(здесь c_v и c_p - теплоемкости соответственно при постоянном объеме и давлении; k - показатель адиабаты), должна рассматриваться как прямые энергетические потери. И это - в идеальном случае. В реальных компрессорах потери энергии на нагревание воздуха могут доходить до 80%.

С точки зрения потребителя, эффективность компрессорного оборудования следует оценивать по энергозатратам на 1 м³ получаемого воздуха. Каждый тип компрессора имеет свой показатель энергозатрат, который удобно выражать в кВт/(м³/мин), принимая объем сжимаемого воздуха по условиям всасывания, т.е. нормировать его по следующим условиям:

- $p_0 = 1,013$ бар, $t = 0^\circ$ С, влажность 0%;
- $p_0 = 1,013$ бар, $t = 20^\circ$ С, влажность 0%;

(разница при определении объема по тем или другим условиям составляет 7%).

По условиям всасывания (среднегодовым) и с учетом КПД электродвигателя (при избыточном давлении 0,6 МПа - типичном давлении в пневмосети) энергозатраты в кВт/(м³/мин) на производство сжатого воздуха составляют:

| | |
|--|-----------|
| для поршневых компрессоров (2 новых ступени) | 5,9...6,3 |
| для винтовых (2 новых ступени без промежуточного охлаждения) | 6,8...6,9 |
| для турбокомпрессора K-250 (изношенного) | 7,9 |
| для турбокомпрессора COOPER (3 ступени) | 5,1 |

Из приведенных данных видно, что энергозатраты винтового компрессора в среднем на 1,65 кВт/(м³/мин) больше,

чем турбокомпрессора COOPER. Несложно подсчитать, что компрессорная станция производительностью 100 м³/мин, оборудованная турбокомпрессорами, при годовой непрерывной работе затратит на ~1 440 000 кВт·ч меньше электроэнергии, чем такая же станция с винтовыми компрессорами.

Следующий важный момент при выборе компрессорного оборудования: эксплуатационные расходы (обслуживание, запчасти, ремонт).

Их доля может оказаться весьма высокой, если неправильно выбрать компрессор.

Для поршневых компрессоров - это замена поршневых колец, подшипников и других изнашивающихся частей.

Для винтовых (и маслозаполненных и безмасляных) - замена винтовой пары через 40 000 ч наработки (50% стоимости нового компрессора).

Для турбокомпрессоров - инспекция состояния зубьев шестерен, подшипников и уплотнений, замена прокладок через 40 000 ч наработки.

Практически у всех компрессоров нужно менять входной воздушный фильтр, масляные фильтры и масло (кроме безмасляных винтовых). При этом поршневые и винтовые компрессоры расходуют масло (тем больше, чем больше их износ), его нужно постоянно добавлять, тогда как турбокомпрессоры масло практически не расходуют.

Все компрессоры производительностью более 50 м³/мин, как правило, имеют водяное охлаждение. Эффективность этого охлаждения сильно зависит от состояния теплообменников компрессора, а оно, в свою очередь, - от качества воды и сложности их очистки. С точки зрения удобства эксплуатации наиболее предпочтителен следующий вариант компоновки теплообменника: вода внутри гладких труб, воздух в межтрубном пространстве, схема с противотоком (поток воздуха направлен навстречу потоку воды - максимальная эффективность теплопередачи). Осажденные соли жесткости на внутренней поверхности труб в таком теплообменнике очищаются шомполом. Если производитель компрессора принимает схему, по которой воздух



идет по трубам, а вода - в межтрубном пространстве, уменьшая это снижением потерь давления воздуха, он обрекает пользователя на сложный регламент: очистка такого теплообменника возможна только в растворе кислоты.

Если остановка компрессоров крайне нежелательна, а резервного компрессора нет, то можно организовать циркуляционную систему водоснабжения закрытого типа, в которую будет залита очищенная вода (или незамерзающий раствор этиленгликоля). Такая система при правильной ее организации может проработать без остановки год и более, не ухудшая своих характеристик.

И, наконец, третий важный момент при выборе компрессора - качество производимого им сжатого воздуха (в некоторых случаях этот вопрос может даже стоять на первом месте).

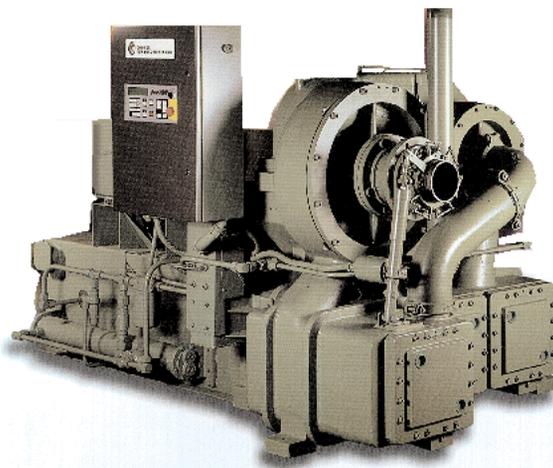
Все маслозаполненные поршневые и винтовые компрессоры, несмотря на систему маслоотделителей и фильтров, выдают сжатый воздух с содержанием в большей или в меньшей степени масляных паров. При этом с увеличением износа самого компрессора доля масла в вырабатываемом им сжатом воздухе постоянно растет. Если технологические требования к сжатому воздуху исключают наличие в нем масла, то использовать такие компрессоры даже с дополнительными дорогостоящими масляными фильтрами нельзя. Выход - использовать для этих целей безмасляные компрессоры: поршневые (на небольшие расходы), винтовые, центробежные (или турбокомпрессоры). Первые два типа компрессоров - прямого сжатия, в них есть трущиеся поверхности в рабочей зоне (поршень-цилиндр, или профили винтовой пары). Трение означает износ: каким бы не было покрытие трущихся поверхностей - оно имеет свой ресурс. Для машин прямого сжатия износ рабочих поверхностей означает ухудшение характеристик: увеличение потребления энергии.

В турбокомпрессорах ситуация совсем иная: давление в полости, в которой находится масло (коробка приводов, подшипники), немного ниже атмосферного (суфлируется через эжектор), а в полости, в которой сжимается воздух, - выше атмосферного. Небольшой поток воздуха, организованный через лабиринтные уплотнения от воздушной полости к масляной, полностью исключает попадание паров масла в воздушный тракт.

Каждый компрессор при производстве сжатого воздуха выделяет конденсат - атмосферную влагу, которая выжимается из сжимаемого воздуха, как из мокрого белья. В жаркий влажный летний день компрессор производительностью 100 м³/мин может выделить до 2 л/мин конденсата. Конденсат после маслозаполненных компрессоров содержит масло, и его нельзя направлять в канализацию без предварительной очистки. Конденсат, выходящий из турбокомпрессора, масла не содержит - проблема очистки снимается. Из компрессора выходит воздух влажностью 100% (температура точки росы равна его температуре), и его, как правило, требуется осушить. Осушители бывают

рефрижераторного и адсорбционного типа. Рефрижераторные осушители (работают аналогично домашнему холодильнику) снижают температуру точки росы до 3° С, адсорбционные (заполненные дессикантом) - до -40° С и ниже. В большинстве производств бывает достаточно осушить воздух до температуры точки росы 3° С.

Кроме осушки может потребоваться дополнительная фильтрация воздуха, если он протекает по трубам, подверженным коррозии.



Резюмируя сказанное, можно дать несколько советов потенциальному покупателю компрессорного оборудования.

Если вы проводите реконструкцию:

- ◆ оптимальный подбор нового компрессорного оборудования может быть осуществлен только на основании статистических данных по воздухопотреблению на предприятии, иллюстрирующих суточные, недельные, среднемесячные, среднегодовые потребности;
- ◆ для измерения расхода воздуха целесообразно применять стандартные сужающие расходомеры (диафрагмы, сопла, сопла и трубы Вентури), показывающие мгновенное значение расхода совместно с газосчетчиками турбинного типа, суммирующими показания;
- ◆ производственный цикл для воздухопотребляющего оборудования целесообразно адаптировать к графику льготного тарифа для электроэнергии.

Если вы организуете новое производство:

- ◆ нужно получить точные данные по воздухопотреблению технологическим оборудованием, которое вы собираетесь устанавливать (расходы и давления);
- ◆ если требуется использовать основной воздух с давлением 0,4 МПа, а дополнительно небольшое количество давлением 0,6 МПа, не следует выбирать компрессоры на 0,6 МПа, а потом редуцировать давление до 0,4 МПа - это крайне нерационально (большие потери энергии), лучше купить разные компрессоры: на 0,4 и на 0,6 МПа;
- ◆ обращайтесь внимание на комплектацию компрессора, а также на дополнительное оборудование (градирни, осу-

шителю воздуха, фильтры) и инженерно-консалтиговые услуги, которые вам может предложить поставщик компрессорного оборудования. Проблема должна сразу решаться в комплексе - в итоге это выйдет дешевле и надежнее.

Компрессорное оборудование производства фирмы COOPER TURBOCOMPRESSOR, представляемое компанией «Премиум Инжиниринг», в полной мере отвечает всем современным требованиям:

1 Наиболее совершенная динамика процесса сжатия: до давления 0,6...1,0 МПа воздух сжимается в три стадии (степень сжатия в каждой ступени 1,5...2), после каждой из них проходя через теплообменник (концевой - по желанию заказчика). Благодаря промежуточному охлаждению снижаются энергозатраты на сжатие в следующей ступени. Вследствие более низкой (по сравнению с винтовыми и поршневыми машинами) степени повышения давления в одной ступени снижается доля потерь энергии, ушедшей на нагрев воздуха. Компрессоры COOPER имеют совершенный воздушный тракт с лопаточным дросселем (входным направляющим аппаратом на входе первой ступени), не только регулирующим производительность, но и формирующим оптимальный профиль потока на входе (снижаются гидравлические потери).

2 Компрессор представляет собой единую установку, собранную и протестированную на заводе, включающую собственно центробежный компрессор (от 1 до 6 ступеней), коробку приводов, мотор, маслосистему, теплообменники для охлаждения воздуха и масла, систему управления.

3 Широкий диапазон регулирования производительности: от 60 до 100% номинальной без сброса воздуха, потребляемая мощность при этом изменяется соответственно.

4 Удобен в эксплуатации: горизонтальный разъем коробки приводов обеспечивает легкий доступ для осмотра

шестерен, подшипников, уплотнений; прямотрубные теплообменники (схема «вода в трубе») легки в обслуживании; компрессор устанавливается на ровный бетонный пол (толщина 300 мм, армированный)

5 Возможность безостановочной работы в течение 1-2 лет и вместе с тем неограниченное количество циклов пуск-останов.

6 Воздух и конденсат, выходящие из компрессора, не содержат масла.

7 Современная система управления VANTAGE позволяет оптимально управлять компрессором, поддерживать заданное давление в любой выбранной точке сети, осуществлять полный мониторинг всех основных параметров компрессора.

8 В полностью разгруженном режиме (включен, но не выдает воздух в сеть) компрессор COOPER потребляет 17% номинальной мощности (у других турбокомпрессоров до 40-50%).

COOPER TURBOCOMPRESSOR – подразделение корпорации

COOPER CAMERON - в отличие от других компрессорных фирм разрабатывает и производит только центробежные турбокомпрессоры. В результате такой узкой специализации и традиционно солидных инвестиций в технологию производства основных элементов компрессоры COOPER являются одними из самых экономичных.

В 1955 г. фирма разработала и начала серийно выпускать первый многоступенчатый центробежный компрессор с общим приводом под маркой JOY. С тех пор, постоянно совершенствуя свою технику, COOPER удерживает мировое лидерство в области центробежных компрессоров.

Только компрессоров серий Turbo Air и MSG, сменивших марку JOY, в настоящий момент в мире работает более 8000.

Модельный ряд стандартных турбокомпрессоров COOPER

| Модель | Производительность, м ³ /мин (min/max) | Мощность привода, кВт (min/max) | Давление, МПа (min/max) | Длина | Ширина | Высота** | Трубопроводы | | Масса с мотором, кг |
|----------|---|---------------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|---------------|-----------|---------------------|
| | | | | | | | воздушные | водяные | |
| TA2000 | 16/48 | 110/260 | 3,5/10 | 2440/2820 | 1450/1600 | 1670/2000 | DN200/80PN16 | DN80PN16 | 3200...3700 |
| TAC2000* | 16/48 | 110/260 | 3,5/10 | -/2800 | -/2150 | -/2350 | DN200/80PN16 | - | 4540 |
| TA3000 | 53/112 | 300/600 | 3,5/10 | 3400/4150 | 1830/2200 | 1980/2050 | DN200/100PN16 | DN80PN16 | 6350...8400 |
| TA6000 | 115/229 | 600/1120 | 3,5/10 | 4210/4300 | (1900...2550)/ (2500...3000) | 1830/2400 | DN275/150PN16 | DN100PN16 | 6750...9000 |
| TA11000 | 210/310 | 1120/1870 | 3,5/12 | 4800/6000 | (2240...3060)/ (3000...3500) | 2800/3500 | DN350/200PN16 | DN100PN16 | 9800...14 600 |

*Компрессор с воздушным охлаждением.
**В числителе – без шумопоглощающего кожуха; в знаменателе – с кожухом.

Производство COOPER сертифицировано ISO 9001. COOPER TURBOCOMPRESSOR выпускает центробежные компрессоры двух модельных рядов: стандартного и инжинирингового. Стандартный ряд имеет диапазон производительности 15...310 м³/мин и давления 0,35... 1,0 МПа.

Инжиниринговый ряд включает компрессоры производительностью 15...2000 м³/мин, давлением 0,35...7,5 МПа. Инжиниринговые компрессоры являются компрессорами специального исполнения и на модели, как таковые, не подразделяются.

КОМПРЕССОР ДЛЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Цементная промышленность на сегодняшний день является одной из стабильно развивающихся отраслей. Растущая потребность в данном строительном материале требует дальнейшего вложения средств в модернизацию предприятий. При этом возникает ряд вопросов, связанных с правильностью подбора нового оборудования. Основными требованиями остаются надежность, качество, высокий ресурс и снижение эксплуатационных затрат. Далеко не всегда дешевое оборудование соответствует предъявляемым к нему требованиям и надеждам потребителя.

Компрессорное оборудование является одной из основных частей системы энергоснабжения практически любого производства. Не являются исключением и цементные предприятия.

Ряд особенностей цементной отрасли требует специальных комплексных решений по обустройству компрессорных станций на предприятиях. Такие решения должны обеспечивать надежную работу оборудования во время всего срока эксплуатации.

В зависимости от типа оборудования, которое заказчик желает установить на своем предприятии, предъявляются и различные требования к всасываемому и окружающему воздуху. Большинство потребителей заинтересованы в уменьшении количества обслуживающего персонала, снижении уровня шума, отказе от фундаментов и ресиверов. Поэтому для них наиболее интересны винтовые компрессорные установки. Такой тип компрессоров имеет много преимуществ, в том числе направленных на снижение трудоемкости при их обслуживании. Однако в цементной про-



мышленности их применение нежелательно. На это есть ряд причин.

Наиболее широко на сегодняшнем рынке представлены винтовые компрессоры общепромышленного назначения с впрыском масла в полость сжатия. При впрыскивании масло распыляется и в виде мелкодисперсной пыли контактирует с частичками цемента, находящимися в сжимаемом воздухе, образуя тем самым комкование пыли. Такой процесс является самым опасным для винтовых компрессоров, так как при высоких температурах и скоростях вращения роторов большая часть образовавшихся комков отбрасывается к стенкам винтового блока, забивая зазоры между корпусом и роторами. Это создает не только дополнительную нагрузку на привод компрессорной установки, но и многократно увеличивает вероятность заклинивания роторов, особенно при прерывистом режиме работы

компрессорных установок, а прерывистый режим в основном и применяется на цементных предприятиях.

Сжатый воздух вместе с частью комочков пыли после винтового блока попадает в бак-сепаратор, откуда после отстоя забирается на охлаждение и фильтрацию. И хотя масляный фильтр позволяет отделить крупные комочки, часть пыли все же поступает в винтовой блок. Попадание этого абразива со смазкой на подшипники качения роторов влияет не только на ресурс самих подшипников, но и на ресурс всего винтового блока, так как восстановить посадочные места подшипников, которые выкрашиваются абразивом, практически невозможно. Единственным способом восстановления работоспособности компрессора будет замена винтового блока на новый. При этом необходимо учесть, что стоимость винтового блока в отдельности (как запасная часть) составляет до 60% от стоимости нового компрессора.

Еще одним недостатком винтовых компрессоров, но уже вне зависимости от типа (с впрыском масла или без), является воздушное охлаждение. Отказ от водяного охлаждения потребует для винтовой компрессорной установки производительностью 20—22 куб. м./мин более 400 куб. м./мин охлаждающего воздуха, забираемого с улицы. Подаваемый на обдув компрессора воздух, содержащий цементную пыль, оседает не только на поверхности приводного электродвигателя и винтового блока, но и на теплообменниках (воздушном и масляном), что ведет к снижению теплообмена и повышению конечной температуры сжатого воздуха. В результате обслуживающий персонал вынужден периодически очищать компрессорные установки от цементных «барханов».

Вызывает проблемы при эксплуатации винтовых компрессоров и наличие пластинчатых теплообменников. При охлаждении сжатого воздуха, содержащего цементную пыль, происходит процесс конденсации с образованием капельной влаги, которая, в свою очередь, опять же контактирует с пылью. При непрерывном процессе работы это приводит к частичному или полному забиванию проходных сечений теплообменников. В этом случае очистка теплообменников невозможна – их приходится менять на новые.

Альтернативой винтовым компрессорам, не рассчитанным на установку в запыленных помещениях, могут стать поршневые компрессорные установки. Эксплуатация поршневых компрессоров на запыленных предприятиях является наиболее оптимальной, особенно модификаций, в которых не предусмотрена смазка цилиндров и сальников. Такой тип компрессоров исключает вероятность комкования пыли. В этом случае надежная работа всех элементов компрессора обеспечивается следующими факторами:

✗ благодаря тому, что цилиндры компрессора надежно отделены от картера, вероятность попадания цементной пыли в систему смазки механизма движения коленчатого вала исключается, что позволяет уйти от преждевременного износа подшипников коленчатого вала;

✗ благодаря отсутствию масла в процессе сжатия воздуха не происходит комкование пыли, что обеспечивает надежную работу всасывающих и нагнетательных клапанов, уплотнительных элементов;

✗ применение водяной системы охлаждения компрессорной установки исключает необходимость в подводе большого количества запыленного воздуха на охлаждение. А применение кожухо-трубчатых теплообменников с большими проходными сечениями позволяет осуществлять их очистку от образующихся в процессе охлаждения комков, исключив необходимость их замены на новые.

Дополнительным преимуществом поршневых компрессоров является то, что на большинстве предприятий уже имеются капитальные здания компрессорных станций с поршневыми компрессорами.

Стоит отметить и тот факт, что поршневые компрессоры имеют более высокий КПД, что напрямую влияет на энергопотребление установки. Так, энергопотребление поршневых компрессоров на сжатие 1 куб.м воздуха на 10—15% ниже по сравнению с аналогичными винтовыми компрессорами.

На сегодняшний день ООО «Борец» предлагает широкую гамму воздушных поршневых компрессоров, выполненных в варианте, исключающем смазку цилиндров и сальников, а также винтовых компрессоров и модульных компрессорных станций.

Все поршневые компрессорные установки могут изготавливаться в разном исполнении: в стандартном (на единой сварной раме) и в модульном (в блок-боксе для уличного монтажа). Комплектация современной системой автоматики, изготавливаемой на базе импортных комплектующих и с применением контроллеров фирмы «ОВЕН», позволила значительно повысить надежность системы автоматики и увеличить ее функциональные возможности.

При подборе винтовых компрессоров серии «Шторм» специалистами нашего завода тщательно изучаются конкретные условия эксплуатации и установки компрессоров. В соответствии с результатами потребителям предоставляются рекомендации и технические предложения по организации системы очистки воздуха перед сжатием.

При разработке модульных компрессорных станций серии ВКУ КС на базе винтовых компрессоров для цементных предприятий система очистки воздуха рассчитывается и включается в состав станции. Это позволяет обеспечить долговую и надежную работу всего компрессорного оборудования станции.

Все компрессорное оборудование, поставляемое ООО «Борец», прошло государственную сертификацию в Госгортехнадзоре и имеет разрешение на применение и сертификат соответствия ГОСТ Р.

Конструкторское бюро завода не останавливается на достигнутом и готово рассмотреть любые заявки на изготовление компрессоров под особые требования заказчика.

По материалам ООО «Борец»

Янсюкевич В. А.

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕТЛИ «ФАЗА-НУЛЬ»

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Рекомендации настоящей методики распространяются на измерения в электроустановках 0,4кВ всех типов заземления нейтрали.

В электроустановках напряжением ниже 1000В с глухозаземлённой и изолированной нейтралью защита участков сети осуществляется автоматическими выключателями реагирующими на сверхток, как основной параметр аварийного состояния электроустановки (ГОСТ Р 50571-2, ПУЭ). Электроустановки с изолированной нейтралью участки сети могут дополнительно защищаться устройствами защитного отключения (УЗО), реагирующими на сверхток, устройствами контроля изоляции и т.п. В электроустановках с глухозаземленной нейтралью УЗО также могут применяться для защиты розеточных групп зданий, при условии, что к этим розеткам могут быть подключены переносные электроприборы.

Для проверки временных параметров срабатывания защитных устройств реагирующих на сверхток (автоматических выключателей) проводится измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль» или токов однофазных замыканий. Работа устройств защитного отключения проверяется другим образом.

Полное сопротивление петли «фаза-нуль», и, соответственно, ток однофазного замыкания будет зависеть в ос-

новном от нескольких факторов: характеристик силового трансформатора, сечения фазных и нулевых жил питающего кабеля или ВЛ и контактных соединений в цепи. Проводимость фазных и нулевых проводников на практике можно не только определить, но и изменить, кроме того, расчётное определение проводимости, в стадии проектирования электроустановки может исключить множество проектных ошибок.

Согласно ПУЭ проводимость нулевого рабочего должна быть не ниже 50% проводимости фазных проводников, в необходимых случаях она может быть увеличена до 100% проводимости фазных проводников. Проводимость нулевых защитных проводников должна соответствовать требованиям главы 1.7 ПУЭ:

«1.7.126. Наименьшие площади поперечного сечения защитных проводников должны соответствовать табл. 1.7.5.

Площади сечений приведены для случая, когда защитные проводники изготовлены из того же материала, что и фазные проводники. Сечения защитных проводников из других материалов должны быть эквивалентны по проводимости приведенным».

После экспериментального определения сопротивления петли «фаза – нуль» производится расчётная проверка тока короткого замыкания и сравнение полученного тока с током срабатывания автоматического выключателя или

Таблица 1.7.5 Наименьшие сечения защитных проводников

| Сечение фазных проводников, мм ² | Наименьшее сечение защитных проводников, мм ² |
|---|--|
| $S \leq 16$ | S |
| $16 < S \leq 35$ | 16 |
| $S > 35$ | S/2 |

другого устройства, защищающего данный участок сети. При прямых измерениях однофазных токов короткого замыкания время срабатывания защитных аппаратов определяется по измеренной величине этого тока.

ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЯ

Проверка сопротивления петли фаза-ноль производится для наиболее удаленных и наиболее мощных электроприемников, но не менее чем для 10% их общего количества.

Расчетную проверку можно производить по формулам:
 $Z_{пет} = Z_n + Z_T/3$,

где Z_n – полное сопротивление проводов петли фаза – нуль,

Z_T – полное сопротивление питающего трансформатора.

По полному сопротивлению петли фаза – нуль определяется ток однофазного КЗ на землю:

$$I_k = U_{\phi} / Z_{пет}$$

Если расчет показывает, что ток однофазного замыкания на землю на 30% превышает допустимый ток (допустимым будем считать ток, величина которого достаточна для срабатывания защитного аппарата в требуемый временной промежуток), то можно ограничиться расчетом. В противном случае должны быть проведены замеры полного сопротивления петли «фаза – нуль».

Значения Z_T для различных силовых трансформаторов приведены в таблице 1.

ГОСТ 50571.16-99

ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕТЛИ «ФАЗА—НУЛЬ»

В качестве примеров для измерения сопротивления петли «фаза—ноль» для системы TN могут быть приняты следующие методы.

Таблица 1.

| Мощность трансформатора (кВА) | Первичное напряжение (кВ) | Схема соединения обмоток | Полное сопротивление (Ом) к 0,4кВ |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 25 | 6-10 | Y/Y ₀ | 3,110 |
| 40 | 6-10 | Y/Y ₀ | 1,949 |
| 63 | 6-10 | Y/Y ₀ | 1,237 |
| 100 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,779 |
| 160 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,487 |
| 250 | 6-10 | Δ/Y ₀ | 0,312 |
| 250 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,106 |
| 250 | 20-35 | Y/Y ₀ | 0,305 |
| 400 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,195 |
| 400 | 6-10 | Δ/Y ₀ | 0,066 |
| 630 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,129 |
| 1000 | 6-10 | Y/Y ₀ | 0,081 |
| 1000 | 6-10 | Δ/Y ₀ | 0,026 |

Примечания:

- 1 Предлагаемые методы дают только приближенные величины полного сопротивления петли «фаза-ноль», так как они не учитывают векторную природу напряжения, т. е. условия, существующие во время реального замыкания на «землю». Однако эта степень приближенности приемлема при незначительном измеряемом реактивном сопротивлении цепи.
- 2 Рекомендуется до выполнения измерения сопротивления петли «фаза—ноль» провести испытание на непрерывность (612.2) между нейтральной точкой и открытыми проводящими частями.

Метод 1

Измерение сопротивления петли «фаза—ноль» способом падения напряжения (см. рисунок D.1)

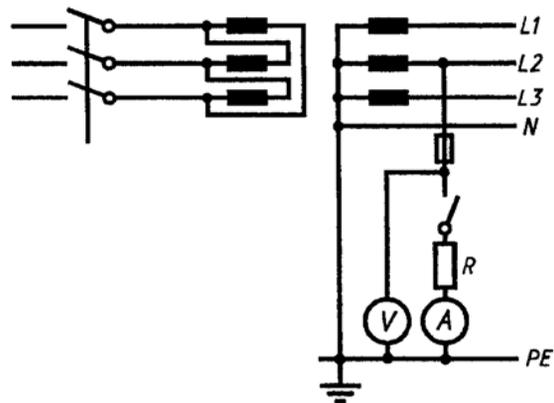


Рисунок D.1 — Схема измерения по методу 1

Примечание – Следует обратить внимание на определенные трудности при применении данного метода.

Напряжение в испытываемой цепи измеряют с включенным и отключенным сопротивлением нагрузки, и сопротивление петли «фаза—ноль» рассчитывают по формуле

$$Z = \frac{U_1 - U_2}{I_R}, \quad (D.1)$$

где Z — полное сопротивление петли «фаза—ноль», Ом;

U_1 — напряжение, измеренное при отключенном сопротивлении нагрузки, В;

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

U_2 — напряжение, измеренное при включенном сопротивлении нагрузки, В;

I_R — ток, протекающий через сопротивление нагрузки, А.

Примечание — Разница между U_1 и U_2 должна быть значительной.

Метод 2

Измерение сопротивления петли «фаза—нуль» при помощи отдельного источника питания

Измерение выполняют при отключенной сети и замкнутой первичной обмотке питающего трансформатора. При этом методе используют напряжение от отдельного источника питания (см. рисунок D.2) и сопротивление петли «фаза—нуль» рассчитывают по формуле

$$Z = \frac{U}{I}, \quad (D.2)$$

где Z — сопротивление петли «фаза—нуль», Ом;
 U — измеренное испытательное напряжение, В;
 I — измеренный испытательный ток, А.

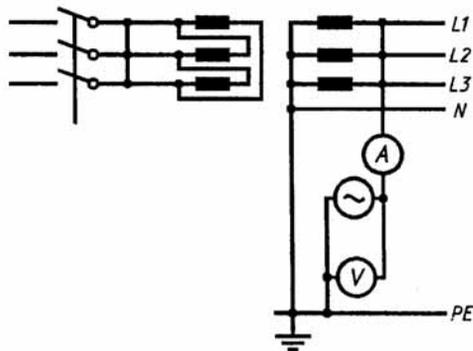


Рисунок D.2 — Схема измерения по методу 2

ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Согласно ПУЭ в электроустановках до 1000В с глухозаземлённой нейтралью с целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка проводимость фазных и нулевых рабочих и нулевых защитных проводников должна быть выбрана такой, чтобы при замыкании на корпус или на нулевой проводник возникал ток короткого замыкания, который обеспечивает время автоматического отключения питания не превышающего значений, указанных в табл. 1.7.1.

Таблица 1.7.1 Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN

| Номинальное фазное напряжение U_0 , В | Время отключения, с |
|---|---------------------|
| 127 | 0,8 |
| 220 | 0,4 |
| 380 | 0,2 |
| Более 380 | 0,1 |

Приведенные значения времени отключения считаются достаточными для обеспечения электробезопасности, в

том числе в групповых цепях, питающих передвижные и переносные электроприемники и ручной электроинструмент класса 1.

В цепях, питающих распределительные, групповые, этажные и др. щиты и щитки, время отключения не должно превышать 5 с.

Допускаются значения времени отключения более указанных в табл. 1.7.1, но не более 5 с в цепях, питающих только стационарные электроприемники от распределительных щитов или щитков при выполнении одного из следующих условий:

1 полное сопротивление, защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком не превышает значения, Ом:

$$50 \cdot Z_d / U_0,$$

где Z_d — полное сопротивление цепи «фаза—нуль», Ом;

U_0 — номинальное фазное напряжение цепи, В;

50 — падение напряжения на участке защитного проводника между главной заземляющей шиной и распределительным щитом или щитком, В;

2 к шине PE распределительного щита или щитка присоединена дополнительная система уравнивания потенциалов, охватывающая те же сторонние проводящие части, что и основная система уравнивания потенциалов.

Допускается применение УЗО, реагирующих на дифференциальный ток.

А также ток возникающий при однофазном КЗ во взрывоопасных зонах должен превышать:

В 6 раз номинальный ток автоматического выключателя с обратозависимой характеристикой во взрывоопасном помещении.

В 4 раз номинальный ток плавкой вставки во взрывоопасном помещении

При защите автоматическими выключателями имеющими только электромагнитный расцепитель время отключения должно соответствовать данным таблицы 1.7.1

Для расчёта тока однофазного КЗ по результатам измерения сопротивления петли «фаза — нуль» используют следующую формулу:

$$Z = \frac{U}{I},$$

где Z — сопротивление петли «фаза—нуль», Ом;

U — измеренное испытательное напряжение, В (коэф. 0,9 введен для учета дуги при возникновении КЗ);

I — измеренный испытательный ток, А.

По рассчитанному току однофазного КЗ определяют пригодность аппарата защиты установленного в цепи питания электроприемника.

В системе IT время автоматического отключения питания при двойном замыкании на открытые проводящие части должно соответствовать табл. 1.7.2.

Таблица 1.7.2 Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы IT

| Номинальное линейное напряжение U_0 , В | Время отключения, с |
|---|---------------------|
| 220 | 0,8 |
| 380 | 0,4 |
| 660 | 0,2 |
| Более 660 | 0,1 |

Для определения времени отключения аппарата защиты после измерения сопротивления петли «фаза-нуль» и расчёта тока однофазного КЗ необходимо использовать время-токовые характеристики данного аппарата (смотри «Методику проведения испытаний автоматических выключателей и аппаратов управления напряжением 0,4кВ»).

УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение сопротивления петли «фаза – нуль» следует производить при положительной температуре окружающего воздуха, в сухую, спокойную погоду.

Атмосферное давление особого влияния на качество проводимых испытаний не оказывает, но фиксируется для занесения данных в протокол.

Влияние нагрева проводников на результаты измерений:

а) Рассмотрение повышения сопротивления проводников, вызванного повышением температуры.

Когда измерения проведены при комнатной температуре и малых токах, чтобы принять в расчет повышение сопротивления проводников в связи с повышением температуры, вызванного током замыкания, и убедиться для системы TN в соответствии измеренной величины сопротивления петли «фаза—нуль» требованиям таблицы 1.7.1, может быть применена нижеприведенная методика.

Считают, что требования таблицы 1.7.1 выполнимы, если петля «фаза—нуль» удовлетворяет следующему уравнению

$$Z_{S(m)} \leq \frac{2U_0}{3I_a}, \quad (E.1)$$

Где $Z_{S(m)}$ – измеренная величина сопротивления петли «фаза—нуль», Ом;

U_0 – фазное напряжение, В;

I_a – ток, вызывающий автоматическое срабатывание аппаратов защиты в течение времени, указанного в таблице 1.7.1., или в течение 5 с для стационарных электроприемников

Если измеренная величина сопротивления петли «фаза—нуль» превышает $2 U_0/3I_a$, более точную оценку соответствия требованиям таблицы 1.7.1 можно сделать путем измерения величины сопротивления петли «фаза—нуль» в следующей последовательности:

- сначала измеряют сопротивление петли «фаза—нуль» источника питания на вводе электроустановки Z_e ;
- измеряют сопротивление фазного и защитного проводников сети от ввода до распределительного пункта или щита управления;

- измеряют сопротивление фазного и защитного проводников от распределительного пункта или щита управления до электроприемника;
- величины сопротивлений фазного и нулевого защитного проводников увеличивают для учета повышения температуры проводников при протекании по ним тока замыкания. При этом необходимо учитывать величину тока срабатывания аппаратов защиты;
- эти увеличенные значения сопротивления добавляют к величине сопротивления петли «фаза—нуль» источника питания Z_e и в результате получают реальную величину Z_S в условиях замыкания.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение производится с применением приборов: М417, ЭК-200, ЭКЗ-01.

Измерение токов однофазного замыкания производится с применением прибора Щ41160.

Все приборы должны быть поверены, а испытательные установки аттестованы в соответствующих государственных органах (ЦСМ).

Порядок проведения испытаний и измерений.

Измерения производятся в строгом соблюдении с инструкцией на используемый прибор.

Подготовка и порядок работы с прибором М417:

- Установить М417 на горизонтальную поверхность.
- Обесточить проверяемый участок цепи и присоединить один из проводов прибора к корпусу испытуемого электрооборудования (РЕ-проводник), а второй к фазному проводу (провод следует отключить от нагрузки, для того, чтобы нагрузка не вносила помехи в результат измерений).
- Включить сеть, при этом должна загореться сигнальная лампа «Z=», если последняя не загорается, измерение производить **запрещается**.
- Нажать кнопку «**проверка калибровки**»
- Ручкой «калибровка» установить указатель на нуль.
- Нажать кнопку «**измерение**» и произвести отсчет по шкале прибора (при сопротивлении цепи «фаза нуль» больше 2 Ом загорается сигнальная лампа «Z> 2 Ом», если сигнальная лампа не загорается - произвести отсчёт по шкале прибора).
- Сопротивление цепи «фаза – нуль» равно показанию прибора за вычетом сопротивления соединительных проводов (0,1 Ом).
- Произвести измерения для остальных двух фаз нагрузки.

Измерение сопротивления петли «фаза-нуль» в электроустановках, где основным защитным аппаратом является автоматический выключатель, реагирующий на дифференциальный ток (УЗО), производится между фазным проводом и РЕ-проводником с предварительной шунтировкой УЗО (устройство выводится из работы на время производства измерений).

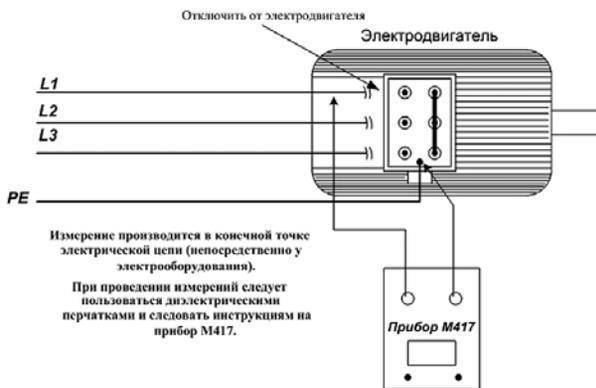


Рис.1 Схема подключения прибора М417 при измерении сопротивления петли «фаза-нуль»

Схема производства измерением с шунтированием УЗО (для примера приведена схема с одним УЗО в качестве дополнения, система TN-S) (Рис. 2).

Для измерения сопротивления петли «фаза-нуль» без шунтирования УЗО можно использовать метод разделения цепей. При этом производят два измерения: первое приборов М 417 (или аналогичным) до места установки УЗО (рисунок 3), а второе с помощью метода амперметра-вольтметра (или других приборов, способных измерить полное сопротивление цепи) и отключенном напряжении, после УЗО до крайней точки измеряемой цепи (Рис. 3).

Для замыкания цепи в розетке перед измерением можно использовать специальную вилку, которую очень просто изготовить самостоятельно (рисунок 4). Естественно перед началом измерений необходимо принять соответствующие меры безопасности и снять напряжение с цепи измерения.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

- ➔ дату измерений.
- ➔ температуру, влажность и давление
- ➔ наименование, тип, заводской номер оборудования
- ➔ номинальные данные объекта испытаний
- ➔ результаты испытаний
- ➔ используемую схему

По данным испытаний и измерений производятся соответствующие расчеты и сравнения. Вычислив ток однофазного КЗ необходимо определить время срабатывания защитного аппарата по его время-токовой характеристике, и затем дать заключение о времени срабатывания выключателя и его соответствии требованиям ПУЭ.

Цепи с применением УЗО в качестве дополнительных защитных устройств также необходимо проверять на соответствие полного сопротивления петли «фаза-нуль» и времени срабатывания защитных аппаратов, реагирующих на сверхток.

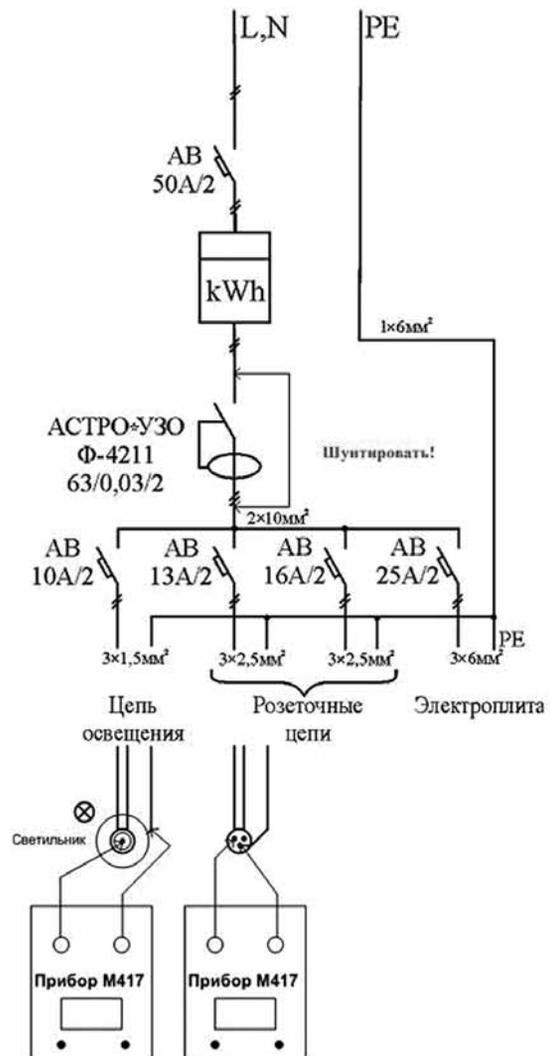


Рис. 2. Измерение сопротивления петли «фаза-нуль» методом шунтирования УЗО

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Пред началом работ необходимо:

- ➔ Получить наряд (разрешение) на производство работ
- ➔ Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду), либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).
- ➔ Подготовить необходимый инструмент и приборы.
- ➔ При выполнении работ действовать в соответствии с программами (методиками) по испытанию электрооборудования типовыми или на конкретное присоединение. При проведении высоковольтных испытаний на стационарной установке действовать в соответствии с инструкцией.

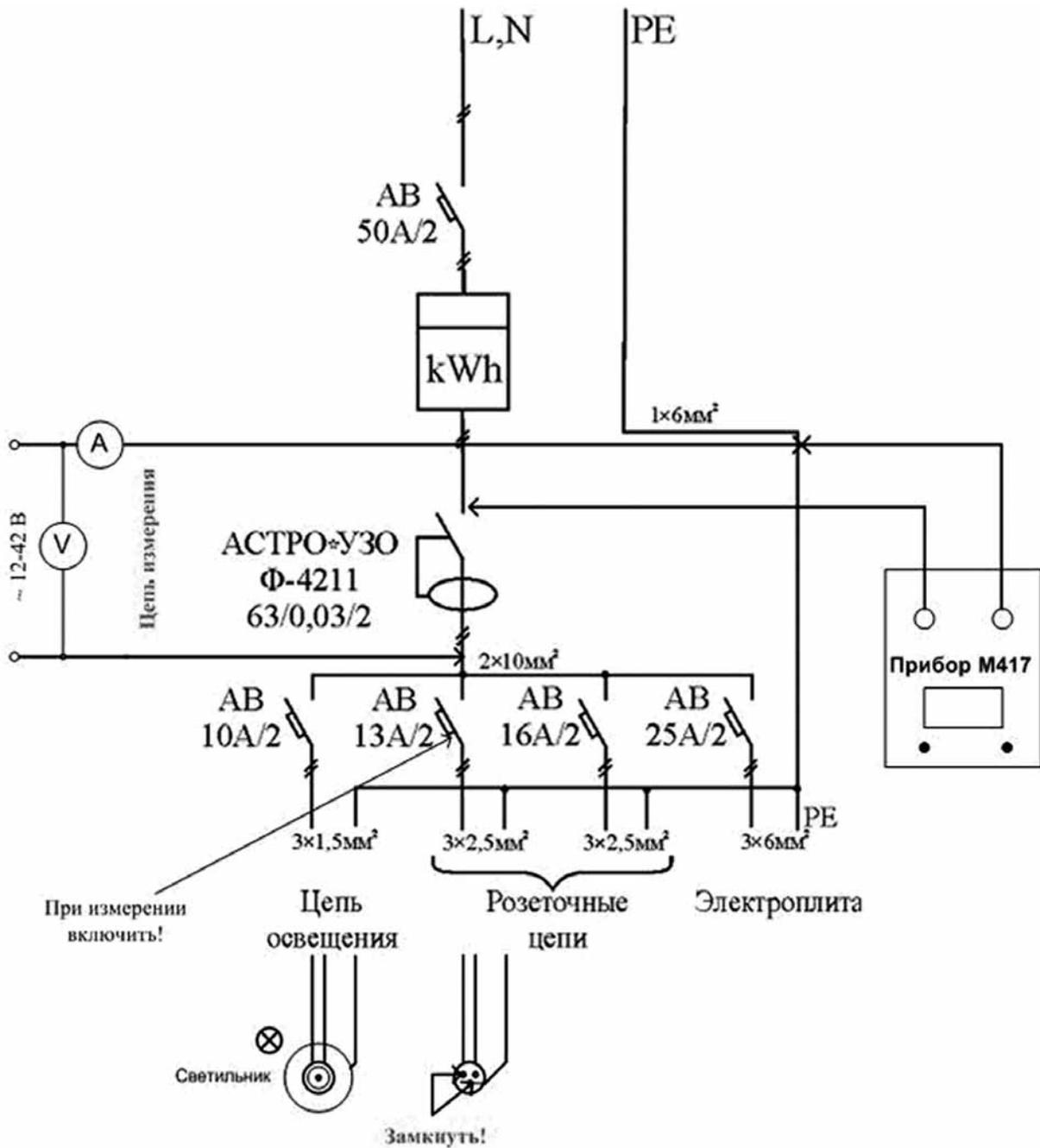


Рис. 3. Схема измерения петли «фаза-нуль» методом разделения цепей.

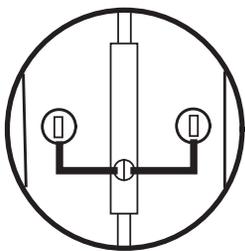


Рис. 4. Штепсельная вилка с замкнутыми выводами

→ При окончании работ на электрооборудовании убрать рабочее место, восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).

→ Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).

→ Оформить протокол на проведённые работы

Измерения сопротивления петли «фаза – нуль» необходимо производить пользуясь диэлектрическими перчатками, предварительно необходимо обесточить испытуемую цепь. Только после отключения напряжения необходимо проводить подключение прибора с последующей подачей напряжения и проведением измерения.

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Заказчик _____
 Объект _____

Дата проведения испытания:
 «__» _____ 2004г.

ПРОТОКОЛ № _____ замера сопротивления петли «фаза – нуль» и проверки срабатывания защиты силовых, осветительных сетей и электроустановок.

1. Формулы для расчёта срабатывания защиты с помощью определения тока однофазного короткого замыкания:

$I_{кз} = U_{ф} / R_{изм}$; где $I_{кз}$ – ток короткого замыкания в конце линии (А)

$U_{ф}$ – фазное напряжение сети (В)

$R_{изм}$ – измеренное сопротивление петли «фаза – нуль» (Ом)

Время отключения аппаратов защиты в сетях TN должно быть не более 5 с в цепях питающих распределительные, групповые и другие щиты и щитки, и в цепях питающих только стационарные электроприёмники от распределительных щитов, при условии наличия дополнительной системы уравнивания потенциалов; 0,4 с для всех остальных потребителей при напряжении электроустановки 380/220В

Защитные аппараты во взрывоопасных зонах должны удовлетворять условию:

$I_{кз} >= K \cdot I_{заш}$ где $I_{заш}$ – номинальный ток плавкой вставки или расцепителей автоматов

K – коэффициент, равный:

4 – для предохранителей во взрывоопасных помещениях

6 – для расцепителей автоматов, имеющих зависимость от тока характеристику во взрывоопасных помещениях

2. Данные измерений.

| № п/п | Наименование участка питающего кабеля (провода) и оборудования | Тип защитного аппарата | Ток вставки или теплового расцепителя (А) | Ток электромагнитного расцепителя (А) | Измеренные значения петли и расчётное значение тока | | Время отключения по времятоковой характеристике (с) и заключение на соответствие нормам |
|-------|--|------------------------|---|---------------------------------------|---|------------|---|
| | | | | | Соп. (Ом) | Ток КЗ (А) | |
| 1 | АВ-3 – РЩ2 лаборатория | АЕ 2046 | 63 | 756 | 0,5 | 440 | <7 (не соответствует) |
| | | | | | 0,51 | 431 | <7 (не соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <7 (не соответствует) |
| 2 | АВ-4 – шкаф управления ПУ-6 | АЕ 2046 | 16 | 192 | 1,9 | 104 | <7 (не соответствует) |
| | | | | | 1,85 | 107 | <7 (не соответствует) |
| | | | | | 1,85 | 107 | <7 (не соответствует) |
| 3 | АВ-5 – шкаф управления ПУ-3 | АЕ 2046 | 16 | 192 | 1,6 | 137,5 | <5 (соответствует) |
| | | | | | 1,55 | 142 | <5 (соответствует) |
| | | | | | 1,55 | 142 | <5 (соответствует) |
| 4 | АВ-6 – Щит вентиляции №1 | АЕ 2046 | 40 | 480 | 0,4 | 550 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,45 | 489 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,45 | 489 | <0,4 (соответствует) |
| 5 | АВ-8 – Розетка 380В лаборатория | АЕ 2046 | 16 | 192 | 0,8 | 275 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,85 | 259 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,85 | 259 | <0,4 (соответствует) |
| 6 | АВ-9 – Пожарная сигнализация | АЕ 2044 | С16 | 80 | 1,4 | 157 | <0,4 (соответствует) |
| 7 | АВ-10 – Уличное освещение | АЕ 2044 | С16 | 80 | 1,3 | 169 | <0,4 (соответствует) |
| 8 | АВ-11 – ЩАО | АЕ 2044 | С16 | 80 | 1,3 | 169 | <0,4 (соответствует) |
| 9 | АВ-12 – РЩ1 тепловой пункт | АЕ 2046 | 63 | 756 | 0,6 | 367 | <8 (не соответствует) |
| | | | | | 0,55 | 400 | <8 (не соответствует) |
| | | | | | 0,6 | 367 | <8 (не соответствует) |
| 10 | АВ-13 – Щит вентиляции №2 | АЕ 2046 | 40 | 480 | 0,5 | 440 | <2 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <2 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <2 (соответствует) |
| 11 | АВ-14 – ЩО-3 | АЕ 2046 | 16 | 192 | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |
| 12 | АВ-15 – Шкаф управления ПУ-7 | АЕ 2046 | 16 | 192 | 1,7 | 129 | <5 (соответствует) |
| | | | | | 1,65 | 133 | <5 (соответствует) |
| | | | | | 1,6 | 137,5 | <5 (соответствует) |
| 13 | АВ-16 – ЩО-1 | АЕ 2046 | 31,5 | 378 | 0,6 | 366 | <2 (соответствует) |
| | | | | | 0,6 | 366 | <2 (соответствует) |
| | | | | | 0,55 | 400 | <2 (соответствует) |
| 14 | АВ-17 – ЩО-4 | АЕ 2046 | 16 | 192 | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |
| | | | | | 0,5 | 440 | <0,4 (соответствует) |

| | | | | |
|---------|------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Отчёт № | Протокол № | Страница протокола | Страниц протокола | Страница отчёта |
| | | 1 | 2 | |

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

3. Условия окружающей среды при проведении измерений:

- 3.1. Температура воздуха +17 °С.
- 3.2. Влажность 70 %.
- 3.3. Атмосферное давление 740 мм. рт. ст.

4. Нормативный документ: ПУЭ

5. Измерительные приборы:

| Наименование | Тип | Зав.№ | Характеристики | | Дата Поверки |
|------------------|-------|-------|----------------|-------------|--------------|
| | | | Диапазон | Погрешность | |
| Измеритель петли | М 417 | | | | |

6. Заключение на соответствие требованиям НТД:

Данные измерений и испытаний не соответствуют нормам НТД

Не годно к эксплуатации

Испытания произвели:

« _____ »

« _____ »

« _____ »

« _____ »

Начальник электролаборатории

« _____ »

« _____ »

(подпись)

(фамилия)

| Страница отчёта | Протокол № | Страница протокола | Страниц протокола | Отчёт № |
|-----------------|------------|--------------------|-------------------|---------|
| | | 2 | 2 | |

Ильиных М.В.,
Сарин Л.И.
ООО «ПНП БОЛИД»

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ СРЕДСТВ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ 6, 10 КВ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗО-БУМАЖНОЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Крупные современные промышленные предприятия питаются от районных электрических сетей по ВЛ 110-220 кВ, а в ряде случаев имеют в своем составе одну или несколько собственных ТЭЦ. Связь системы электроснабжения предприятий с энергетической системой осуществляется через главную понизительную подстанцию (ГПП).

У данных предприятий имеется собственная большая разветвленная распределительная сеть 6-35 кВ протяженностью 100 и более километров, зачастую обеспечивающая энергоснабжение более мелких предприятий.

Распределительные сети 6-10 кВ – в основном радиальные и выполняются практически всегда кабельными линиями.

Состав потребителей электроэнергии на крупных предприятиях имеет достаточно широкий спектр. Из основных – это мощные двигатели 6-10 кВ приводов технологических механизмов производства и собственных нужд ТЭЦ 6-10 кВ, вентильные преобразователи для питания проводов картонно- и бумагоделательных машин, листовых и сортовых станков, в электроплавильных цехах – печи ДСП, рудно-термические печи.

Кроме того, как видно из состава оборудования, ряд потребителей электроэнергии имеет нелинейную характеристику и является источниками высших гармоник.

Наличие мощного дорогостоящего оборудования обеспечивает непрерывность производственного цикла вы-

двигает особые требования к бесперебойности электропитания и надежности работы электрооборудования.

Основные виды перенапряжений, характерных для сетей 6-35 кВ крупных промышленных предприятий целлюлозно-бумажной и металлургической промышленности.

В большинстве случаев величина емкостного тока однофазного замыкания на землю для секций подстанций крупного предприятия находится в пределах 20-80 А, но в тоже время существуют отдельные секции с малыми величинами емкостных токов от 1 до 5 А. В связи с этим сети данных классов напряжений работают в режиме компенсированной нейтрали (нейтраль сети заземлена через дугогаасящий реактор) либо изолированной нейтрали.

К наибольшим перенапряжениям в сети с изолированной и компенсированной нейтралью приводит коммутация индуктивных элементов и дуговые перенапряжения.

Наличие в сети элементов с нелинейными характеристиками и источников высших гармоник способствуют возникновению опасных для изоляции электрооборудования резонансных и феррорезонансных процессов.

При наличии ВЛ 6-10 кВ, связывающих ГПП с подстанциями сторонних потребителей, на сеть воздействуют и атмосферные перенапряжения. Грозовые перенапряжения могут также трансформироваться через силовые трансформаторы со стороны ВЛ 110-220 кВ. Защита от грозовых перенапряжений в данном докладе не рассматривается.

Перенапряжения при ОДЗ

Наибольшая доля среди всех аварийных повреждений (до 80%) связана с возникновением дуговых перенапряжений при однофазных замыканиях на землю. Такие перенапряжения часто существуют в виде переходных процессов при перемежающейся дуге и опасны для электроустановок высокими кратностями перенапряжений $U_{пер}=3-3,5U_{ф}$, своей продолжительностью и шириной охвата сети, электрически связанной с местом повреждения.

Дуговые перенапряжения приводят к перекрытию или пробоем дефектной или ослабленной (загрязненной и увлажненной) изоляции оборудования. Кроме того, воздействие перенапряжений на изоляцию способствует накоплению и развитию дефектов, что приводит к снижению уровня изоляции и повышает вероятность ее повреждения при последующих воздействиях перенапряжений.

Перенапряжения при коммутации выключателями индуктивных элементов (электрических двигателей, трансформаторов)

Опасные перенапряжения для изоляции оборудования, особенно электрических двигателей, могут возникать в период включения и отключения выключателей.

В процессе выполнения технических операций производятся включения и отключения отдельных присоединений с помощью выключателей, коммутирующих электродвигатели вместе с соответствующими питающими кабелями. Кроме того, возможны коммутации электродвигателей в процессе АВР, отключения заторможенных электродвигателей

и др. Все эти коммутационные операции сопровождаются перенапряжениями различной кратности и частоты.

Источником, создающим перенапряжения в сети, может являться сам выключатель. Уровень и вероятность появления этих перенапряжений существенно зависят от типа и качества настройки коммутационной аппаратуры.

Опасные коммутационные перенапряжения могут возникнуть как при включении, так и его отключении даже в том случае, если выключатель работает идеально: т.е. замыкание контактов происходит мгновенно (без предпробов), а размыкание - в нуле тока промышленной частоты (без повторных зажиганий и гашений дуги).

При включении электродвигателей перенапряжения в большинстве случаев не превосходят двукратных за счет удвоения перенапряжения волны, распространяющейся по обмоткам двигателя при включении первой фазы. Однако в отдельных случаях при включении второй фазы возникает волна, перезаряжающая емкость обмотки третьей фазы от $2U_{ф}$ до $-U_{ф}$ с максимальным всплеском до $-3,5U_{ф}$ на третьей разомкнутой фазе.

При включении двигателя в процессах АПВ и АВР на зажимах двигателя остается остаточное напряжение, обусловленное затухающими токами в обмотках (массива) ротора. Это напряжение может находиться в противофазе с ЭДС шин секции в момент включения двигателей. При включении фаз выключателя с разбросом во времени возможно возникновение перенапряжений кратностью до $5U_{фм}$. Включения второй и третьей фаз вызывают высокочастотные импульсы перенапряжений противоположной полярности и крутые срезы напряжений (с фронтом порядка 1 мкс до 7,0 $U_{фм}$). Эти срезы напряжения воздействуют на витковую изоляцию первых катушек электродвигателя. Регулирование разброса в моментах замыкания отдельных фаз для снижения перенапряжений должно иметь возможность регулирования в пределах хотя бы четверти периода свободных колебаний, т. е. 0,05...0,08 мс, что практически нереально.

При включении двигателя при ОЗЗ в сети возможно возникновение перенапряжений кратностью $3,5U_{фм}$.

При отключении выпавших из синхронизма (синхронных) двигателей на их изоляцию могут воздействовать перенапряжения кратностью до $5U_{фм}$.

В реальных условиях работа выключателя может существенно отличаться от идеальной, когда могут возникнуть следующие явления:

- ✘ срез тока до его нулевого значения;
- ✘ пробой межконтактного промежутка в процессе включения и отключения;
- ✘ гашение дуги высокочастотного тока переходного процесса.

Срез тока - внезапное снижение тока к нулю до его естественного нулевого значения. Это связано с нестабильностью дуговой плазмы, высокочастотными колебаниями тока и возможностью восстановления диэлектрической

прочности после прерывания тока. Все выключатели обнаруживают эти характеристики в различной степени (масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные). Особенно это присуще вакуумным выключателям. Вакуумные выключатели создают нестабильную дугу при высокочастотном характере изменения тока с последующим очень быстрым его прерыванием.

Срез тока зависит от многих факторов, таких как: величина отключаемого тока, характеристики цепи, сосредоточенная емкость параллельно выключателю, момент отделения контактов, конструкция аппарата и имеет статистическую природу.

Перенапряжения на зажимах двигателя могут достигать $(6\div 7)U_{ФМ}$ и даже более.

Эскалация перенапряжений возможна как при коротких, так и при длинных кабельных присоединениях, при отключении как маломощных, так и мощных двигателей. Возможность эскалации определяется сочетанием характеристик вакуумной камеры и присоединения с двигателем.

Частота высокочастотной составляющей

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_k \cdot C_\phi}}$$

где L_k - индуктивность кабеля; C_ϕ - суммарная емкость на землю фазы кабеля и двигателя.

Увеличение длины кабеля уменьшает частоту восстанавливающегося напряжения и при прочих равных условиях увеличивает вероятность отключения без повторных зажиганий (или при меньшем их числе). Увеличение мощности электродвигателя (при той же длине кабеля) увеличивает частоту свободных колебаний процесса и скорость восстановления напряжения на контактах ВВ.

С увеличением мощности двигателя и уменьшением длины кабеля растет количество повторных зажиганий дуги в выключателе, что приводит к увеличению перенапряжений на двигателе. Большая мощность двигателя и меньшая длина кабеля соответствуют меньшим значениям индуктивности двигателя и емкости кабеля на землю. Это приводит к увеличению частоты собственных колебаний схемы, большей скорости роста ПВН и возрастанию количества повторных зажиганий дуги в камере определяет рост перенапряжений на двигателе. Таким образом, максимальные перенапряжения будут наблюдаться на присоединениях с малыми длинами кабеля и мощными двигателями.

Высокие частоты собственных колебаний, сопровождающие процессы при отключениях двигателей ВВ, могут привести к повреждению витковой изоляции двигателей. Неравномерность распределения напряжения по обмотке приводит к появлению на отдельных частях обмотки значительных перенапряжений, которые могут привести к ее повреждению или ускорению процесса старения изоляции обмотки. Наибольшие витковые перенапряжения возникают в начале и конце обмотки. Следует отметить, что в практике эксплуатации при отключении двигателя вакуумны-

ми выключателями достаточно часто наблюдается повреждение именно витковой изоляции статора.

Перенапряжения в сети 6 кВ при феррорезонансных явлениях

На секциях шин, работающих в режиме разземленной нейтрали, достаточно часто создаются условия возникновения феррорезонанса. Толчком для феррорезонанса может являться любое аварийное и коммутационное перенапряжение. На напряжении 6 кВ таким толчком может быть кратковременное ОЗ, в результате которого происходит смещение нейтрали и повышение напряжения здоровых фаз до линейного. В сетях с изолированной или заземленной через дугающий реактор нейтралью феррорезонанс может развиваться при наличии индуктивности с насыщающимся сердечником, включенной параллельно фазной емкости сети на землю. Такой индуктивностью может служить обмотка трансформатора напряжения, реже обмотка силового трансформатора блока или трансформатора собственных нужд.

Устойчивый феррорезонанс возможен при выполнении условий равенства реактивных параметров схемы на конкретном уровне перенапряжений и выполнении условий по балансу энергии. При попадании значения емкости шин в диапазон среза феррорезонансные перенапряжения имеют максимальное значение и достигают величин $U_{макс} \geq 3U_{ф}$.

Перенапряжений при резонансных явлениях в сети с ДГР

При установке ДГР схема сети представляет собой резонансный контур, в котором возможны значительные повышения напряжения на индуктивности катушки.

Повышение напряжения на реактированной нейтрали в нормальном режиме происходит за счет резонанса напряжений в контуре: емкость линии – индуктивность ДГР. В цепь протекания токов входит индуктивность трансформатора, в нейтраль которого подключен ДГР.

При резонансном заземлении и большой добротности реактора $q = X_p/R_p$ напряжение на нейтрали может быть определено упрощенно по выражению $U_N \approx q \cdot U_{Nxx}$.

Поскольку добротность ДГР весьма велика (50-100), то даже при небольшой несимметрии сети при точной настройке катушки (или при попадании настройки катушки в резонанс), на нейтрали и, следовательно, на фазах могут возникнуть опасные перенапряжения.

В нормальном режиме эксплуатации смещение нейтрали может возникнуть в основном из-за различия емкости фаз ВЛ.

Значительное смещение нейтрали может возникнуть при попадании схемы в резонанс в случаях возникновения неполнофазных режимов подключения всей емкости сети, например, неполнофазном включении и отключении фаз выключателя линии.

Перенапряжений при ультрагармоническом резонансе

Существование высших гармоник в электрической сети в сочетании с возникновением однофазного дугового замыкания (ОДЗЗ) или неполнофазного режима в электриче-

ской сети 6-10 кВ может привести к появлению ультрагармонического резонанса, сопровождающегося значительным повышением напряжения в ряде случаев до $(4\div 5)U_{ФМ}$ и более, с последующим пробоем изоляции.

Защита от внутренних перенапряжений

Ограничение внутренних перенапряжений можно проводить различными способами: использовать заземляющие дугогасящие реакторы, резистивное заземление нейтрали, ОПН и разрядники вентильные (РВ), резисторы, шунтирующие дугогасящие промежутки выключателей, RC-цепочки ограничивающие коммутационные перенапряжения при отключении вакуумными выключателями ненагруженных трансформаторов и электродвигателей, управление моментом замыкания контактов выключателя при включении и отключении и т.д.

В табл.1 приведены уровни коммутационных перенапряжений в сетях 6-35 кВ при коммутациях и однофазных дуговых замыканиях на землю устройства для их ограничения.

При рассмотрении вопросов защиты от перенапряжений при ОДЗ следует отметить, что традиционное применение в отечественных сетях 6-35 кВ исключительно схем с изолированной и компенсированной нейтралью не во всех случаях является оправданным. Мировой практикой накоп-

лен большой опыт эксплуатации сетей среднего класса напряжения с различным режимом заземления нейтрали. Активно-индуктивное заземление нейтрали позволяет сохранить преимущества схем с компенсированной нейтралью, связанные с ограничением токов однофазного замыкания на землю. Вместе с тем кардинально решается проблема дуговых и феррорезонансных перенапряжений. Все это дает возможность сократить значительную часть поврежденной изоляции оборудования.

В седьмой редакции ПУЭ глава 1.2.16 разрешается применять заземление нейтрали сети через резистор, что позволяет кардинально решить проблемы дуговых и феррорезонансных перенапряжений, сокращая повреждения изоляции высоковольтного оборудования.

Резистивное заземление создает условия для быстрого и надежного определения места повреждения.

В качестве мер защиты оборудования от коммутационных перенапряжений могут быть использованы нелинейные ограничители перенапряжений и RC-цепочки.

Для надежной защиты изоляции двигателей от перенапряжений и ОПН и RC-цепочку необходимо устанавливать непосредственно на выводах двигателя.

Таблица 1. Уровни коммутационных перенапряжений в сетях 6-35 кВ при коммутациях и однофазных дуговых замыканиях на землю и устройства для их ограничения

| п/п | Вид коммутации | Максимальная кратность неограниченных перенапряжений | Рекомендуемый уровень ограничения | Устройства для ограничения перенапряжений |
|-----|---|--|-----------------------------------|--|
| 1 | Включение ВЛ и КЛ в нормальном симметричном режиме | 2,0 | - | резисторы, шунтирующие дугогасящие промежутки |
| 2 | Включение ВЛ и КЛ при наличии в сети ОЗЗ | 3,0-3,5 | 2,6-2,8 | ДГР Резистор в нейтрали ОПН |
| 3 | Отключение ненагруженных ВЛ и КЛ | 4,0-4,3 | 2,6-2,8 | ДГР Резистор в нейтрали ОПН |
| 4 | Отключение ненагруженных трансформаторов | 5,0-6,0 | 3,0-4,3 | ДГР Резистор в нейтрали ОПН |
| 5 | Отключение двойного замыкания на землю | 3,3 | 2,6-3,0 | Релейная защита ОПН |
| 6 | Включение электродвигателей при нормальном режиме сети 6-10 кВ | 3,0-3,1 | 2,6-2,8 | ОПН + Резистор в нейтрали |
| 7 | Включение электродвигателей при наличии в сети 6-10 кВ ОЗЗ | 3,4 | 2,6-2,8 | ДГР Резистор в нейтрали РВ RC-цепочка |
| 8 | Включение электродвигателей в процессе АВР и АПВ в сети 6-10 кВ | 4,2 | 2,6-2,8 | ОПН + Резистор в нейтрали |
| 9 | Отключение вращающихся электродвигателей 6-10 кВ | 4,0-5,0 | 2,6-2,8 | ОПН + Резистор в нейтрали |
| 10 | Отключение заторможенных электродвигателей 6-10 кВ | 5,0-6,0 | 2,6-2,8 | ОПН + Резистор в нейтрали |

В случае больших длин кабеля установка ограничительных аппаратов непосредственно за выключателем присоединения (в начале кабеля), может оказаться неэффективной, так как за счет волновых процессов в протяженном кабеле напряжение на двигателе превышает напряжение в месте установки ограничительного аппарата на $20 \div 30\%$.

Осциллограмма процесса при установке на присоединении ОПН показывает, что ОПН ограничил перенапряжения на корпусной изоляции двигателя до допустимого значения. Однако, поскольку ОПН «подключается» лишь при определенном повышении напряжения на двигателе, он практически не сказывается на начальной стадии процесса, характеризующейся достаточно высокими частотами, а следовательно, и возможными значительными перенапряжениями на витковой изоляции двигателя.

Применение же RC-цепочки существенно влияет на изменение частоты собственных колебаний процесса при отключении тока промышленной частоты. Поэтому вероятность повторных зажиганий дуги в ВДК при оснащении двигателя RC-цепочкой снижается.

Конденсаторы снижают волновое сопротивление цепи, ограничивая перенапряжения, вызванные срезом тока. Резисторы способствуют затуханию высокочастотного тока, уменьшают вероятность повторных зажиганий, ограничивают воздействие на другие фазы.

Если же при относительно низкой скорости восстановления электрической прочности в ВДК даже при установке RC-цепочки произойдет повторное зажигание дуги, то на дальнейший характер процесса, характеризующийся весьма высокими частотами собственных колебаний, RC-цепочка практически не оказывает влияния.

В связи с этим параметры RC-цепочки выбираются исходя из условия отсутствия повторного зажигания дуги в ВДК.

ОПН или RC-цепочки, установленные непосредственно у зажимов двигателя, позволят избежать возможных опасных перенапряжений, возникающих как при отключениях, так и включениях присоединений с двигателями.

RC-цепочка, в отличие от ОПН, позволяет существенно ограничить крутизну импульса, а, следовательно, и возможные значительные перенапряжения на витковой изоляции двигателя.

Режим заземления нейтрали 6 кВ практически не сказывается на уровнях высокочастотных коммутационных перенапряжений.

Следует отметить также, повсеместный переход от рядников к нелинейным ограничителям перенапряжений (ОПН) породил проблему повышенной аварийности ОПН в сетях 6 ч 35 кВ при дуговых замыканиях на землю. Длительные воздействия дуговых перенапряжений при отсутствии средств их подавления приводят к необходимости применения ОПН с высоким уровнем ограничения, что снижает их эффективность при коммутационных перенапряжениях. В противном случае, при некачественном подходе к

выбору ОПН, они не выдерживают режима ОДЗ и выходят из строя, зачастую с развитием аварии.

Опыт эксплуатации ограничителей в сетях с разземленной нейтралью показывает случаи повреждения ОПН в режиме длительного однофазного замыкания. Такие случаи приведены в информационных материалах Башкирэнерго, Челябинэнерго, Саратовэнерго, Кузбассэнерго, Новосибирскэнерго.

В сетях, работающих в режиме разземленной нейтрали, режимы длительного дугового замыкания могут привести к тепловой нестабильности ОПН. В этом случае использование ОПН возможно только при совместном подключении к нейтралю резисторов для ограничения дуговых перенапряжений.

Общие положения по комплексному подходу к выбору средств ограничения перенапряжений в сетях крупных промышленных предприятий

Эффективная система защиты электрических сетей 6-10 кВ, содержащих электрические двигатели, может быть выполнена с помощью следующих мероприятий взаимно дополняющих друг друга:

- ✘ оснащение нулевой точки сети высокоомным резистором для исключения опасных перенапряжений при ОДЗ, охватывающих все оборудование сетей, а также эффективного подавления различных резонансных и феррорезонансных процессов, (при больших величинах емкостных токов однофазного замыкания на землю резистор устанавливается параллельно ДГР);

- ✘ оснащение присоединений с двигателями защитными аппаратами (ОПН или RC-цепочками), устанавливаемыми преимущественно непосредственно у двигателей для обеспечения надежной эксплуатации корпусной и витковой изоляции статора двигателей при их коммутациях.

Исходя из выше изложенного при выборе аппаратов для защиты от перенапряжений в сети 6 кВ, содержащих электрические двигатели, может быть принят следующий ряд уровней ограничения перенапряжений (в долях амплитуды наибольшего фазного рабочего напряжения $U_{фм}$ ампл = $6,3 \cdot \sqrt{2/\sqrt{3}} = 5,14$ кВ):

- ✘ ограничение перенапряжений при ОДЗ за счет оснащения нулевой точки сети высокоомным резистором - 2,4-2,6 о.е. (12,33-13,34 кВ);

- ✘ ограничение перенапряжений при коммутации электрических двигателей за счет установки ОПН или RC-цепочек - корпусной изоляции на уровне 2,7-2,8 о.е. (13,8-14,4 кВ) и витковой на уровне 4,3-5,6 о.е. (22,1-28,8 кВ).

При резистивном заземлении нейтрали в случае возникновения дуговых замыканий резистор обеспечивает быстрый разряд емкости здоровых фаз и тем самым устраняет эскалацию роста напряжения нейтрали и фаз. Резистор должен выбираться из условия снижения напряжения на нейтрали между дуговыми пробоями до значения, исключающего эскалацию перенапряжений при последующих пробоях ослабленной изоляции аварийной фазы.

Для вывода нейтральной точки сети 6 кВ секции предлагается использовать ФМЗО-40/6.

В случае установки на двигателях RC-цепочек емкостный ток однофазного замыкания на землю существенно увеличится, что соответственно приведет к уменьшению требуемого номинала резистора для заземления нейтрали сети.

Номинал резистора должен также выбираться с учетом обеспечения подавления резонансных и и феррорезонансных процессов.

Номинал резистора может быть выбран не только по условию ограничения дугowych перенапряжений, но и условию устойчивого срабатывания защит от однофазных замыканий на землю.

Измерение перенапряжений при опытных коммутациях в реальных сетях и моделирование процессов возникновения и распространения перенапряжений позволяют выявить причины их возникновения и выбрать мероприятия по их ограничению.

Работы с использованием комплексного подхода к выбору средств ограничения перенапряжений были выполнены для ОАО «Сегежского ЦБК и ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова».

Для данных предприятий был выполнен анализ сети для различных нормальных и ремонтных режимов, определены расчетным путем, а также с помощью экспериментальных замеров величины емкостных токов однофазного замыкания на землю, выданы рекомендации по ведению компенсации емкостного тока однофазного замыкания на землю, разработаны рекомендации и мероприятия для ограничения перенапряжений.

Проведенный анализ переходных процессов в сети ГРУ и СН 6 кВ ОАО «Сегежского ЦБК, сети 6 кВ ГПП-1 и ГПП-2 ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова» показал, что в процессе эксплуатации возможно возникновения опасных для изоляции электрических машин перенапряжений при ОЗЗ и коммутации вакуумных выключателей. В связи с этим необходима разработка и реализация специальных мероприятий для ограничения опасных перенапряжений.

Результаты экспериментальных замеров токов ОЗЗ показали наличие в токе значительной доли высших гармоник.

При наличии в токе значительной доли высших гармоник:

- ✘ величины тока, полученные с помощью стрелочных и цифровых амперметров, недостоверны и не могут быть использованы для настройки тока компенсации ДГР;
- ✘ определение емкостного тока ОЗЗ (тока компенсации ДГР) необходимо производить на основании осциллограмм с выделением гармоники 50 Гц и вычисления ее значения;
- ✘ величины емкостного тока ОЗЗ, полученные на основании замеров напряжения смещения нейтрали с сети с ДГР, являются достаточно достоверными.

Настройка тока компенсации ДГР может быть проведена с достаточной степенью точности по величинам емкостных токов, полученных расчетным путем с учетом реального состояния сети.

Для 4 контрольных точек в нормальном режиме работы сети 6 кВ ОАО «Сегежского ЦБК качество электроэнергии

соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения и по коэффициентам n -ой гармонической составляющей, отклонениям частоты и коэффициенту несимметрии напряжения по обратной последовательности. По отклонению напряжения КЭ соответствует требованиям ГОСТ 13109-97 для контрольных точек 17Ш, 18Ш, 1ШЛ, не соответствует - для 4ШЛ.

Коэффициенты n -ых гармонических составляющих напряжения для средних значений не превышают 1,2 %, а для максимальных значений 1,9 %. Наиболее существенные гармоники напряжения ($KU_{i\max}$) – 3-я (до 1,637 %), 5-я (до 0,59 %), 7-я (до 0,672 %), 9-я (до 0,938). 11-я (до 1,891), 13-я (до 1,473).

В результате выполненной работы по исследованию перенапряжений и выбору параметров устройств для ограничения перенапряжений были предложены следующие меры ограничения перенапряжений в сети 6 кВ ОАО «Сегежского ЦБК»:

1. Для защиты секций шин 6 кВ от перенапряжений при однофазных дугowych замыканиях на землю и резонансных явлениях рекомендуется для их эффективного ограничения выполнить резистивное заземление нейтрали сети с помощью резисторов номиналом 300 Ом, устанавливаемых параллельно ДГР.

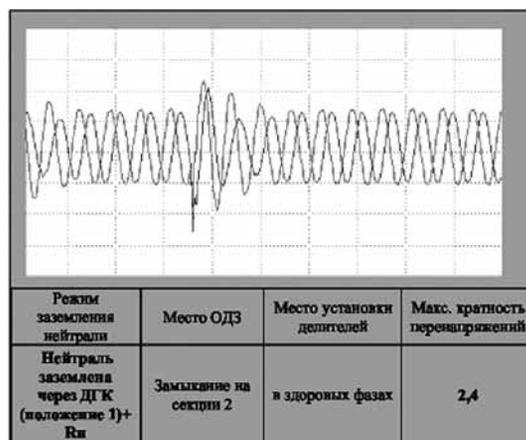
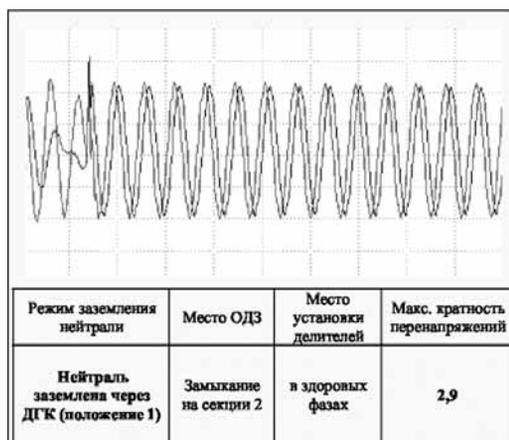
Проведенный анализ повышения селективности определения аварийного фидера существующими вариантами защит показал, что установка заземляющего резистора 300 Ом повышает эффективность функционирования защит от ОЗЗ.

2. Применение ОПН для защиты изоляции ДЭ не снижает вероятности возникновения повторных зажиганий дуги и не исключает возможности падения на обмотку двигателя волны напряжения с крутым фронтом. Установка же демпфирующей RC-цепочки приводит как к более глубокому ограничению уровней перенапряжений, так и к существенному снижению количества повторных зажиганий дуги, облегчая тем самым нагрузку на витковую изоляцию ДЭ и снижая интенсивность её старения.

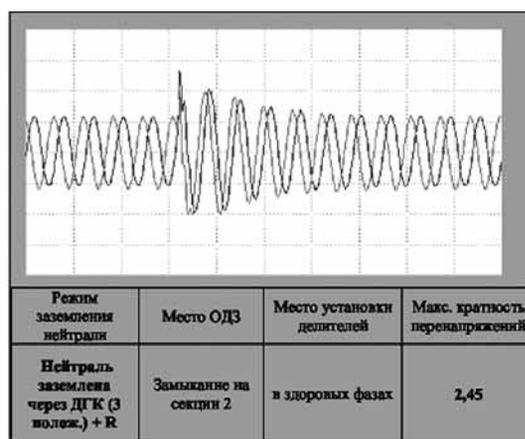
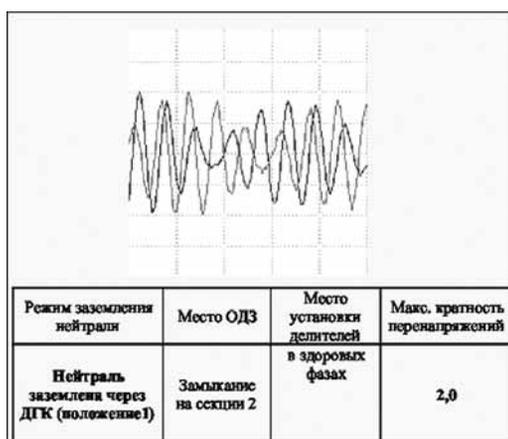
3. Установить на зажимах ответственных двигателей защитные RC-цепочки.

4. Установить по возможности на зажимах всех остальных двигателей ОПН. Надежная защита изоляции ДЭ достигается при установке ОПН непосредственно у двигателя, например, аппаратов фирмы «ФЕНИКС-88 ОПН-6/6,5-10(I) УХЛ1, продукция которой отличаются высоким качеством и надёжностью.

5. Надежная эксплуатация витковой изоляции ДЭ может быть достигнута лишь при отсутствии повторных зажиганий дуги в ВДК, т.е. при использовании камер с высокой начальной скоростью восстановления электрической прочности межконтактного промежутка (порядка 60-80 кВ/мс). В связи, с чем может быть рекомендовано в дальнейшем при замене выключателей приобретать аппараты с гарантированной высокой начальной скоростью восстановления электрической прочности межконтактного промежутка ВДК.



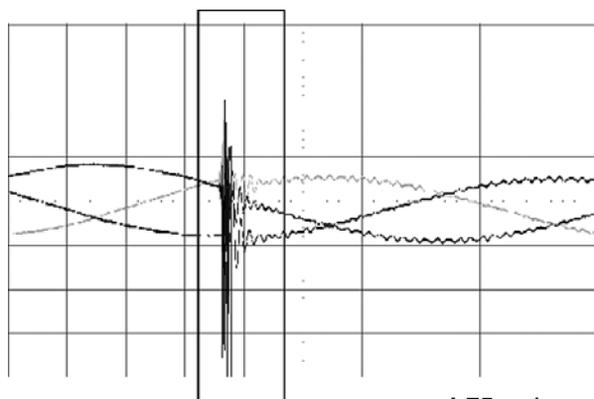
Характерные экспериментальные осциллограммы перенапряжений в фазах А и С при искусственном ОДЗ в сети 35 кВ ПС Тисульская



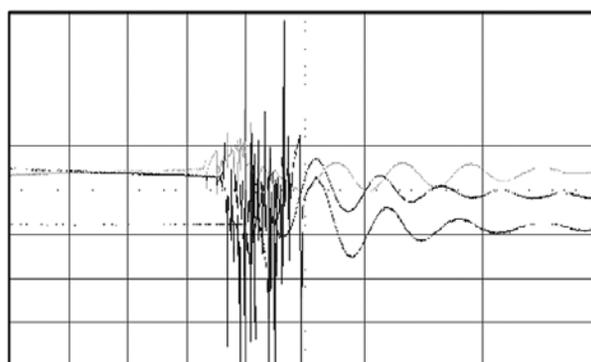
процесс восстановления фазных напряжений происходит через биения

процесс восстановления фазных напряжений происходит без биений

Характерные экспериментальные осциллограммы перенапряжений в фазах А и С при искусственном ОДЗ в сети 35 кВ ПС Тисульская



1,75 мс/дел
6,7 кВ/дел



0,206 мс/дел
6,7 кВ/дел

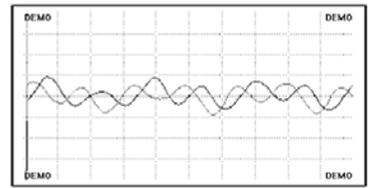
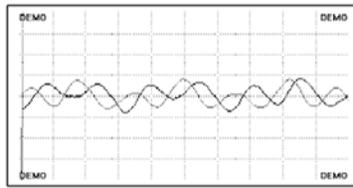
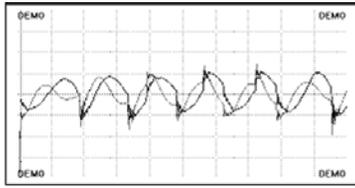
Осциллограмма переходного процесса при отключении двигателя КН-2А (максимальная кратность перенапряжения 5,2Uф).

Замыкание на землю

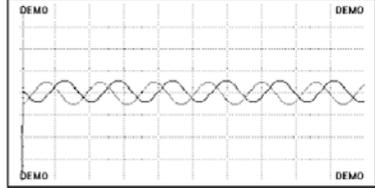
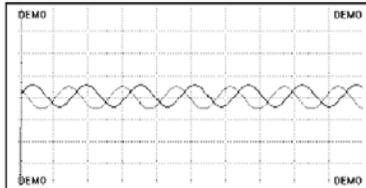
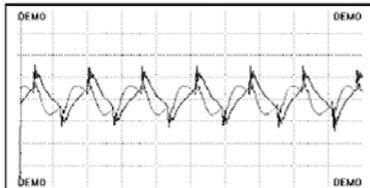
Отключение замыкания на землю

Последняя регистрация в опыте

Изолированная нейтраль



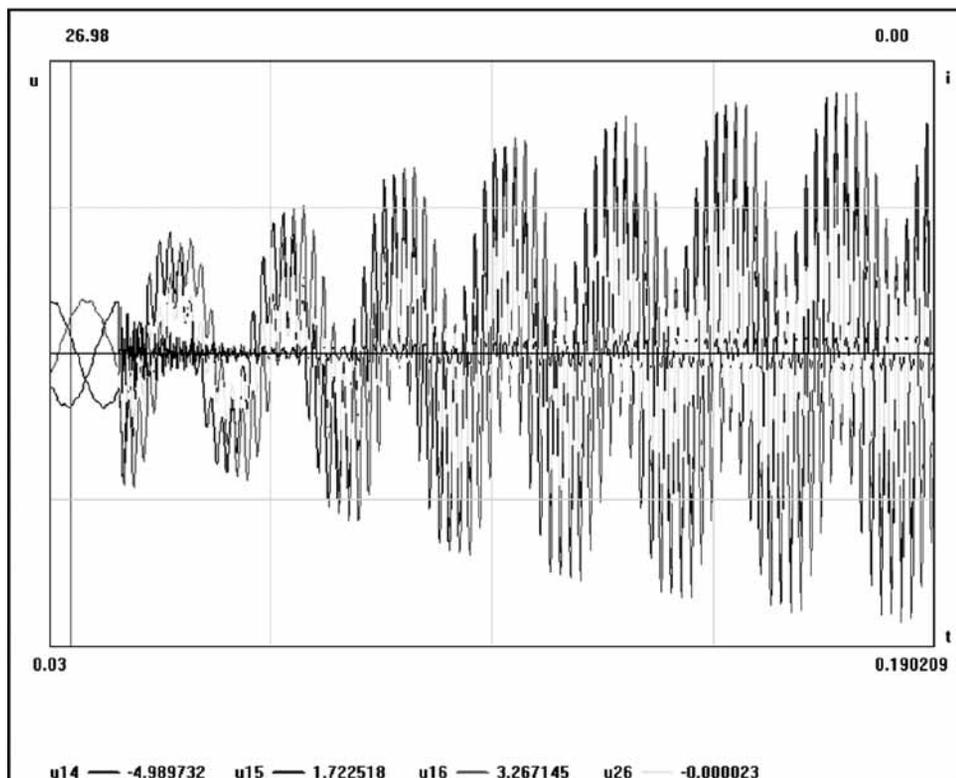
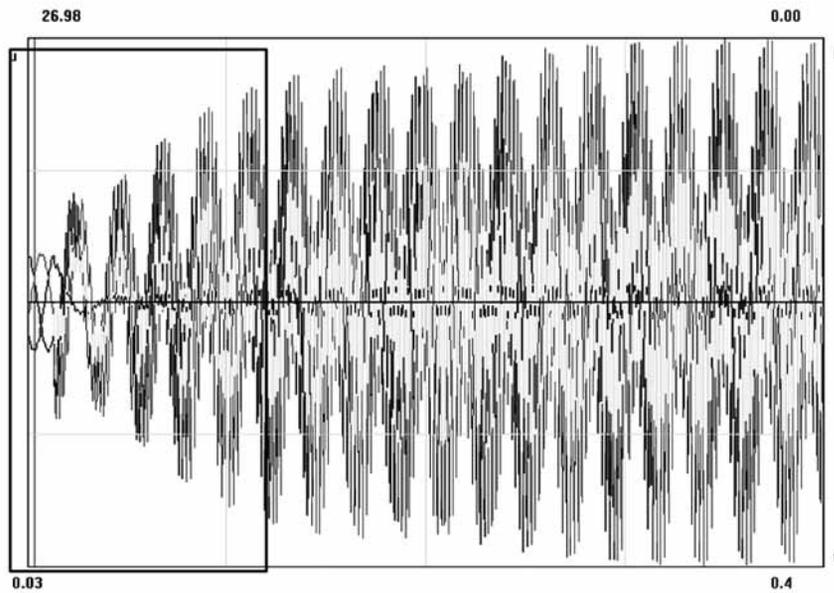
УЗН включено



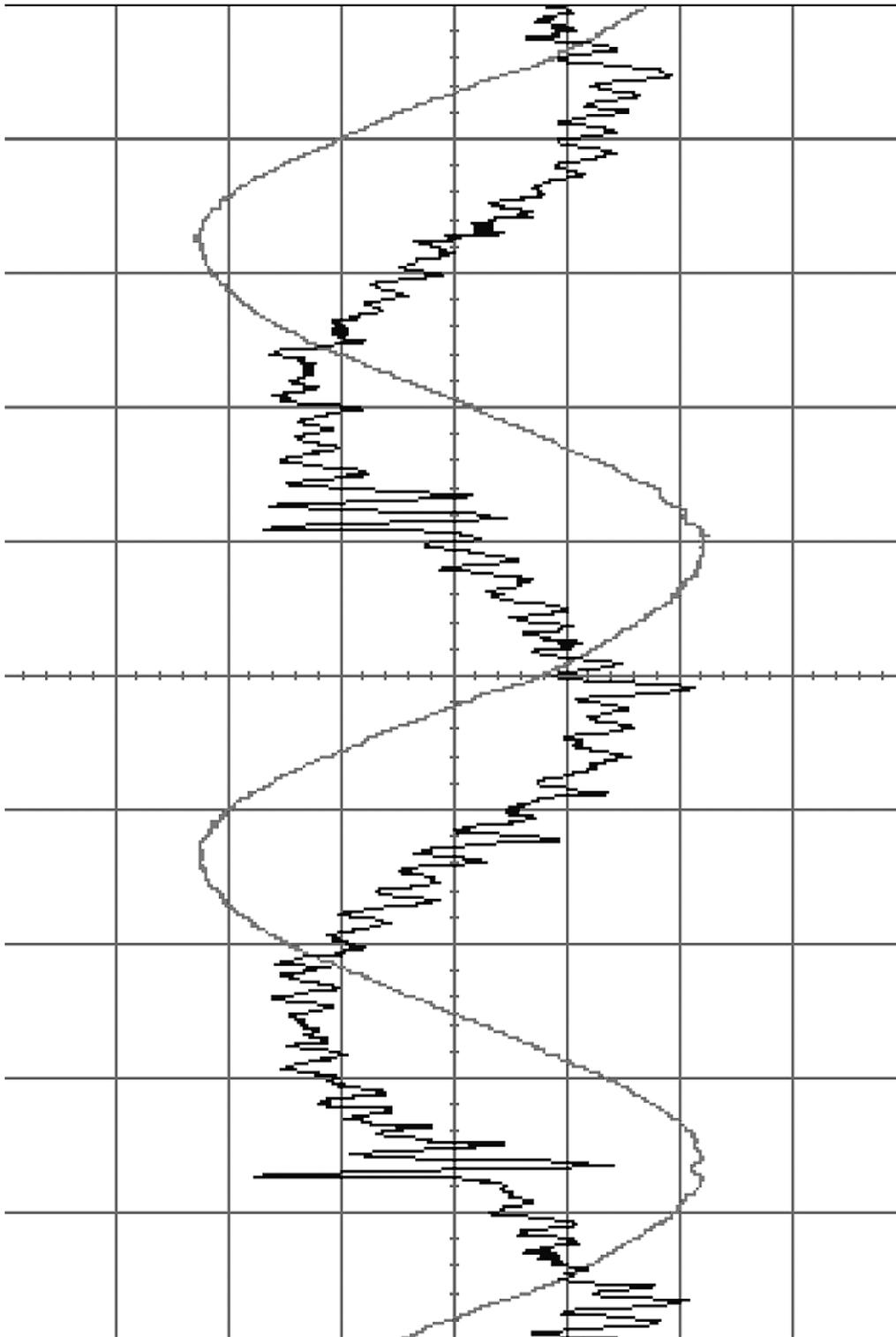
Феррорезонанс ТН

Результаты измерений напряжения на нейтрали ПС Макаракская

| Схема включения | Подключение резистора к Т-2-10 | U ₀ , В | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|
| | | Положение переключателя ДГР, ток | | | | |
| | | 5 I=12,2 А | 4 I=10,6 А | 3 I=9,2 А | 2 I=7,7 А | 1 I=6,2 А |
| МСВ-35 откл. ЛЭП-Т-8 вкл. ЛЭП-Т-Б вкл. ЛЭП-Т-К вкл. ЛЭП-Б-К откл. | отключен | 760 | 1000 | 2200 | 18000 (сигнал "земля") | 2200 |
| | подключен | 700 | 820 | 1100 | 1200 | 1050 |
| МСВ-35 откл. ЛЭП-Т-8 вкл. ЛЭП-Т-Б + + ЛЭП-Б-К вкл. ЛЭП-Т-К вкл. | отключен | 1400 | 2600 | 22000 (сигнал "земля") | 2300 | 1200 |
| | подключен | 900 | 1100 | 1300 | 1200 | 900 |
| Т-1-10 35 кВ откл. МСВ-35 вкл. ЛЭП-Т-8 вкл. ЛЭП-Т-Б + + ЛЭП-Б-К вкл. ЛЭП-Т-К вкл. | отключен | 2800 (сигнал "земля") | 15000 (сигнал "земля") | 3400 | 1600 | 1100 |
| | подключен | 1400 | 1500 | 1400 | 1100 | 870 |
| Т-1-10 35 кВ откл. МСВ-35 вкл. ЛЭП-Т-8 вкл. ЛЭП-Т-Б вкл. ЛЭП-Т-К вкл. ЛЭП-Б-К откл. | отключен | 1300 | 2300 | 15000 (сигнал "земля") | 3200 | 1500 |
| | подключен | 950 | 1200 | 1400 | 1300 | 1000 |



Расчетная осциллограмма развитие резонансного процесса на 11-ой гармонике вследствие возникновения в электрической сети 6 кВ металлического замыкания на землю (амплитуда гармоники 5% основного напряжения).



Ток 033 и 3Уо ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова»



СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПОМОГАЕТ ПРИНЯТЬ РЕШЕНИЕ

Правильно подобрать новое оборудование не просто. На рынке представлено множество идентичных конкурирующих продуктов различных производителей, и принятие решения требует скрупулезного всестороннего анализа.

Сравнение цен на оборудование недостаточно для принятия столь важного решения. Компания Grundfos рекомендует воспользоваться анализом стоимости жизненного цикла, этот метод даст Вам ответ, какая покупка станет для Вас удачным вложением денег и поможет сделать выбор.

ЧТО ТАКОЕ СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА?

Стоимость жизненного цикла — складывается из многих составляющих: затрат на покупку оборудования, его монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание в течение всего срока службы оборудования. Это четкий и ясный метод сравнения и оценки всех компонентов уравнения стоимости жизненного цикла.

Расчет стоимости жизненного цикла является прекрасным инструментом для выбора более экономичного решения из нескольких альтернатив при ограниченном количе-

стве данных. Стоимость жизненного цикла - отнюдь не изобретение Grundfos. Руководство по анализу стоимости жизненного цикла было разработано Институтом Гидравлики, компанией Engorimpr и Отделом Промышленных Технологий Министерства Энергетики США.

УРАВНЕНИЕ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

Анализ стоимости жизненного цикла состоит в рассмотрении всех компонентов и их суммированию.

$$C_{жц} = C_{и} + C_{м} + C_{э} + C_{эксп} + C_{т.о} + C_{п} + C_{эк} + C_{у}$$

Это уравнение содержит много различных параметров, и разные условия эксплуатации определенным образом влияют на целостную картину

$C_{и}$ — первоначальные инвестиции (затраты на покупку оборудования)

$C_{м}$ — затраты на монтаж и пуск в эксплуатацию — важен для сравнения типов, моделей и количества необходимого оборудования

$C_{э}$ — затраты на электроэнергию в расчете на весь срок службы

$C_{\text{Эксп}}$ – эксплуатационные затраты — важно учитывать, если сравниваемое оборудование при эксплуатации требует постоянного присутствия обслуживающего персонала

$C_{\text{т.о}}$ – затраты на техническое обслуживание в расчете на весь срок службы

$C_{\text{п}}$ – затраты, связанные с простоем оборудования, – важно учитывать, если поломка оборудования повлечет за собой дополнительные затраты.

$C_{\text{эк}}$ – затраты на экологию

$C_{\text{у}}$ – затраты на вывод из эксплуатации и утилизацию.

Три компонента этого уравнения требуют наиболее детального рассмотрения, так как оказывают решающее влияние на принятие решения о покупке того или иного оборудования.

$C_{\text{и}}$ – первоначальные инвестиции (затраты на покупку)

Сравниваемые цены на покупку оборудования обязательно должны учитываться при расчете стоимости жизненного цикла

Затраты на покупку включают в себя все оборудование, необходимое для работы системы, и часто это не только покупка насоса. Это приобретение такого оборудования, как частотный преобразователь, блок управления, датчи-

ки, клапаны и плиты-основания, здесь также должны учитываться скидки на покупку.

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию в расчете на весь срок службы.

Эта величина также должна учитываться при анализе стоимости жизненного цикла, так как оказывает решающее влияние на результат.

Характеристики насоса в значительной степени зависят от системы, в которой они установлены. Выбранный насос должен иметь максимальный КПД в той рабочей точке, в которой он работает наиболее продолжительное время. Так что насос с самой низкой ценой покупки может стать самым дорогостоящим выбором при длительной эксплуатации.

$C_{\text{м}}$ – затраты на монтаж и пуск в эксплуатацию.

Этот параметр также должен обязательно учитываться в расчетах, причем сравниваемое оборудование не обязательно должно быть идентично.

Насосы с мокрым ротором имеют средний срок службы – 10 лет и, как правило, не требуют технического обслуживания. Насосы с сухим ротором прослужат 20 лет, но при этом требуют регулярного технического осмотра. «Ново-



**Большаков О.В.,
начальник отдела инжиниринга
Эльстер Метроника**

УЧЕТ ОБХОДНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ И ДРУГИХ ИЗМЕНЕНИЙ СИЛОВОЙ СЕТИ

Устройством учета электроэнергии принято считать счетчик. Данные, полученные от счетчиков, суммируют, вычитают и получают в итоге значения электроэнергии для расчетов между хозяйствующими субъектами. Однако, иногда информации от счетчиков недостаточно для проведения расчетов, так как за расчетный период (например, месяц) происходили изменения силовой электрической схемы, что изменяет алгоритм обработки показаний счетчиков для получения коммерческих показателей.

Рассмотрим существующие и предложим новые способы учета изменений электрической схемы при проведении расчетов за электроэнергию. В качестве критериев оценки этих способов примем во внимание следующие три задачи, которые необходимо решить при использовании данных, полученных со счетчиков электроэнергии.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Первый – данные счетчиков должны быть защищены от искажений. Второй – данные счетчиков должны быть защищены от несанкционированного доступа (коммерческая информация может обладать статусом для служебного пользования). И, наконец, третий – придание статуса финансовой законности данной информации.

Проблема неискаженной передачи данных решается так же, как и в любой другой информационной системе, средствами протоколов с защитой информации контрольной

суммой блока. В этом методе защиты используются разные полиномы и разрядность контрольной суммы. Использование 16-ти битовой контрольной суммы позволяет снизить вероятность ошибочного приема блока до 2×10^{-14} . Если использовать 32-битовую контрольную сумму, то вероятность приема ошибочной информации становится исчезающе мала.

Защищенность от несанкционированного доступа обеспечивается преобразованием информации к нечитаемому виду - шифрованием. Тогда любой пользователь, не имеющий пароля (кодовой строки), не может осуществить обратное преобразование информации и прочесть ее. Есть алгоритмы защиты от доступа к информации с открытым и закрытым ключом, рассчитанные на блоки информации и на потоки, но в конечном итоге все алгоритмы работают с порциями информации.

Придание информации статуса финансовой законности включает в себе идентификацию места зарождения информации, ее консолидацию с другими информационными потоками и меру ответственности организаций и отдельных людей за процессы ее появления, передачи и использования. Понятие статуса включает в себя методы измерения, договорные аспекты (точки измерения и поставки), поверку оборудования, соблюдение регламентов эксплуатации и финансовую ответственность.

Важную роль играет возможность запросить повторно информацию, которая вызвала подозрение, из первичных устройств – счетчиков. Это позволяет проверить правильность любой полученной информации в любой момент времени. Нужно обеспечить долговременное сохранение и неприкосновенность коммерческой информации в первичных устройствах с защитой от изменения. Это принято называть фискальными функциями.

Перейдем к способам учета изменений электрической схемы, которые также решают и все вышеперечисленные задачи в разных системах АСКУЭ-АИИС.

РУЧНОЙ СБОР

Первый, самый простой тип систем – это системы ручного сбора информации (состоит только из счетчиков). Показания счетчиков списывает вручную обходчики, затем согласно изменяемым во времени схемам силовой сети проводят суммирование или вычитание для получения значения электроэнергии для коммерческих расчетов. Это значение заносится в финансовый акт, который подписывается финансово ответственным представителем рассчитывающейся организации. Такая подпись придает данным статус коммерческих учетных показателей, пригодных для расчетов, и гарантирует отсутствие их искажения при передаче, а также выполнение всех требований при получении данных от счетчиков. Правильный учет изменения схем силовой сети обеспечивает рассчитывающаяся сторона и гарантией этого является та же подпись должностного лица на Акте. При этом данные, полученные от счетчиков, смежная сторона может перепроверить, а изменения схем силовой сети не протоколируется устройствами с фискальными функциями, проверке не подлежит и принимается под ответственность рассчитывающейся стороны.

ПРОГРАММНАЯ ОБРАБОТКА

Следующий по сложности реализации способ учета изменяемой схемы силовой сети состоит в программной обработке показаний счетчиков. Процедура обработки состоит в том, что оператор, получивший пароль доступа к данной функции, может указать способ вычисления показаний для каждого присоединения с учетом работы обходной системы шин. Недостаток этого подхода состоит в том, что оператор является сотрудником организации - субъекта рынка, т.е. одной заинтересованной стороны коммерческой сделки. Поэтому данные, полученные таким способом, не являются легитимными автоматически. При эксплуатации такой системы АСКУЭ-

АИИС потребуется Акт от финансово ответственного представителя субъекта рынка.

БЛОК РУЧНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Рассмотрим выполнение основных информационных требований в АСКУЭ-АИИС, где данные от счетчиков собираются автоматически, а для ввода состояния схемы силовой сети в контроллер предусмотрен блок ручных переключателей. Изменение схемы силовой сети (переключение присоединения на обходную систему шин или использование ремонтных схем), выполняемое персоналом по инструкции, дополняется пунктом, согласно которому нужно переключить соответствующий тумблер в соответствующее состояние. Так контроллер RTU (УСПД) получает сигнал о переключении и может самостоятельно провести расчеты по заранее запрограммированным алгоритмам. В этом случае контроллер может самостоятельно сформировать коммерческие показатели для расчетов и по протоколам, обеспечивающим защиту данных передать их для расчетов. Такая система обеспечивает автоматизированное выполнение функций, может обеспечить неискаженность и защиту от несанкционированного доступа, но не определяет ответственность за соответствие состояния регистра тумблеров текущей схеме распределительного устройства. Кроме того, в части информации, отвечающей за коммутацию силовой сети, не обеспечиваются фискальные функции. Это означает, что такая система тоже требует бумажного Акта, подписанного финансово ответственным представителем. В этом случае





ответствуют российским и международным стандартам.

Электросчетчик ЦЭ6807П с шунтом в качестве датчика тока уже рекомендовал себя как удобный и надежный прибор, востребованный рынком, а новые корпусные исполнения позволили значительно улучшить эксплуатационные характеристики и расширить сферу его применения:

новый реечный корпус Р5 имеет ширину 89 мм (или 5 стандартных модулей DIN), Р4 — 70 мм (4 модуля DIN), что позволяет устанавливать электросчетчики в малогабаритные щитки;

увеличение свободного пространства под крышкой клеммной коробки корпуса Ш6, повышает удобство монтажа подключаемых кабельных линий;

в новых корпусах применяется клеммная колодка с наборными токоотводами, которая обеспечивает высокую надежность соединений

Концерн «ЭНЕРГОМЕРА»

НОВЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ СТС-5 РУСЭЛТ

В современном бурно развивающемся мире повсеместное использование радио- и электронной аппаратуры, электротехнического оборудования опережает рост выработки электроэнергии. Это нередко приводит к снижению качества доставляемого к потребителям электропитания. Но, применяя устройства стабилизации напряжения с учетом запаса прочности электрических сетей, можно повысить качество электроснабжения.

С другой стороны увеличивается компьютеризация процесса управления производством на промышленных объектах и расширяется внедрение высоких технологий в быт человека. В связи с этим повышается актуальность производства устройств стабилизации напряжения с возможностью интеграции в систему электроснабжения с цифровым дистанционным управлением.



все не обеспечиваемые системой необходимые функции и свойства будут гарантироваться ответственной подписью.

КОНЦЕВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Следующее приближение АСКУЭ-АИИС обладает возможностью ввода в RTU сигналов положения коммутирующих аппаратов (КА) от концевых выключателей этих аппаратов. В этом случае концевые переключатели основных коммутирующих аппаратов проводами соединяются с входами дискретных сигналов RTU (возможно не прямо, а через устройства согласования). При изменении состояния коммутирующего аппарата изменяется состояние концевого выключателя данного коммутационного аппарата, и информация об этом автоматически попадает в RTU. Такая система будет обеспечивать полную автоматизацию, не требуя выполнения каких-то операций персоналом объекта. Но такой способ ввода информации о положении КА не обеспечивает защищенность этой информации. Возможно умышленное как замыкание, так и обрыв проводов от любого концевого выключателя и имитация другого состояния схемы силовой сети. Фискальные функции при этом не обеспечиваются. Гарантом правильности данных о состоянии схемы в этом случае может служить тот же Акт с подписью финансово ответственного представителя на основе административных мероприятий на объекте по исключению искажений этих данных.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Наконец автоматическая система АСКУЭ-АИИС, в которой на каждом КА устанавливается интеллектуальный контроллер, фиксирующий состояние КА и передающий его с помощью протокола с защитой от ошибок в RTU. Контроллер КА должен быть сертифицирован Госстандартом, как устройство, для фиксации изменений состояния КА с указанием астрономического времени. Контроллер должен иметь защищенный от изменения архив с большим временем хранения.

Такой контроллер, так же как и счетчик, должен являться поставщиком легитимной информации коммерческого учета. Он выполняет функции поставщика коммерческой информации, обеспечивает передачу информации с защитой от искажения, а также сохраняет и предоставляет возможность перепроверки этой информации в любое время. Попытки нарушения целостности контроллера (открывания корпуса) также должны фиксироваться.

Как видно из приведенных выше рассуждений все системы АСКУЭ-АИИС, кроме последней, требуют составления и подписания Актов для придания легитимности информации коммерческого учета электроэнергии. При этом владелец системы (часто он же поставщик информации) подписав Акт, принимает на себя ответственность за правильность данных. Это ответственность за сохранность пломб, правильность измерений и соблюдение регламентов обслуживания элементов системы, и системы в целом. Кроме того, нужно обеспечить возможность доказать правильность представленных под подпись данных. Для такого доказательства лучше всего подходят приборы с не разрушаемой памятью, в которой фиксируются и сохраняются все изменения, влияющие на коммерческие (учетные) показатели. Конечно, такие устройства должны быть сертифицированы и внесены в Государственный Реестр. Если таких приборов – регистраторов нет, то правильность приведенных цифр становится трудно подтверждаемой.

Вывод: каждый руководитель предприятия с изменяемой схемой силовой сети выбирает сам – ставить подпись на Актах о приеме/отдаче электроэнергии и не иметь законного подтверждения полученных цифр или оснастить предприятие и получить приборное законное подтверждение цифрам на Акте.

Канторович С. А.
Научно-производственное
предприятие
«Ижинформпроект»

DEDUCTOR ELECTRA – ПРОГНОЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Переход России на рыночную экономику произвел значительные перемены в принципах организации деятельности предприятий. Современное предприятие участвует не только на традиционных рынках: товаров, услуг, труда, сырья, оборудования и других. Сейчас уже трудно кого-либо удивить рынками топлива, транспорта, линий связи – отраслей, традиционно находившихся в государственном подчинении или обслуживающихся естественными монополиями.

С ноября 2003 года на Федеральном оптовом рынке электроэнергии начал функционирование сектор свободной торговли (ССТ). Рыночный отпуск электроэнергии по заявкам предприятий в настоящее время приобретает все более массовый характер, поскольку при переходе предприятия с регулируемого сектора на сектор свободной торговли можно добиться существенной экономии средств (объем заказа энергии произволен; рыночные цены ниже, чем государственные, в среднем, на 2 – 5%; подробнее см. Рис. 1). В 2004 г. доля отпускаемой электроэнергии через данный сектор превысила 9%.

Однако у каждого решения есть и своя цена. При переходе в сектор свободной торговли, помимо выигрыша от участия в конкурентных торгах, предприятие берет на себя некоторый риск, который связан с невозможностью точного планирования заявки на потребление электроэнергии. Известно, что мощности потребления электроэнергии крупным предприятием весьма велики и составляют десятки, сотни мегаватт. Поэтому излишнее или недостаточное потребление электроэнергии, заказывающейся по предварительным заявкам предприятия, приводит к незапланированным издержкам поставщика в точке генерации.

По законам рынка, существенную часть издержек, связанных с избыточным или недостаточным потреблением, берет на себя предприятие, заказывающее электроэнергию. Для учета таких расходов введен третий сектор оптового рынка – так называемый сектор отклонений. Все факты превышения или снижения потребляемого объема электроэнергии за каждый час потребления по сравнению с заказываемым объемом учитываются в соответствующих таблицах, после чего производится расчет стоимости от-

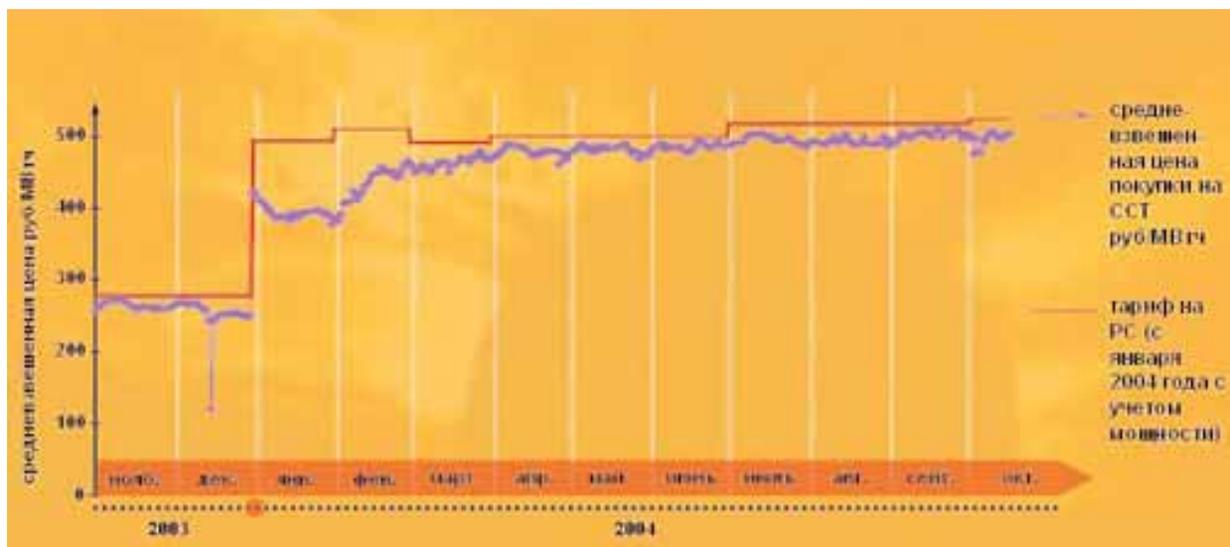


Рис.1. Динамика цен на электроэнергию: красный график – цены в регулируемом секторе; синий график – цены в секторе свободной торговли. Отчетливо просматривается преимущество конкурентных цен сектора свободной торговли перед ценами в регулируемом секторе. Данные Интернет-сайта РАО «ЕЭС России»

клонений (по Методике расчета стоимости отклонений, утвержденной Федеральной службой по тарифам приказом N:44-э/3 от 24 августа 2004 г.)

Чтобы рассчитать стоимость отклонений, используется система коэффициентов, образующих прогрессивную шкалу: отклонения менее 2% от заявки тарифицируются с коэффициентом 1,0 (таким образом, предприятие не несет дополнительных издержек при столь малых отклонениях); чем более серьезны отклонения, тем более крупные суммы предприятие вынуждено заплатить за допущенные несоответствия (см. Таблицу 1). Таким образом, служба энергетики предприятия оказывается перед непростой задачей составления достоверной заявки на потребление электроэнергии.

Таблица 1. Система коэффициентов, используемых при вычислении стоимости потребления электроэнергии в секторе отклонений (по состоянию на 01.04.2005).

| Номер коэф. отклонения | Вид отклонения | Отклонение | Тариф на отклонение | Значение |
|------------------------|----------------|------------|---------------------|----------|
| K11 | снижение | 2% - 5% | энергия | 1,2 |
| K12 | снижение | 5% - 10% | энергия | 1,1 |
| K13 | снижение | свыше 10% | энергия | 0,9 |
| K14 | увеличение | 2% - 5% | энергия, мощность | 1,05 |
| K15 | увеличение | 5% - 10% | энергия, мощность | 1,25 |
| K16 | увеличение | свыше 10% | энергия, мощность | 1,5 |

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ

Любая задача прогнозирования опирается на сложные математические или эмпирические (интуитивные) методы поиска закономерностей в рассматриваемом временном процессе. Эксперты предприятия по составлению прогноза такие зависимости выявляют постепенно, за месяцы и годы

работы; эксперт считается тем более ценен, чем он больше знает специфику предприятия. Не следует также упускать из вида, что причины этих закономерностей могут изменяться со временем, коренным образом влияя на дальнейшее развитие рассматриваемого процесса. Так глобальные тенденции к изменению производственного процесса предприятия могут за сравнительно короткий период буквально перечеркнуть выводы эксперта и отправить «в архив» большинство методов прогноза, применявшихся ранее.

Практика показывает, что для прогнозирования потребления электроэнергии также не существует общего, единого метода: каждое производство содержит индивидуальные технологические циклы, которые, суммируясь, образуют уникальный временной процесс. Однако во всех производственных циклах потребления энергии можно найти общие черты, тем самым образуя методическую базу для выполнения точного прогноза.

Технологические процессы потребления электроэнергии подчиняются циклическим, функциональным и случайным тенденциям, из которых наиболее прогнозируемы циклические зависимости (как правило, суточные, недельные и годовые). Для работы с циклами эксперты чаще всего составляют своеобразные «календари», «таблицы» потребления (в абсолютных величинах или при помощи системы коэффициентов), которые, в свою очередь, являются основой для построения качественного прогноза. Циклические зависимости, по предварительным оценкам, составляют 70 – 80% всех отклонений в процессе потребления электроэнергии; к примеру, одними из наиболее существенных циклических факторов практически во всех производственных процессах являются время суток, день недели и долгота светового дня.

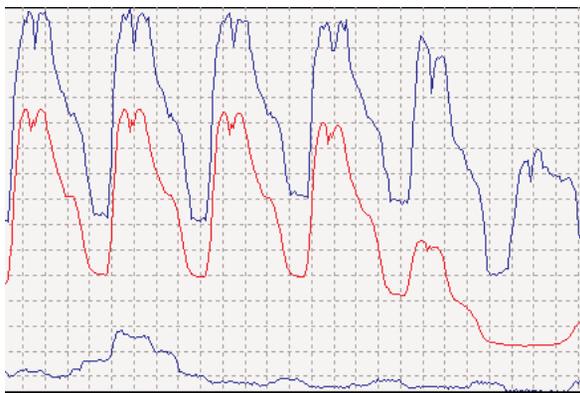


Рис.2. График недельного потребления электроэнергии предприятием: красный график – среднее значение потребления, синие графики – «коридор» значений (максимальное и минимальное потребление). Отчетливо видны циклические закономерности потребления. График построен с использованием OLAP-модуля аналитической платформы Deductor Studio.

Закономерности функционального характера являются вторым из основных изучаемых факторов при прогнозировании, их долевое участие составляет приблизительно 10 – 15% от всего объема отклонений. В эту группу включаются отклонения, объясняемые известными и относительно предсказуемыми факторами производства: температурой воздуха или теплоносителя, давлением газа, объемом поставок сырья, объемом самого производства и др. В определении таких факторов и в расчете их весового участия в процессе энергопотребления основную роль играет эксперт. С другой стороны, даже разрешив задачу влияния производственных факторов теоретически, на практике эксперт может столкнуться с проблемой нехватки или недостоверности исходных данных: ошибочные показания датчика температуры или задержка сведений об объемах производства заведомо обусловит получение недостоверного прогноза энергопотребления.

И, наконец, случайные тенденции составляют третью, завершающую компоненту прогноза: их долевое участие в общем процессе невелико, но амплитуда отклонений может быть довольно значительна. Очевидно, что назвать такие отклонения «истинно случайными» будет неверно: каждое отклонение может быть впоследствии объяснено вполне закономерными причинами. Однако выполнить правильную оценку ситуации в момент составления заявки в этом случае будет либо невозможным (к примеру, предвидеть внезапную остановку цеха предприятия ввиду аварии), либо нецелесообразным (например, может оказаться экономически неоправданным сбор сведений для предсказания режима потребления электроэнергии в предпраздничные дни). Поэтому для случайных тенденций следует определить вероятностные характеристики соответствующих явлений: если такое событие, как внезапная остановка цеха, случается крайне редко, то снижение по-

требляемой нагрузки в предпраздничные дни можно изучать как отдельный процесс и разработать для него систему понижающих коэффициентов.

Итак, выше было показано, что задача прогнозирования потребления электроэнергии для эксперта предприятия является сложной и многоплановой. К сожалению, нельзя сказать, что какой-либо составляющей при прогнозе можно пренебречь, поскольку вклад каждой составляющей значителен, а цена ошибки при допустимом отклонении в 2% за час потребления довольно велика. Небрежность в составлении прогноза хотя бы на одни сутки может привести к дополнительным издержкам в десятки, сотни тысяч рублей на погашение платежей сектора отклонений. Таким образом, эксперт оказывается перед необходимостью ежедневно обрабатывать огромные массивы данных: вычислять усредненные показатели, применять нормативные коэффициенты, определять функциональные и статистические закономерности.

ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГНОЗА

История развития вычислительной техники наглядно показывает, что ЭВМ, несмотря на свои огромные возможности по выполнению работ, требующих сложных и длительных расчетов, еще долгое время не будут претендовать на решение многих задач, подвластных человеку. Но их значение нельзя недооценивать. Человек при помощи компьютера может выйти на принципиально иной уровень решения задач: он может добыть недостающие сведения и подвергнуть их обработке, обнаружить функциональные зависимости и проверить выдвинутые гипотезы; а в таких задачах, как прогноз, классификация, обнаружение аномальных фактов, можно во многом положиться на результаты, выдаваемые ЭВМ.

В качестве типового решения задачи прогноза энергопотребления будем придерживаться следующих допущений: предположим, что известна история потребления электроэнергии (данные за 1 – 3 года, детализация 1 час), календарь рабочих дней и среднесуточная температура за каждый день рассматриваемого периода. Требуется построить прогноз потребления (т.е. составить заявку) на последующие 24 часа. Справедливости ради укажем, что реальные заявки составляются на предприятиях по определенному плану, который может отличаться от данной схемы.

Анализ исходных данных одного из крупных предприятий показал, что для всех имеющихся факторов степень корреляции (взаимозависимости) к почасовому потреблению электроэнергии ориентировочно составляет следующие величины, в порядке убывания значимости (Табл. 2).

Та же таблица, применительно к прогнозу итогового суточного потребления электроэнергии, выглядит следующим образом (Табл. 3).

Таким образом, для целевого метода прогнозирования (таблица почасового потребления на последующие 24 часа) основными влияющими факторами являются автокор-

Таблица 2. Коэффициенты корреляции различных факторов с величиной потребления электроэнергии для задачи почасового прогнозирования.

| Описание параметра | Тип параметра | Единица измерения | Коэффициент корреляции |
|---|--|-------------------|------------------------|
| Потребление электроэнергии в предыдущие часы (лаг 1, 2 и 3 часа) | вещественный | МВт·ч | 85 - 95% |
| Недельные автокорреляционные параметры потребления (лаг 167, 168 и 169 часов) | вещественный | МВт·ч | 75 - 80% |
| Статус дня | 0 - рабочий день; 1 - рабочий по 6-дн. неделе; 2 - рабочий по приказу; 3 - выходной день; 4 - праздничный день | - | 60 - 65% |
| Суточные автокорреляционные параметры потребления (лаг 23, 24 и 25 часов) | вещественный | МВт·ч | 55 - 60% |
| Время суток | цельный | час | 10 - 12% |
| Среднесуточная температура воздуха | вещественный | °С | менее 1% |

Таблица 3. Коэффициенты корреляции различных факторов с величиной потребления электроэнергии для задачи суточного прогнозирования.

| Описание параметра | Тип параметра | Единица измерения | Коэффициент корреляции |
|---|--|-------------------|------------------------|
| Статус дня | 0 - рабочий день; 1 - рабочий по 6-дн. неделе; 2 - рабочий по приказу; 3 - выходной день; 4 - праздничный день | - | 75 - 80% |
| Потребление электроэнергии в предыдущую неделю (лаг 7 дней) | вещественный | МВт·ч | 70 - 75% |
| Потребление электроэнергии две недели назад (лаг 14 дней) | вещественный | МВт·ч | 60 - 65% |
| Среднесуточная температура воздуха | вещественный | °С | 18 - 20% |
| Долгота дня | вещественный | час | 16 - 18% |

реляционные факторы (1 – 3 часа, 23 – 25 часов и 167 – 169 часов), а также статус дня. В силу того, что для прогноза на 24 часа использование автокорреляционных параметров с лагом, меньшим 24, невозможно, необходимо исключить из рассмотрения потребление электроэнергии в предыдущие 1 – 3 часа (однако, как раз эти параметры наиболее сильно связаны с прогнозируемыми значениями).

Таким образом, при имеющихся данных прогноз потребления электроэнергии целесообразно строить на основании следующих входных параметров:

- ◆ статус дня;
- ◆ потребление электроэнергии сутки назад (24 – 26 часов);
- ◆ потребление электроэнергии неделю назад (167 – 169 часов).

В качестве эксперимента также было исследовано влияние на прогноз прочих факторов, могущих оказать некоторое влияние на результат:

- ◆ потребление электроэнергии 2 дня назад (47 – 49 часов), коэффициент корреляции 25 – 30%;
- ◆ потребление электроэнергии 6 дней назад (143, 144 часа), коэффициент корреляции 45 – 50%;
- ◆ среднесуточная температура воздуха, корреляция близка к нулю.

Из приведенных входных данных наименьшей точностью обладает статус дня: все возможные состояния пред-

приятия описываются набором всего из 5 возможных значений (рабочий день, рабочий день по 6-дневной неделе, рабочий день по приказу предприятия или подразделения, выходной день, праздничный день). В сочетании с высокой степенью корреляции этого параметра с потреблением электроэнергии ошибка в его значении может привести к принципиально неверному прогнозу. Поэтому следует отметить, что улучшение качества метода прогнозирования в первую очередь должно быть направлено на введение в модель дополнительных данных, таких, как график работы подразделений, объемы выпуска по цехам и проч.

В приведенном здесь примере прогнозирование энергопотребления осуществляется с применением технологий нейронных сетей, включенных в информационно-аналитическую программную платформу Deductor Studio. Обучение нейросетей, т.е. определение параметров математического метода прогнозирования, осуществляется индивидуально для данных каждого предприятия, таким образом, при единстве подхода к прогнозированию предприятие получает индивидуальную математическую модель, учитывающую его специфические особенности.

До начала обучения нейросетевая модель допускает введение произвольных параметров, указанных экспертом предприятия (функциональных факторов процесса). Каждый из этих параметров будет учтен при выполнении прогнозирования с тем «весом», который позволит получить от

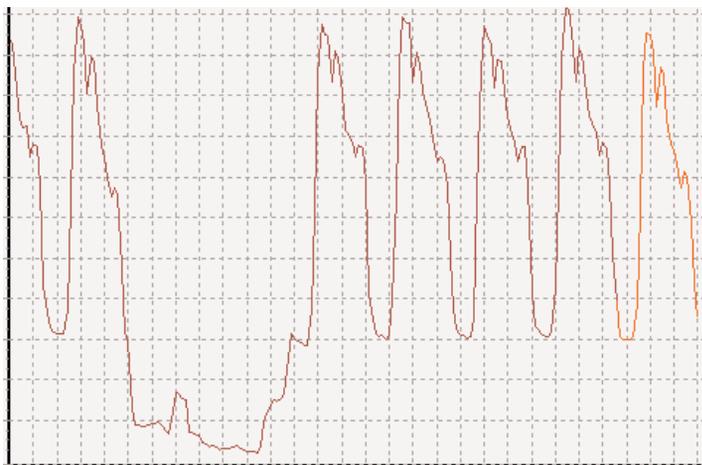


Рис.3. График прогноза электроэнергии на сутки с детализацией по часам дня; для сравнения показана часть графика потребления электроэнергии за предыдущую неделю. Построение математической модели и прогноза выполнено на основе нейронных сетей аналитического аппарата приложения Deductor Studio.

такого фактора наиболее точный прогноз. Более того, есть также возможность проверки мнения эксперта на предмет степени взаимосвязи выбранных параметров с прогнозируемыми величинами потребления.

Результаты прогнозирования и оценка погрешности

Основным результатом математической модели прогнозирования потребления электроэнергии является таблица и график прогноза (см. Рис. 3), на основании которых может составляться почасовая заявка на потребление энергии предприятием на сутки вперед. Применение подобных методов моделирования, вообще говоря, не исключает изменений, требующихся для конкретных предприятий (составление заявки за двое суток, учет факторов, указанных экспертом, и проч.) Допустимо также составление индивидуальных математических моделей на прогнозирование потребления электроэнергии для каждого дня недели в отдельности.

Результат автоматизированного прогноза может быть передан в любую учетную систему, используемую на предприятии. Учитывая то, что при соответствующих настройках загрузка данных в программный комплекс может также происходить без участия человека, программная платформа Deductor Studio может быть прозрачно и 'безболезненно' внедрена в банк данных предприятия, освобождая персонал от изучения тонкостей работы с новыми программными комплексами. Конечно, следует иметь в виду, что на практике сложность 'стыковки' учетной и аналитической систем зависит как от структуры вычислительного комплекса предприятия, так и от гибкости применяемой учетной системы.

Однако самим прогнозом отнюдь не исчерпываются все вопросы, на которые можно ответить при использовании информационно-аналитической программной платформы

Deductor Studio. Одним из самых важных вопросов при прогнозировании является оценка погрешности результата. Коль скоро у нас есть 'история' процесса потребления, программа также позволит оценить и отклонения прогнозируемого потребления от фактического; а, имея на руках графики отклонений прогноза с детализацией по факторам, эксперт может определить, какие факторы в наибольшей степени способствуют получению неверных результатов.

В частности, при пробной реализации подобной модели на одном из предприятий, был сделан вывод о недостаточности исходных данных для прогнозирования потребления электроэнергии по выходным дням и, в особенности, по субботним дням (дни работы при 6-часовой рабочей неделе). Подключение дополнительных факторов (таких, например, как план выпуска продукции, календарь работы отдельных цехов предприятия, и др.) позволило бы существенно снизить ошибки прогнозирования.

Диаграммы, иллюстрирующие оценку погрешности по различным факторам, приведены на Рис. 4. Из них видно, что среднее отклонение прогнозируемых значений составляет весьма незначительную величину (менее 1%). Однако специфика данной задачи требует выполнять учет как положительных, так и отрицательных отклонений факта от прогноза, что наглядно показывает график абсолютных значений ошибок (для рабочих дней, например, сумма модулей средних отклонений составляет порядка 8% за месяц, что приводит к «штрафу», т.е. плате за отклонения, в 2,9% от суммы оплаты за энергию).

Более детальные результаты в области оценки погрешности могут быть получены с использованием методов кластеризации. Применение подобных методов позволяет не только выявить сами факты ошибок прогноза, но и классифицировать их, что позволяет определить причины, приводящие к появлению таких отклонений, и принять меры к уменьшению влияния таких факторов.

На Рис. 5. графически изображен результат кластеризации — самоорганизующиеся карты. В левой части рисунка клетки-шестиугольники отражают рассматриваемые события (иначе говоря, каждая клетка карты обозначает один или несколько, сходных по параметрам, дней работы предприятия). Цвет клеток карты в левой части соответствует сумме «штрафа» (плате за отклонения), который требуется уплатить за рассматриваемые сутки.

Легко видеть, что клетки карты собрались в устойчивые группы — кластеры, которые пронумерованы и наглядно изображены в правой части рисунка. Принцип построения таких карт обеспечивает близкое взаимное расположение именно тех клеток, которые близки друг к другу по свойствам (для данной задачи свойствами являются объем потребления, статус дня, среднесуточная температура). Пос-

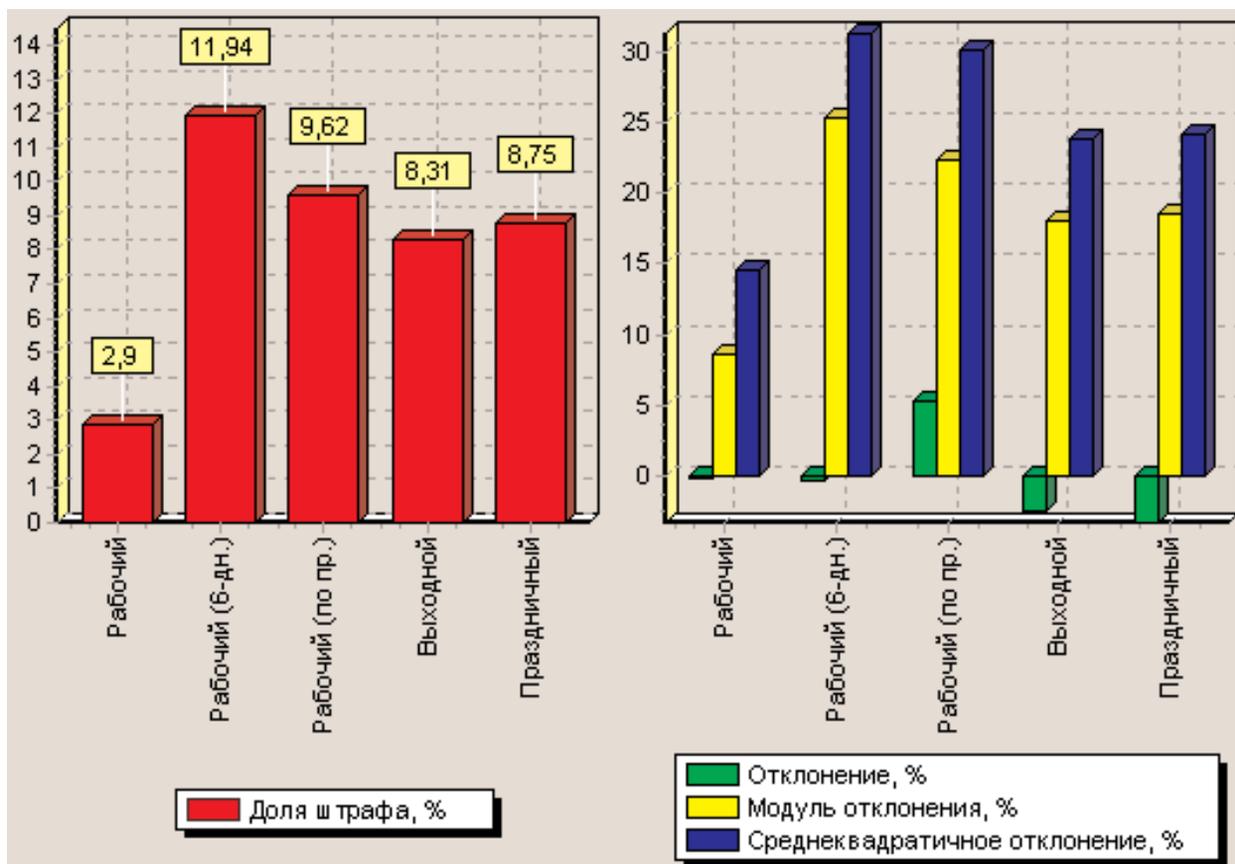


Рис.4. Оценка погрешности прогнозирования по параметру статуса дня: наибольшая погрешность наблюдается для субботних, выходных и праздничных дней в силу недостаточности исходных данных. Диаграммы отклонений составлены с применением Deductor Studio.

ле кластеризации всех суток, на которых обучалась математическая модель, мы можем рассматривать каждую группу (кластер) отдельно и проанализировать причины отклонения прогноза от фактического значения.

Уже на карте отчетливо видно, что наиболее высокие «штрафы» соответствуют кластерам 2 и 7. Детальный анализ показывает, что кластер 7 – это те дни, для которых прогноз был существенно занижен (что привело к превы-

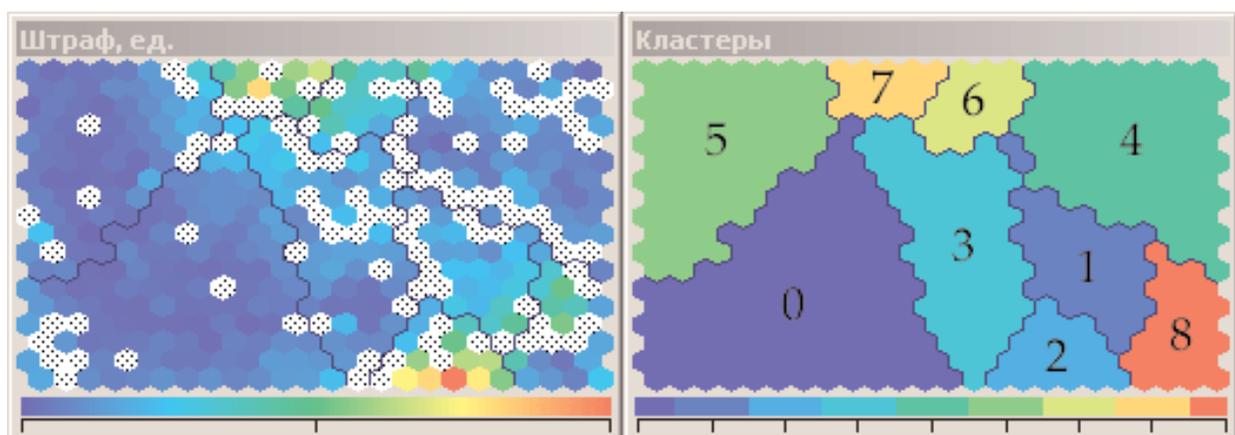


Рис.5. Результат кластеризации ошибок прогноза. Левая часть рисунка отражает объем «штрафа», т.е. платы за отклонения (красный цвет соответствует более высоким, синий низким значениям штрафа); правая часть рисунка – кластеры, или устойчивые группы событий потребления электроэнергии. Рисунок построен при помощи самоорганизующихся карт Кохонена в приложении



шению потребления). Для таких исключительных дней (а их за весь рассматриваемый период менее 2%) целесообразно выполнять прогноз с учетом мнения эксперта, который может предупредить грубые ошибки модели. Кластер 2 – это дни, для которых прогноз был существенно завышен (а фактическое потребление занижено); элементы этого кластера (их около 3%) в подавляющем большинстве являются предпраздничными днями и днями существенного изменения графика работы предприятия. В таких ситуациях весомую помощь также может оказать эксперт предприятия.

Более низкие «штрафы» (кластеры 1, 6, 8) практически полностьюпадают на субботние дни. Это говорит о том, что полученная модель не адаптирована к прогнозу таких дней в силу нехватки исходных данных. Субботних дней довольно много (очевидно, что их доля составляет 1/7, или 14,5% из всего числа дней), поэтому для улучшения и дальнейшей адаптации модели требуется пополнить систему прогнозирования новыми факторами.

И, наконец, кластеры с наименьшей долей штрафа, можно описать так: кластер 4 – выходные и праздничные дни; кластеры 5, 3 и 0 – рабочие дни в зимний, весенне-осенний и летний периоды соответственно. Доля штрафа в рабочие дни, как уже было показано выше, составляет менее 3%.

Таким образом, видно, что система автоматизированного прогнозирования позволяет не только получить ответы на важнейший вопрос: «Каково будет потребление?», но и ответить на не менее важные вопросы: «Как оценить погрешность прогнозирования?», «Какие параметры влияют на прогноз?», «Что нужно сделать, чтобы улучшить качество модели?».

ВЫВОДЫ

Проведенный выше анализ применимости математического аппарата информационно-аналитической платформы Deductor Studio для задач прогнозирования объемов потребле-

ния электроэнергии показал, что данное приложение подходит для решения таких задач в рамках крупных потребителей электроэнергии, работающих в секторе свободной торговли (ССТ). В настоящее время система еще не претендует на полную замену высококвалифицированного труда эксперта-энергетика предприятия: программа, внедренная вместо эксперта, существенного выигрыша в прогнозе энергопотребления не дает.

С другой стороны, ничто не запрещает совмещать творческий, насыщенный высокоуровневой аналитикой, знаниями и интуицией, труд эксперта-энергетика и возможности данной программы по детальной обработке и всестороннему анализу больших массивов данных. Имея в руках современное, высокотехнологичное, 'орудие труда', эксперт предприятия может выйти на качественно иной уровень прогнозирования, своевременно реагировать на изменения в структуре суточного энергопотребления, и заодно получить инструмент для составления приблизительных заявок на длительный срок (такие, как неделя или месяц).

Экономия от внедрения подобных систем зависит, в первую очередь, от правильно поставленного техпроцесса сбора информации об энергопотреблении и других значимых факторов на предприятии; во вторую очередь – от знаний эксперта, умения формализовать их и включить в состав математической модели. Срок окупаемости данного проекта, включая расходы на приобретение программы и разработку математических моделей обработки данных, по предварительным расчетам составляет 2 – 4 мес. с момента запуска программы в промышленную эксплуатацию.

С 1 марта 2006 г. группой компаний «РУСЭЛТ» начато производство новой серии трехфазных стабилизаторов напряжения СТС-5 мощностью 10 - 300 кВА. Стабилизатор напряжения СТС-5 может применяться для обеспечения стабильным электропитанием:

- технологического оборудования;
- теле-радио комплексов;
- вычислительных систем;
- медицинских учреждений;
- офисов и административных зданий;
- жилых домов и коттеджей;
- предприятий общественного питания;
- развлекательных центров.

Новый стабилизатор напряжения выдерживает работу в неустойчивых электросетях, в тяжелых климатических условиях и непрерывном режиме электроснабжения.

Принцип стабилизации напряжения остался неизменным - автотрансформатор плавного электромагнитного регулирования. Одновременная стабилизация линейного и фазного напряжения основана на автоматическом изменении коэффициента трансформации за счет управления намагниченностью сердечника.

Стабилизаторы отличаются от предыдущей серии СТС-3 улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками, современным дизайном, оснащены цифровой индикацией параметров электросети.

Стабилизатор напряжения СТС-5 имеет встроенный компенсатор реактивной мощности и автоматическое, воздушное принудительное охлаждение. Дизайн стабилизатора улучшен применением новых качественных материалов и разработкой эргономичной конструкции. Подключение к внешней сети и потребителям осуществляется на удобной клеммной коробке внутри стабилизатора напряжения. Подключение нагрузки напрямую к сети, минуя стабилизатор напряжения (автоматический и(или) ручной Bypass), мо-



Уклечев О.Ю.

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ - ЭФФЕКТИВНАЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ И ПРИРОДООХРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В настоящее время получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих, природоохранных технологий становится все более актуальным. И одно из таких направлений – использование потенциальной энергии природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением детандер-генераторов (ДГА). Известно, что перед подачей потребителю высокое давление газа понижается (редуцируется). При этом потенциальная энергия сжатого газа теряется безвозвратно! А ведь ее можно использовать для «бестопливного» получения электроэнергии! Многие европейские страны (Италия, Германия и др.) уже несколько десятков лет успешно используют эту технологию, устанавливая параллельно газоредуцирующим пунктам (ГРП, ГРС) магистральных газопроводов специальные газорасширительные турбины – детандеры. Эти агрегаты понижают давление газа до требуемого потребителю, выполняя функцию газораспределительных пунктов и станций (ГРП и ГРС), и одновременно вырабатывают электроэнергию. Причем газ не сжигается, а только используется в качестве рабочего тела, поступая далее потребителю. Соответственно, окружающая среда не загрязняется продуктами сгорания топлива.

Эффективность производства электроэнергии по технологиям с применением детандеров в два раза выше, чем на современных электростанциях.

В России, где масштабы газификации промышленного и энергетического производств выше европейских, эта технология начала использоваться лишь в последнем десятилетии XX века, несмотря на то, что идею использования давления магистрального газа для выработки дополнительной энергии предложил еще в 1947 году академик М. Д. Миллионщиков.

Первый в России детандер-генераторный комплекс мощностью 10 МВт, состоящий из 2-х детандер-генераторных агрегатов ДГА-5000, введен в эксплуатацию в 1994 г. на ТЭЦ-21 «Мосэнерго». Их поставщик - ОАО «Криокор». Подобные агрегаты работают сегодня на Среднеуральской ГРЭС в России (поставщик ОАО «ТМЗ»), на Лукомльской ГРЭС в Беларуси (поставщик - ОАО «Криокор»), на Днепрпетровской ГРС-7 в Украине (поставщик «Союзтурбогаз»).

Упомянутые ДГА работают уже более десяти лет, доказав за это время эффективность детандер-генераторной технологии (ДГ-технологии).

Вводятся в эксплуатацию два ДГА-5000 на Рязанской ГРЭС (поставщик - ОАО «Криокор») и ЭТДА-1500 в ОАО «Сода, г. Стерлитамак, Башкирия (поставщик – ОАО «Калужский турбинный завод» - ООО «ТурбоДЭн»).

Детандер ЭТДА-1500 создан в результате совместной работы ОАО «КТЗ» - ООО «ТурбоДЭн», изготовлен и отгружен заказчику. Ввод в действие осуществляет ООО «ТурбоДЭн». В его конструкции реализованы основопола-



гающие технические решения ООО «ТурбоДЭн», апробированные в течение 10 лет в установке УТДУ-2500 («Союзтурбогаз»), и современная элементарно-агрегатная база турбин ОАО «КТЗ».

При создании ЭТДА-1500 учтены особые требования к ДГА, как агрегатам, работающим в системе газораспределения, опыт создания детандер-генераторов других фирм, а также конструкции и опыт эксплуатации газонагнетателей (агрегатов, близких по условиям эксплуатации к ДГА).

На базе конструкции детандеров кооперации ОАО «КТЗ» - ООО «ТурбоДЭн» реализуются ДГА для практически всего спектра параметров ГРС (ГРП) в диапазоне мощностей 1,0 - 12,0 МВт и более.

В настоящее время турбодетандеры оцениваются специалистами, как один из перспективных видов турбинной продукции с большим рынком сбыта. Причем, рынком наиболее востребован мощностной ряд 1,5 - 6,0 МВт.

Растущий интерес рынка к ДГА можно проиллюстрировать следующим примером. За последние 4 года по запросам потенциальных заказчиков конструкторы ОАО «КТЗ» выполнили более 180 проработок по оценке возможностей ДГ-электростанций и вариантов применения турбодетанде-

ров на различных объектах России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Сегодня, учитывая более чем 10-летний опыт использования ДГА в России и СНГ, а так же более чем 20-летний опыт их использования в Западной Европе и Америке, можно говорить об оживлении интереса рынка к этой продукции.

Следует отметить и инвестиционную привлекательность этого сегмента рынка.

По разным оценкам ресурс внедрения ДГ-технологии России и СНГ оценивается в 5000-8000 МВт. А это - загрузка энергомашиностроительных предприятий на многие годы, новые рабочие места. Срок окупаемости проектов - от 3 до 5 лет. Для потребителей же это - производство, прежде всего, на собственные нужды относительно дешёвой экологически чистой электроэнергии. А для ОАО «Газпром» - экономия газа, который можно отправить на экспорт.

Кроме того, детандер-генераторы относятся к оборудованию, созданному по «бестопливному» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к конвенции ООН по изменению климата. Поэтому реализация этих проектов может проводиться с использованием механизма привлечения средств за счет продажи квот на эмиссию парниковых газов.

жет быть обеспечено через коммутационный щит. Микропроцессорный контроллер стабилизатора СТС-5 осуществляет мониторинг входного и выходного, фазного и линейного напряжения, выходного тока, активной и реактивной мощности нагрузки.

Микропроцессорное управление в совокупности с автоматом защиты на входе стабилизатора напряжения и коммутационным щитом СТС-5 образует дублированную защиту потребителей в случае выхода напряжения за пределы регулируемого диапазона и перегрузки стабилизатора. Возможно подключение стабилизатора СТС-5 к компьютеру через СОМ-порт (интерфейс RS485) для интеграции в систему электроснабжения с дистанционным управлением. Массо-габаритные и присоединительные характеристики стабилизаторов серии СТС-5 практически не отличаются от серии СТС-3, что не создает дополнительных трудностей при подключении.

Группа компаний «РУСЭЛТ»

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА Т-0,66 ОТ «МФК ТЕХЭНЕРГО»

Компания «МФК Техэнерго» предлагает трансформаторы тока Т-0,66 в пластиковом корпусе (аналог Самарских трансформаторов).

Корпус трансформаторов выполнен из самозатухающего пластика, контакты закрыты пластиковой крышкой.

В настоящее время доступны три номинала: 100/5, 150/5, 200/5А.

Класс точности: 0,5, 0,5S Номинальная нагрузка: 5, 10ВА.

Габаритные размеры: 97x90x120мм.

Вес: 0,7кг

ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89

ООО ТЕХЭНЕРГО МФК



Фото 1. Действующий детандер-генератор УТДУ-2500 - прототип ЭТДА-1500



На вопросы читателей отвечает
доцент, кандидат технических наук
Юрий Владимирович Харечко

**ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ:
GLAVENERGO@MAIL.RU**

Вопрос: В ПУЭ сказано, что при выполнении автоматического отключения питания для обеспечения нормируемого времени отключения должны быть согласованы характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников. Как это следует делать при использовании автоматических выключателей в групповых цепях?

Ответ: Пункт 1.7.78 главы 1.7 ПУЭ седьмого здания гласит: «При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN, и заземлены, если применены системы IT или TT. При этом характеристики защитных аппаратов и параметры защитных проводников должны быть согласованы, чтобы обеспечивалось нормированное время отключения поврежденной цепи защитно-коммутационным аппаратом в соответствии с номинальным фазным напряжением питающей сети. В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов. Для автоматического отключения питания могут быть применены защитно-коммутационные аппараты, реагирующие на сверхтоки или на дифференциальный ток». В таблице 1.7.1 (п. 1.7.79 ПУЭ) приведены значения наибольшего времени отключения для групповых электрических цепей, питающих переносные и передвижные электроприемники: 0,8 с – при номинальном фазном напряжении 127 В, 0,4 с – 220 В, 0,2 с – 380 В, 0,1 с – более 380 В.

Представленные требования были заимствованы в ПУЭ из раздела 413 ГОСТ Р 50571.3–94 (МЭК 364-4-41–92) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током», который содержит более подробные требования к автоматическому отключению питания. В частности, в п. 413.1.1.1 стандарта сформулировано следующее основное требование к оперированию защитных устройств: «Защитное устройство, предназначенное для автоматичес-

кого отключения питания цепи или электрооборудования, должно обеспечивать защиту от косвенного прикосновения при замыкании токоведущей части на открытую проводящую часть или защитный проводник цепи или электрооборудования таким образом, что время отключения питания должно обеспечивать электробезопасность человека при одновременном прикосновении к проводящим частям также в случае возможного превышения значений напряжения прикосновения 50 В переменного тока (действующее значение) и 120 В выпрямленного тока ...». А в п. 413.1.3.4 стандарта сказано: «Считается, что максимально допустимые времена отключения, указанные в табл. 41А, удовлетворяют 413.1.1.1 для цепей, питающих передвижное или переносное электрооборудование класса I посредством штепсельных розеток или без них». В таблице 41А приведены следующие значения наибольшего времени отключения в зависимости от номинального напряжения между «фазой и землей» для систем TN: 0,8 с – 120 В, 0,4 с – 230 В, 0,4 с – 277 В, 0,2 с – 400 В, 0,1 с – более 400 В.

Требования ГОСТ Р 50571.3, таким образом, предписывают отключать групповую электрическую цепь, имеющую номинальное напряжение 230 В, в течение 0,4 с при появлении на открытой проводящей части аварийного электроприемника класса I напряжения, превышающего 50 В переменного тока. То есть автоматический выключатель должен сработать за промежуток времени не более 0,4 с при протекании в его главной цепи такого тока замыкания на землю, при котором напряжение на открытой проводящей части превышает 50 В.

Время токовая характеристика любого доброкачественного автоматического выключателя бытового назначения должна соответствовать параметрам стандартной время-токовой зоны, приведенным в таблице 6 ГОСТ Р 50345–99 (МЭК 60898–95) «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения», фрагмент которой приведен в табл. 1.



Таблица 1

| Испытание | Тип мгновенного расцепления | Испытательный ток | Пределы времени расцепления или нерасцепления | Требуемый результат |
|-----------|-----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|
| c | B, C, D | $2,55 I_n$ | $1 \text{ с} < t < 60 \text{ с}$ (при $I_n \leq 32 \text{ А}$) $1 \text{ с} < t < 120 \text{ с}$ (при $I_n > 32 \text{ А}$) | Расцепление |
| d | B C D | $3,0 I_n$ $5,0 I_n$ $10,0 I_n$ | $t \geq 0,1 \text{ с}$ | Без расцепления |
| e | B C D | $5,0 I_n$ $10,0 I_n$ $50,0 I_n$ | $t < 0,1 \text{ с}$ | Расцепление |

Параметры стандартной время-токовой зоны содержат только одну временную характеристику $t < 0,1 \text{ с}$, которую можно использовать для сравнения с максимальным временем отключения аварийной электрической цепи 0,4 с. Любой автоматический выключатель должен отключить сверхток, равный верхней границе стандартного диапазона токов мгновенного расцепления соответственно В, С или D). То есть, если автоматический выключатель отключит ток замыкания на землю за промежуток времени менее 0,1 с, требования нормативных документов к автоматическому отключению питания будут выполнены. В противном случае нельзя гарантировать отключение за промежуток времени менее 0,4 с, так как автоматический выключатель может сработать за время, превышающее 0,4 с, например, измеряемое секундами.

При коротком замыкании токоведущей части на открытую проводящую часть электроприемника класса I по линейному и защитному проводникам групповой электрической цепи протекает ток замыкания на землю, равный току однофазного короткого замыкания. На открытой проводящей части при таком токе появляется напряжение 115 В, примерно равное половине фазного напряжения. Возникает вопрос, какой должен протекать ток замыкания на землю, чтобы на открытой проводящей части появилось напряжение, слегка превышающее 50 В, при котором должен сработать авто-

матический выключатель? Этот ток будет примерно в 2,3 раза меньше максимально возможного тока замыкания на землю.

При использовании автоматического выключателя в качестве защитного устройства следует обеспечить следующее согласование двух характеристик:

- где коэффициент, равный 5, 10 или 50 соответственно для типа мгновенного расцепления В, С или D;
- номинальный ток автоматического выключателя;
- минимальный ток однофазного короткого замыкания в наиболее удаленной точке групповой электрической цепи.

Требование п. 1.7.78 ПУЭ о необходимости согласования характеристик защитного устройства и параметров защитного проводника не имеет смысла, так как значение тока замыкания на землю зависит от параметров всех проводников, образующих цепь замыкания на землю от источника питания до места замыкания, напряжения источника питания и его сопротивления. Согласованию подлежат значения верхней границы диапазона токов мгновенного расцепления рассматриваемого автоматического выключателя и величина тока замыкания на землю в наиболее удаленной точке групповой электрической цепи, при которой на открытой проводящей части аварийного электроприемника появляется напряжение более 50 В.

ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ: АВДТ 32: ДВОЙНОЙ МОДУЛЬ, ТРОЙНАЯ ЗАЩИТА

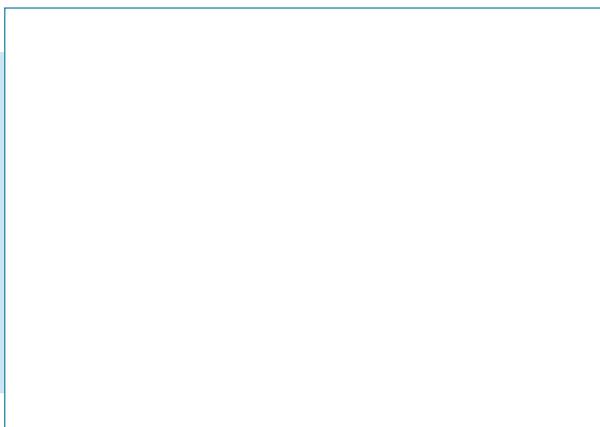
Известно, что поражение электрическим током - один из самых распространенных несчастных случаев, часто приводящих к смертельному исходу.

Как показывает статистика, подавляющее большинство электротравм происходит в случае прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Вероятность поражения током повышается, если части электрооборудования, в том числе - корпуса электродвигателей и других аппаратов при отсутствии заземления становятся токоведущими при повреждении изоляции.

Надежную защиту человека в подобных ситуациях обеспечивает автоматический выключатель дифференциального тока АВДТ 32 - новинка, которую компания «ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ» представила в первом квартале этого года. В этом аппарате объединены функции дифференциальной защиты и автоматического выключателя, причем это объединение не привело к значительному увеличению габаритов изделия. Аппарат занимает два стандартных модуля в щитке (36мм). АВДТ 32 представляет собой двухполюсный аппарат с одним полюсом, защищенным от перегрузки и короткого замыкания, и коммутирующий контакт нулевого полюса.

АВДТ32 имеет присоединительные зажимы, к которым можно одновременно подключать гибкие проводники, шину типа PIN (штырь) или типа FORK (вилка). Это не далеко не все преимущества новинки. Так, максимальная отключающая способность аппарата составляет 6000 А, что дает возможность установки изделия на вводе в распределительном устройстве (у аналогичных аппаратов других производителей - всего лишь 3000 А). Еще одним достоинством является характеристика типа «А», то есть сочетание защиты как от синусоидаль-





СПРАВОЧНИК «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ».

ПОД РЕДАКЦИЕЙ В.И.ВИСАРИОНОВА. М.: ФИРМА ВИЭН. 2004.

Учеными Московского энергетического института (технического университета) совместно со специалистами фирмы «ВИЭН» (г. Москва) были проведены маркетинговые исследования по современному рынку российских производителей энергетического оборудования, базирующегося на использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, и возможностей его применения для обеспечения надёжного и бесперебойного энергоснабжения различного рода потребителей (гражданских и специальных). В результате проделанной работы был разработан справочник под ред. д.т.н., проф. В.И.Висарионова «Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии» (объем 448 стр., в цветном исполнении, формат А4, на высококачественной бумаге в твердом переплете).

В Справочник включены систематизированные данные по отечественным производителям серийного или массового энергетического оборудования, базирующегося на использовании НВИЭ, по состоянию на 01.01.2004 г.

В том числе по следующим видам энергоустановок:

- ветроэнергетические (17 производителей, 35 типоразмеров ветроустановок мощностью от 0,15 до 1000 кВт);
- солнечные (фотоэлектрические и солнечные коллекторы) (12 производителей, 104 типа фотоэлектрических модулей и батарей, 32 типа солнечных электростанций);
- малые гидроэлектростанции (7 производителей, 133 типоразмера гидроагрегатов мощностью от 0,4 до 11 000 кВт, на расходы от 0,1 до 10 м³/с и напоры от 1,2 до 160 м);
- биоэнергетические установки (4 производителя, 16 типоразмеров);
- геотермальные энергоустановки (1 производитель, 5 типоразмеров агрегатов мощностью от 1700 до 25000 кВт);
- теплонасосные установки (7 производителей, 32 типоразмера);
- термоэлектрогенераторы (1 производитель, 5 типоразмеров);
- когенераторы (газотурбинные установки комбинированного производства электрической и тепловой энергии) (9 производителей, 39 типоразмеров).

Кроме того, в Справочнике приведены также систематизированные данные о наиболее перспективных дизельных и бензиновых электроагрегатах мощностью от 0,5 до 1500 кВт (17 производителей, 270 типоразмеров) и химических аккумуляторах электрической энергии емкостью до 500 А*ч (10 производителей, 165 типоразмеров), которые предназначены для использования в энергетических комплексах различного типа и мощности.

В Справочнике принята следующая последовательность изложения основного материала по каждому виду энергоустановок:

- перечень всех производителей энергетического оборудования данного раздела;
- обобщенные технико-экономические показатели выпускаемой продукции всеми производителями в каждом разделе справочника;
- систематизированные данные о каждом производителе: полное название производителя, его адрес, контактный телефон, факс и адрес электронной почты;
- номенклатура выпускаемой продукции, ее внешний вид и технико-экономические показатели и характеристики;
- энергетические и экономические показатели выпускаемой продукции;
- возможные области и направления применения выпускаемой продукции.

Справочник предназначен:

- для менеджеров, инженеров и научно-технических работников различных организаций и ведомств, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией энергетических комплексов, использующих экологически чистые НВИЭ (бизнес-планы, технико-экономические обоснования проектов, технико-экономические доклады и т.д.) с целью реализации схем надёжного энергоснабжения централизованных и изолированных потребителей различного назначения;
- для руководящих работников различного уровня (региональных, областных, районных и местных органов власти) с целью их ознакомления с современным уровнем развития отечественных энергетических установок, использующих экологически чистые НВИЭ и оценки пер-



спектив их использования для снижения вредного воздействия энергетики на окружающую среду, уменьшения расхода дефицитного органического топлива и повышения социального уровня жизни населения;

→ для профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов вузов, специализирующихся на решении проблем комплексного использования НВИЭ, снижения вредного воздействия объектов энергетики на окружающую

среду, повышения социального уровня жизни населения, включая удаленных, труднодоступных и сельскохозяйственных потребителей (энергетические, строительные, сельскохозяйственные, лесотехнические и экологические специальности гражданского и специального назначения, а также естественнаучные специальности, связанные с изучением возобновляемых процессов и ресурсов).

Телефон: (495) 362-72-51, тел/факс (495) 362-75-74

e-mail: derugina63@mail.ru, nvie@fee.mpei.ac.ru

ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ.

М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС», 2006 г.

В настоящее время в энергетике Российской Федерации осуществляется переход от системы планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по действительному техническому состоянию электрооборудования.

Универсальным средством диагностирования электрооборудования является инфракрасная томография, которая обеспечивает контроль его состояния без вывода из работы. С помощью термографических средств можно идентифицировать такие дефекты, как локальный нагрев элементов конструкции, ухудшение состояния контактных соединений и т.д.

Значительное место в диагностике состояния электрооборудования занимает определение его вибрационных характеристик, Отечественным и зарубежным средствам современной диагностики посвящена первая глава книги.

Для принятия правильных решений необходимо постоянно иметь достаточно полную и достоверную информацию о контролируемом электрооборудовании. Для получения такой информации важно правильно выбирать, помимо диагностических средств, также методы и средства измерения таких параметров, как сопротивление, ток, напряжение, мощ-

ность и др. На смену классическим аналоговым средствам динамических измерений пришли цифровые, позволяющие осуществлять автоматизированный сбор и анализ информации.

Кроме традиционных и новых измерительных средств, контролируемых параметры эксплуатируемого электрооборудования, появилась необходимость определения условий его работы и в первую очередь качества электроэнергии. Современным отечественным и зарубежным измерительным средствам посвящена вторая глава книги.

Наряду с диагностическими и измерительными средствами, в системах электроснабжения применяются новые устройства и системы, повышающие надежность и экономичность работы электрооборудования и систем электроснабжения в целом, К ним относятся устройства плавного пуска, регуляторы температуры, минилоггеры, источники бесперебойного питания и др. Этой тематике посвящена третья глава книги.

В справочном пособии обобщен опыт ведущих организаций и предприятий, занимающихся разработкой нового и модернизацией действующего электрооборудования.

Телефоны: 207-21-25, 207-22-95, 207-25-66.

Адрес в Интернете: WWW.KOLOC.RU

ной, так и от пульсирующей составляющих дифференциального тока.

компания ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ

ЗАЩИТА И ИЗМЕРЕНИЕ В ОДНОМ КОМПЛЕКСЕ

БИЗ — это авторская разработка специалистов компании. ОАО «Белгородэнергосервис» является эксклюзивным дистрибьютором и единственным поставщиком продукции данного вида. При разработке прибора были учтены пожелания абонентов. Он предназначен не только для учета электроэнергии, но и для защиты сетей потребителя 220/380В, устанавливается вне помещения. Также новый измерительный комплекс защищает от поражения электрическим током, от прикосновения с находящимися под напряжением частями и от проникновения внутрь посторонних предметов. В комплект БИЗ входит однофазный счетчик электрической энергии «Меркурий 201.5» или трехфазный счетчик электрической энергии прямого включения. Потребители, которые уже приобрели блоки измерения и защиты, отмечают их компактность и удобство в эксплуатации. Блоки измерения и защиты обладают высокой степенью защиты от атмосферных осадков, а прозрачная верхняя крышка облегчает снятие контрольных показаний. И, в дополнение ко всему перечисленному, они выполнены из токонепроводящих материалов.

www.advis.ru

ЭМАЛЬЯНС ИЗГОТОВИТ ШУМОГЛУШИТЕЛИ ДЛЯ ИВАНОВСКОЙ ГРЭС

ОАО «ТКЗ «Красный котельщик», входящий в состав холдинга ЭМАльянс (ЭнергоМашиностроительный Альянс), начал изготовление нового вида оборудования – шумоглушителей сбросов пара. Сейчас завод ведет изготовление шумоглушителей, которые будут установлены на котлах-утилизаторах в составе первого





энергоблока ПГУ-325 Ивановской ГРЭС.

Шумоглушители сбросов пара предназначены для снижения уровня шума генерируемого потока пара на выходе из сбросных трубопроводов при срабатывании предохранительных клапанов.

В состав энергоблока ПГУ мощностью 325 МВт входят два паровых котла-утилизатора П-88, изготавливаемых на ОАО «Машиностроительный завод «ЗиО-Подольск». На каждом котле-утилизаторе устанавливаются два главных предохранительных клапана импульсного действия на паропроводе высокого давления и два предохранительных клапана прямого действия: один клапан устанавливается на паропроводе низкого давления, второй - на барабане низкого давления. Шумоглушители устанавливаются на каждом сбросном трубопроводе за предохранительными клапанами.

Всего должно быть выпущено 8 шумоглушителей, четыре из которых высокого давления и четыре - низкого давления. Изготовление шумоглушителей планируется завершить в конце марта 2006 года.

Договор на поставку оборудования для ОАО «Ивановские ПГУ» был заключен в 2005 году. В состав первого блока ПГУ мощностью 325 МВт Ивановской ГРЭС, помимо двух котлов-утилизаторов «ЗиО-Подольск», входят две газовые турбины ГТЭ-110 производства НПО «Сатурн» и паровая турбина производства ОАО «Силловые машины». Проект реконструкции и расширения Ивановской ГРЭС, который предусматривает строительство двух парогазовых установок ПГУ-325, осуществляется в соответствии с инвестиционной программой РАО «ЕЭС России». Пуск первого блока ПГУ-325 на Ивановской ГРЭС запланирован на апрель 2007 года.

www.mashportal.ru



ЦИФРОВАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА: ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

М.: ЭНЕРГОИЗДАТ, 2005 Г.-328 С.

Предлагаемая читателю книга является переводом книги известного немецкого электроэнергетика Г.Циглера, вышедшей в 2005 г. в Германии.

Дистанционная защита - это универсальная защита от токов коротких замыканий. Она является основной в системе защиты линий электропередачи и распределительных сетей.

Хотя классические дистанционные защиты на электромеханической или статической базе до сих пор широко распространены, наиболее современными считаются многофункциональные микропроцессорные устройства. Они связаны с централизованной системой управления, и ими можно управлять как с персонального компьютера, так и дистанционно. В новых устройствах применяются те же принципы работы, что и в устройствах предыдущего поколения. Цифровая обработка сигнала и интеллектуальные алгоритмы оценки позволили значительно повысить точность и селективность действия устройств. Большая степень функциональной интеграции, наряду со способностью самодиагностики, позволили значительно уменьшить габариты устройств, а также сократить расходы на техническое обслуживание.

В книге описаны общие принципы работы дистанционных защит, особое внимание уделено цифровой технологии. В основу положено практическое применение цифровых дистанционных реле в энергосистемах; проана-

лизировано поведение дистанционной защиты при различных коротких замыканиях и режимах работы системы, выведены уравнения для практического применения и описаны алгоритмы работы.

Так как для каждого производителя характерны свои особенности конструктивного исполнения устройств, которые очень быстро изменяются, они описаны настолько, насколько это необходимо для понимания. В качестве примеров использованы устройства фирмы СИМЕНС серии 7SA5, 7SF6. Однако, существуют некоторые общие особенности, характерные для всех производителей. В книге также даны фрагменты из технической документации, представленной фирмами-производителями.

Рассмотрены вопросы современного практического использования дистанционных защит в распределительных и промышленных сетях. Выбор тем и примеров основан на большом опыте работы авторов в области релейной защиты энергосистем. Поэтому многие проблемы и вопросы пользователей прямо или косвенно отражены в этой книге.

Книга ориентирована на студентов, инженеров, аспирантов, преподавателей, разработчиков, проектировщиков и эксплуатационников, желающих ознакомиться с цифровой дистанционной защитой, Книга может также служить пособием по решению проблем защит этого типа.

**Заказать книгу можно в ЗАО НТФ «Энергопрогресс»
тел. (095) 911-71-82, 911-73-24 Факс (095) 911-26-96**

**ДЕПАРТАМЕНТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СОГЛАСОВАНО
УТВЕРЖДЕНО**

**ЦК профсоюза работников
автомобильного транспорта
и дорожного хозяйства
7 августа 1995 г.**

**Приказ Департамента
автомобильного транспорта
Российской Федерации
№ 16 от 27 февраля 1996 г.**

**ТИПОВАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ ПЕРСОНАЛА КОТЕЛЬНОЙ
ТОИ Р-200-15-95**

Инструкция вводится в действие с 27.02.96 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящая инструкция регламентирует основные требования безопасности при работе в котельных.

1.2. Персонал котельной (машинист, кочегар, оператор - далее машинист) должен выполнять требования инструкции, разработанной на основе данной и инструкций, разработанных с учетом требований, изложенных в типовых инструкциях по охране труда:

- ◆ при передвижении по территории и производственным помещениям автотранспортного предприятия (инструкция № 20);
- ◆ по предупреждению пожаров и предотвращению ожогов (инструкция № 23).

Заметив нарушение требований безопасности другим работником, машинист должен предупредить его о необходимости их соблюдения.

Машинист должен выполнять также указания представителя местного комитета (комиссии) по охране труда или уполномоченного (доверенного) лица по охране труда профсоюзного комитета.

Машинист должен знать и уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшему в соответствии с типовой инструкцией № 22 по оказанию доврачебной помощи при несчастных случаях.

Машинист не должен приступать к выполнению разовых работ, не связанных с прямыми его обязанностями по специальности без получения целевого инструктажа.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. К самостоятельной работе в котельной допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда, обученные безопасным методам работы и имеющие соответствующее удостоверение.

2.2. Машинист, не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда (не реже 1 раза в 3 месяца) и ежегодную проверку знаний по безопасности труда не должен приступать к работе.

2.3. При поступлении на работу машинист котельной должен проходить предварительный медосмотр, а в дальнейшем периодические медосмотры в сроки, установленные Минздравмедпромом России.

2.4. Машинист котельной обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, принятые на предприятии.

2.5. Продолжительность рабочего времени машиниста котельной не должна превышать 40 ч. в неделю.

Продолжительность ежедневной работы (смены) определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиком сменности, утверждаемыми работодателем по согласованию с профсоюзным комитетом.

2.6. Машинист котельной должен знать, что наиболее опасными и вредными факторами, которые могут действовать на него в процессе работы являются:

- ◆ пар,
- ◆ оборудование,
- ◆ вредные газы и пыль.

2.6.1. Оборудование (котлы). При неправильной эксплуатации может повыситься давление и произойти взрыв, в результате которого возможны травмы (ожоги).

2.6.2. Вредные газы и пыль выделяются при сгорании топлива в котлах (особенно угля и торфа).

Основными вредными газами являются, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, оксиды серы и т.п., а также угольная пыль. Попадая вместе с вдыхаемым воздухом в организм человека, газы могут привести к отравлению, а пылевидные частицы к поражению верхних дыхательных путей.

2.7. Машинист котельной должен пользоваться тем инструментом и приспособлениями, обращению с которыми обучен и проинструктирован.

2.8. Машинист котельной должен работать в специальной одежде и использовать другие средства, индивидуальной защиты.

2.9. В соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты машинисту котельной выдаются:

при работе котельной на твердом минеральном топливе:

при механической загрузке:

- ♦ костюм хлопчатобумажный;
- ♦ рукавицы комбинированные;
- ♦ очки защитные;

при ручной загрузке:

- ♦ костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой;
- ♦ ботинки кожаные;
- ♦ рукавицы комбинированные;
- ♦ очки защитные;
- ♦ при работе на дровах и других видах топлива:
- ♦ фартук хлопчатобумажный;
- ♦ рукавицы комбинированные.

2.10. Машинист котельной должен соблюдать правила пожарной безопасности, уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Курить разрешается только в специально отведенных местах.

2.11. Машинист котельной во время работы не должен оставлять работающий котел без наблюдения.

2.12. О неисправностях оборудования, приспособлений и инструмента, а также средств индивидуальной защиты и других нарушениях требований безопасности машинист котельной должен немедленно сообщить своему непосредственному руководителю и не приступать к работе до их устранения.

2.13. Машинист котельной должен соблюдать правила личной гигиены. Перед приемом пищи, курением и по окончании работы необходимо мыть руки с мылом.

2.14. За невыполнение требований инструкций, разработанных на основе данной и указанных в п. 1.2, машинист котельной несет ответственность согласно действующему законодательству.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ

3.1. Перед началом работы машинист котельной обязан:

3.1.1. Принять дежурство.

3.1.2. Надеть средства индивидуальной защиты.

3.1.3. Проверить исправность обслуживаемых котлов и оборудования, наличие и исправность аварийного освещения и сигнализации, показания приборов и сделать об этом запись в журнале приема-сдачи дежурства.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

4.1. Машинист котельной при подготовке котла к растопке должен проверить:

- ♦ исправность топки и газоходов, запорных и регулирующих устройств;
- ♦ исправность контрольно-измерительных приборов, арматуры, питательных устройств, вентиляторов, а также наличие естественной тяги;
- ♦ исправность оборудования для сжигания топлива;
- ♦ заполнение котла водой;
- ♦ держится ли уровень воды в котле и нет ли подтекания воды через соединения, фланцы, лючки и арматуру;
- ♦ нет ли заглушек перед предохранительными клапанами и после них, на паро-мазуте- и газопроводах, на питательной спускной и продувочной линиях.

Перед растопкой котла провентилировать топку в течение 10-15 минут.

4.2. При подготовке к растопке котла, работающего на газовом топливе, дополнительно:

- ♦ проверить исправность газопровода и установленных на нем кранов и задвижек (вся запорная арматура на газопроводах должна быть закрыта, а краны на продувочных газопроводах открыты);

♦ продуть газопровод через продувочную свечу, постепенно открывая задвижку на ответвлении газопровода к котлу, убедиться в отсутствии взрывоопасной смеси в газопроводе (газоанализатором), после чего свечу закрыть;

♦ убедиться в отсутствии утечки газа из газопровода и газового оборудования и арматуры путем обмыливания их. Пользоваться для этой цели открытым огнем запрещается;

♦ проверить по манометру давление газа;

♦ отрегулировать тягу растапливаемого котла, установив разрежение в топке 2-3 мм вод. ст.

4.3. Зажигая газ в горелке запальником, медленно открывая задвижку, начать подачу воздуха, затем увеличить подачу газа и воздуха.

Если до розжига горелки погаснет запальник, то необходимо немедленно перекрыть подачу газа, вынуть запальник, провентилировать топку и газоходы в течение 10-15 минут и только после этого приступить повторно к розжигу горелки.

Если при розжиге зажженная горелка погаснет, необходимо также перекрыть подачу газа, провентилировать в течение 10-15 минут топку и газоходы, после чего приступить к повторному розжигу горелки.

4.4. Перед растопкой котла, работающего на жидком топливе, температура топлива должна быть доведена до величины, установленной в инструкции.

4.5. Машинисту котельной запрещается:

♦ зажигать в топке погасший газ без предварительной вентиляции топки и газоходов.

4.6. При розжиге котла, работающего на жидком топливе, машинист должен:

♦ при паровом распылении жидкого топлива ввести зажженный растопочный факел в топку, затем подать пар к форсунке, а затем топливо;

♦ при механическом распылении мазута ввести зажженный растопочный факел, включить автоматику розжига, медленно открывая вентиль, подать мазут в топку;

♦ после воспламенения мазута, отрегулировать горение; растопочный факел следует удалять из топки только когда горение станет устойчивым;

♦ закрыть предохранительный клапан или воздушный вентиль и открыть продувочный вентиль, если из открытого предохранительного клапана или вентиля пойдет пар.

4.7. Перед включением котла в работу машинист котельной должен произвести:

♦ проверку исправности действия предохранительных клапанов, водоуказательных приборов, манометра и питательных устройств;

♦ проверку показаний сниженных указателей уровня воды по указателям уровня воды прямого действия;

♦ проверку и включение автоматики безопасности, сигнализаторов и аппаратуры автоматического управления котлом;

♦ продувку котла.

4.8. Во время работы котла машинист должен:

♦ поддерживать нормальный уровень воды в котле, при этом нельзя допускать, чтобы уровень воды опускался ниже допустимого нижнего уровня или поднимался выше допустимого верхнего уровня;

♦ поддерживать нормальное давление пара;

♦ поддерживать нормальную температуру перегретого пара, а также питательной воды;

♦ поддерживать нормальную работу горелок (форсунок);

♦ не реже одного раза в смену проверять исправность действия манометра путем продувки с помощью трехходового крана;

♦ проверять продувкой исправность водоуказательных приборов и предохранительных клапанов в сроки, указанные в инструкции по эксплуатации котла;

♦ держать дверцы котла закрытыми;

◆ прекратить обдувку котла, если во время ее проведения происходит выбивание газов через люки.

4.9. Машинисту котла запрещается:

- ◆ заклинивать или дополнительно нагружать предохранительные клапаны;
- ◆ продолжать работу котла при неисправных или неотрегулированных предохранительных клапанах;
- ◆ производить обдувку котла при выявлении неисправностей обдувочной арматуры и котла;
- ◆ открывать и закрывать арматуру ударами молотка или других предметов;
- ◆ применять для растопки котла работающего на твердом топливе легковоспламеняющиеся жидкости;
- ◆ при работе котла производить подчеканку швов, заварку элементов котла и т.п.;
- ◆ находиться вблизи шлаковых затворов при их открытии;
- ◆ стоять против дверей котла при его обдувке;
- ◆ оставлять работающий котел, даже на короткое время, без надзора и допускать в помещение котельной посторонних лиц;
- ◆ загромождать помещение котельной посторонними материалами и предметами.

4.10. Остановка котла во всех случаях, кроме аварийной остановки, должна производиться только после получения на это распоряжения администрации предприятия.

4.11. При остановке котла машинист обязан:

- ◆ поддерживать уровень воды в котле выше среднего рабочего положения;
- ◆ прекратить подачу топлива в топку;
- ◆ отключить котел от паропроводов после полного прекращения горения в топке, при наличии пароперегревателя открыть продувку; если после отключения котла давление в котле повышается следует усилить продувку,
- ◆ произвести охлаждение элементов котла до +25°C или ниже и спустить воду.

4.12. При остановке котла работающего на твердом топливе машинист должен:

- ◆ дожечь при уменьшенном дутье и тяге остатки топлива;
- ◆ прекратить дутье и уменьшить тягу;
- ◆ очистить топку и бункер;
- ◆ прекратить тягу, закрыв дымовую заслонку, топочные и поддувальные дверцы.

4.13. При остановке котла, работающего на газовом топливе, машинист должен:

- ◆ уменьшить, а затем совсем прекратить подачу газа к горелкам, а затем и воздуха (при инфекционных горелках сначала воздуха, а затем газа);
- ◆ открыть продувочную свечу на отводе и провентилировать топку и газоходы.

4.14. При остановке котла, работающего на жидком топливе, машинист должен:

- ◆ закрыть подачу топлива в форсунку;
- ◆ прекратить подачу пара или воздуха;
- ◆ провентилировать топку, газоходы, после чего закрыть дутье и тягу.

4.15. Работы, связанные с нахождением людей внутри котла, могут производиться только по письменному разрешению (по наряду-допуску) начальника котельной или лица, на которого возложена ответственность за безопасную эксплуатацию котлов, с принятием необходимых мер безопасности и записью в журнале приема-сдачи дежурств.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

5.1. Машинист котельной должен немедленно остановить котел (аварийно) и сообщить об этом работодателю если:

- ◆ перестало действовать более 50% предохранительных клапанов или заменяющих их устройств;
- ◆ давление в котле повысилось более чем на 10% против допустимого и продолжает расти, несмотря на прекращение подачи топлива, уменьшения тяги и дутья и усиленное питание водой;
- ◆ произошла утечка воды из котла; подпитка котла водой при этом запрещена;
- ◆ уровень воды быстро снижается, несмотря на усиленное питание котла водой;
- ◆ уровень воды поднялся выше допустимого и продувкой котла не удается снизить его;
- ◆ прекращено действие всех питательных устройств;
- ◆ прекращено действие всех водоуказательных приборов;
- ◆ в основных элементах котла (барабанах, коллекторе, камере, жаровой трубе, огневой коробке, кожухе топки, трубной решетке, внешнем сепараторе, паропроводе) обнаружены трещины, вспучивание, пропуски в сварных швах, обрывы двух или более находящихся рядом связей;
- ◆ обнаружена загазованность котельной, работающей на газе, произошел взрыв газозооной смеси в топке котла или газоходах;
- ◆ прекращена подача электроэнергии при искусственной тяге;
- ◆ возник пожар в котельной.

5.2. При аварийной остановке котла машинист должен:

- ◆ прекратить подачу топлива и воздуха, резко ослабить тягу;
- ◆ быстро удалить горящее топливо из топки, в исключительных случаях, при невозможности сделать это, горящее твердое топливо залить водой, наблюдая за тем, чтобы струя воды не попала на стенки котла и обмуровку;
- ◆ после прекращения горения открыть дымовую заслонку и топочные дверцы;
- ◆ отключить котел от паропровода;
- ◆ выпустить пар через приподнятые предохранительные клапаны или аварийный вентиль.

5.3. При возникновении пожара в котельной машинист должен:

- ◆ немедленно вызвать пожарную охрану, сообщить об этом работодателю и принять меры по тушению пожаров;
- ◆ немедленно отключить газопровод газовой котельной с помощью задвижки, установленной вне помещения;
- ◆ если пожар в котельной не удается быстро ликвидировать остановить котлы в аварийном порядке, усиленно питая их водой и выпуская пар;
- ◆ при остановке котла из-за загорания сажи или уноса топлива немедленно прекратить подачу топлива и воздуха в топку, перекрыть тягу, остановить дымососы и вентиляторы и полностью перекрыть воздушные и газовые заслонки.

5.4. О каждом несчастном случае, очевидцем которого он был, машинист котельной должен немедленно сообщить работодателю, а пострадавшему оказать первую доврачебную помощь, вызвать врача, помочь доставить пострадавшего в здравпункт или ближайшее медицинское учреждение.

Если несчастный случай произошел с самим машинистом котельной он должен по возможности обратиться в здравпункт, сообщить о случившемся работодателю или попросить сделать это кого-либо из окружающих.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИЮ РАБОТ

6.1. По окончании работ машинист обязан:

- 6.1.1. Сдать дежурство по котельной, сделав отметку в журнале.
- 6.1.2. Снять средства индивидуальной защиты и убрать их в предназначенное для них место. Своевременно сдавать специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты в химчистку (стирку) и ремонт.
- 6.1.3. Вымыть руки с мылом и принять душ.
- 6.1.4. О всех недостатках обнаруженных во время работы, известить своего непосредственного руководителя.

**РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ «ЕЭС РОССИИ»**

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ В ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ
КОТЛАХ, СОСУДАХ И ТРУБОПРОВОДАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЭС,
ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ И НАДЗОРУ ОРГАНОВ ГОСГОРТЕХНАДЗОРА РОССИИ
РД 153-34.0-11.340-00**

УДК 621.311

Разработано Открытым акционерным обществом «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС»

Исполнитель *Е.А. ЗВЕРЕВ*

Аттестовано Метрологической службой Открытого акционерного общества «Фирма по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ОРГРЭС».

Свидетельство об аттестации МВИ от 28.09.99 г.

Утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО «ЕЭС России» 26.04.2000

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

Зарегистрировано в Федеральном реестре аттестованных МВИ, подлежащих государственному контролю и надзору, регистрационный код ФР.1.30.1999.00034

Введено впервые

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

Настоящая Методика выполнения измерений (МВИ) предназначена для использования при организации и проведении измерений давления с заданной погрешностью в паровых и водогрейных котлах, сосудах и трубопроводах технологического оборудования, подлежащих контролю и надзору органов Госгортехнадзора России, на тепловых электростанциях, водогрейных котельных и предприятиях тепловых сетей.

ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ С 01.03.2001 Г.

Измерительная информация используется при проведении испытаний технологического оборудования на прочность и плотность в соответствии с правилами Госгортехнадзора России и при ведении технологического режима работы оборудования.

2 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЯЕМОМ ПАРАМЕТРЕ

Измеряемым параметром является избыточное давление рабочего агента (пара, воды, воздуха, водорода и др.) технологического оборудования, подлежащего контролю и надзору органов Госгортехнадзора России.

Измеряемый параметр при работе энергетического оборудования в рабочем диапазоне нагрузок поддерживается на номинальном значении.

Настоящая МВИ распространяется на измерение давления рабочего агента на следующем технологическом оборудовании:

- паровых котлах паропроизводительностью свыше 49 т/ч и давлением от 1,4 до 25,0 МПа;
- водогрейных котлах производительностью свыше 420 ГДж/ч и давлением от 1,4 до 4,0 МПа;
- сосудах, находящихся под давлением от 0,07 до 8,0 МПа (ПВД, деаэраторах, паропреобразователях, испарителях, расширителях, регенеративных и сетевых подогревателях, ресиверах, баках);
- трубопроводах, находящихся под давлением от 0,07 до 40,0 МПа (свежего пара, пара промперегрева, пара на производство, пара на собственные нужды, питательной воды, сетевой воды).

Объем измерений на указанном оборудовании устанавливается РД 34.35.101-89 (приложение 1).

При наличии в РД 34.11.410-95 (см. приложение 1) требования измерения давления рабочего агента несколькими приборами на это измерение распространяется действие п. 2.2 указанного РД.

3 УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерения давления рабочего агента технологического оборудования производятся показывающими измерительными приборами, расположенными непосредственно у технологического оборудования, или рассредоточенной измерительной системой, составные элементы которой находятся в различных внешних условиях.

Влияющей величиной является температура окружающей среды. Диапазон изменения температуры окружающей среды указан в табл. 1:

Таблица 1

| Элементы измерительной системы | Диапазон изменения температуры окружающей среды, °С |
|--|---|
| Манометры прямого действия | 15-50 |
| Первичные измерительные преобразователи давления | 15-40 |
| Линии связи | 15-50 |
| Вторичные измерительные приборы давления | 15-30 |
| Агрегатные средства измерений ИИС | 15-25 |

4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Характеристикой погрешности измерений является предел относительной погрешности измерений текущего значения избыточного давления рабочего агента при номинальном значении давления рабочего агента.

Настоящая Методика обеспечивает измерения избыточного давления рабочего агента во всем диапазоне изменений значений влияющих величин по разд. 3 со следующими значениями предела относительной погрешности результата измерений (табл. 2):

По данной МВИ обеспечивается измерение избыточного давления рабочего агента технологического оборудования в соответствии с нормами погрешности измерений, установленными правилами Госгортехнадзора России и РД 34.11.321-96 (см. приложение 1).

5 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Измерения избыточного давления рабочего агента технологического оборудования, подлежащего контролю и надзору органов Госгортехнадзора России, осуществляется методом непосредственной оценки с использованием, как правило, показывающих измерительных приборов прямого действия (технических манометров).

Исключением является измерение давления пара в барабане котла, на выходе из котла, давления на выходе водогрейного котла и давления в надводном пространстве деаэратора, где помимо измерения давления показывающими приборами «по месту» предусматривается установка

Таблица 2

| Измерительные системы | Предел относительной погрешности измерения избыточного давления рабочего агента технологического оборудования (%) при давлении рабочего агента технологического оборудования, | | |
|---|---|--------|----------|
| | МПа | до 2,5 | 2,5-14,0 |
| 1. С показывающими приборами прямого действия: | | | |
| техническими манометрами | 2,3 | 2,4 | 2,4 |
| манометрами точных измерений | 1,9 | 1,9 | 1,8 |
| 2. С регистрирующими приборами: | | | |
| с дифференциально-трансформаторной схемой по показаниям и регистрации | | | |
| | 1,8 | 1,9 | 1,7 |
| с токовым сигналом связи: | | | |
| - по показаниям | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| - по регистрации | 1,5 | 1,6 | 1,5 |
| 3. Информационные системы ИИС по показаниям и регистрации | | | |
| | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

регистрирующего прибора на щите управления или регистрация параметра в ИИС.

Системы измерений давления рабочего агента, широко используемые на энергооборудовании, приведены на рис. 1-3.

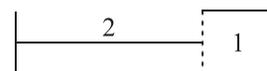


Рис. 1. Структура измерительной системы давления рабочего агента с применением показывающих приборов:

1 – показывающий прибор; 2 – трубные проводки

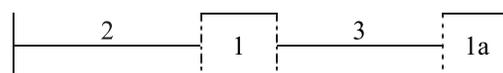


Рис. 2. Структура измерительной системы давления рабочего агента с применением регистрирующих средств измерений:

1 – первичный измерительный преобразователь давления; 1а – вторичный измерительный регистрирующий прибор давления; 2 – трубные проводки; 3 – линии связи

Средства измерений, используемые в системах измерений давления, приведены в приложении 2.

6 ОПЕРАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Операции при подготовке выполнения измерений заключаются в осуществлении комплекса мероприятий по вводу системы измерений в эксплуатацию, основными из которых являются:

- проверка СИ;

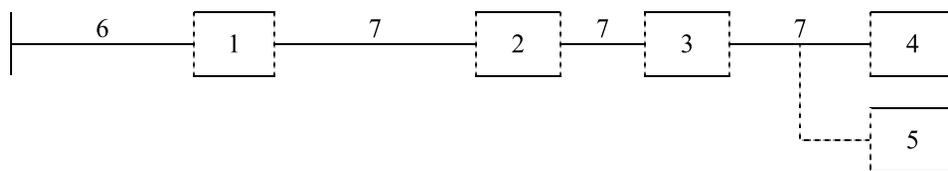


Рис. 3. Структура измерительной системы давления рабочего агента с применением ИИС: 1 - первичный измерительный преобразователь давления; 2 - устройство связи с объектом; 3 - центральный процессор; 4 - средство представления информации; 5 - регистрирующее устройство; 6 - трубные проводки; 7 - линии связи

- проверка правильности монтажа в соответствии с проектной документацией, требованиями правил Госгортехнадзора России и заводской документацией на СИ;
- проведение наладочных работ;
- введение системы измерений в эксплуатацию.

Основные требования правил Госгортехнадзора России к средствам измерений следующие:

- диапазон измерения манометра выбирается из условий, что рабочее давление должно находиться в последней трети его шкалы;
- на шкале манометра должна быть нанесена красная черта, соответствующая рабочему давлению с учетом добавочного давления от массы столба жидкости;
- перед манометром должно быть установлено устройство для продувки импульсной линии, а перед манометром, измеряющим давление пара и смонтированным непосредственно на оборудовании, должна быть сифонная трубка;
- манометр должен быть смонтирован так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу, при этом шкала манометра должна быть расположена вертикально или под углом не более 30°.

Диаметр манометра при расстоянии от наблюдателя до 5 м должен быть не менее 160 мм.

7 ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ И ВЫЧИСЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

При измерении давления манометрами, установленными ниже или выше отборного устройства, должна быть введена поправка на высоту столба жидкости над манометром (если поправка существенна). Значение поправки определяется при проведении наладочных работ и наносится или на стенд установки манометра, или непосредственно на защитное стекло манометра (со знаком «плюс», если манометр расположен выше места отбора, и «минус», если ниже).

Значение давления, обусловленное высотой столба жидкости в соединительной линии, определяется по формуле

$$p_{ст} = h g \rho \cdot 10^{-6},$$

где $p_{ст}$ — давление столба жидкости, МПа;

h — высота столба жидкости, м;

g — местное ускорение свободного падения, м/с²;

ρ — плотность жидкости в импульсной линии, кг/м³.

8 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

Производство наладочных работ системы измерений давления осуществляется электрослесарем-прибористом с

квалификацией не ниже 3-го разряда, а обслуживание – дежурным электрослесарем-прибористом.

Оператор-технолог, использующий результаты измерения давления при ведении технологического режима работы оборудования, должен иметь квалификацию машиниста котла, турбины или машиниста-обходчика оборудования.

9 ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

При монтаже, наладке и эксплуатации систем измерений давления должны соблюдаться требования РД 34.03.201-97 и РД 34.03.202 (см. приложение 1).

Приложение 1

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

1. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений.
2. ГОСТ 8.207-76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
3. ГОСТ 2405-88. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия.
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.— М.: НПО ОБТ, 1994. Изменение № 1.— М.: НПО ОБТ, 1996.
5. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением: ПБ 10-115-96. - М.: НПО ОБТ, 1996. Изменение № 1 к ПБ 10-115-96.- М.: НПО ОБТ, 1997.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.— М.: НПО ОБТ, 1994. Изменение № 1.— М.: НПО ОБТ, 1997.
7. МИ 1317-86. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
8. МИ 2377-96. ГСИ. Рекомендация. Разработка и аттестация методик выполнения измерений.
9. РД 34.35.101-88. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях.— М.: СПО Союзтехэнерго, 1988. Дополнение к РД 34.35.101-88. Объем и технические условия на выполнение технологических защит и блокировок обо-

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- дования топливоподачи ТЭС на твердом топливе. — М.: СПО ОРГРЭС, 1996.
- Изменение № 1 к РД 34.35.101— 88.- М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
10. РД 34.11.332-97. Методические указания. Разработка и аттестация методик выполнения измерений, используемых на энергопредприятиях в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора. Организация и порядок проведения. — М.: СПО ОРГРЭС, 1999.
11. РД 34.11.410-95. Методические указания по установлению номенклатуры, эксплуатируемых на энергопредприятиях электроэнергетики средств измерений, подлежащих поверке. — М.: СПО ОРГРЭС, 1997.
12. 34.11.321-96. Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций. — М.: Рот. ВТИ, 1997.
13. РД 34.03.201-97. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. — М.: ЭНАС, 1997.
- Изменение № 1/2000 к 34.03.201-97. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2000.
14. РД 34.03.202. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.— М.: Энергоатомиздат, 1989.
15. значений параметров окружающей среды в местах расположения приборов, необходимых для измерения основных технологических параметров ТЭС». Технический отчет. — Екатеринбург: Уралтехэнерго, 1995.
16. Преобразователи давления (манометры, вакуумметры и мановакуумметры) типа МЭД, взаимозаменяемые. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 3.9026.142 ТО.
17. Приборы дифференциально-трансформаторные автоматические взаимозаменяемые типа КСД2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ТО-1054.
18. Приборы автоматические следящего уравнивания КСМ2, КСМ2И, КСП2, КСП2И, КСУ2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ТО-994».
19. Преобразователь измерительный «Сапфир-22». Техническое описание и инструкция по эксплуатации 08919030 ТО.
20. Манометры, вакуумметры и мановакуумметры для точных измерений типов МТИ и ВТИ. Паспорт 3.9060.612 ПС.

Приложение 2

| Системы и средства измерений | Основная допускаемая приведенная погрешность СИ, ± % | Завод-изготовитель |
|--|--|---|
| 1. Измерительные системы с показывающими приборами прямого действия: манометр технический МП4-У манометр точных измерений МТИ | 1,5 1,0 | «Манотомь», г.Томск «Манометр», г. Москва |
| 2. Измерительные системы с регистрирующими приборами: преобразователь измерительный избыточного давления МЭД прибор автоматический с дифференциально-трансформаторной схемой КСД-2: - по показаниям - по регистрации преобразователь измерительный избыточного давления «Сапфир-22М-ДИ» автоматический потенциометр КСУ2: - по показаниям - по регистрации | 1,0 1,0 1,0 0,5 0,5 1,0 | «Манометр», г. Москва «Львов прибор», г. Львов «Манометр», г. Москва «Львовприбор», г. Львов |
| 3. Измерительные информационные системы ИИС: измерительный преобразователь избыточного давления «Сапфир-22МИ-ДИ» агрегатные средства измерений ИИС: - по показаниям - по регистрации | 0,5 0,3 0,3 | «Манометр», г. Москва — |
| <i>Примечание</i> — Допускается применение других средств измерений с основными допускаемыми приведенными погрешностями, не превышающими указанных. | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

- 1 Назначение и область применения Методики
 - 2 Сведения об измеряемом параметре
 - 3 Условия измерений
 - 4 Характеристики погрешности измерений
 - 5 Метод измерений и структура измерительной системы
 - 6 Операции при подготовке выполнения измерений
 - 7 Операции обработки и вычисления результатов измерений
 - 8 Требования к квалификации операторов
 - 9 Требования к обеспечению безопасности
- Приложение 1 Перечень нормативной документации
- Приложение 2 Средства измерений, применяемые в системах измерений давления рабочего агента паровых и водогрейных котлов, сосудов и трубопроводов технологического оборудования ТЭС, подлежащих контролю и надзору органов Госгортехнадзора России

CONTENTS №4/2006

ENERGETICS NEWS

FROM FIRST PERSON

Priority – for reliable equipment

MARKET AND PROSPECTS

New developments in electrical engineering

POWER FACILITIES

Modern reactive power compensators for raising of reliability and efficiency of power supply systems

Modern units for providing of power supply reliability and power quality of consumer

Influence of short-circuit current onto current transformer error

Circuit-breakers – basic definitions

HEAT SUPPLY

Boiler units of industrial works

Water-tube boiler of third generation of OAO «Dorobuzhkotlomash»

New methods of water treatment for heat supply system

AIR SUPPLY

Complex solution for compressed air treatment

Brief review of gas blower and air blower

DIAGNOSTICS AND TESTS

Test method for a.c. electrical motor

EXPERIENS EXCHANGE

On efficiency of run-of-mine coal in municipal power engineering (illustrate with a heat power plant)

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Payment order for used electrical power in fact at rated interval

Customer cost optimization for producing of system of commercial electric power metering

ENERGY SAVING

Economical and technological aspects of energy and resource saving by means of introduction of home adjustable electrical drive

SOFT

Software for department of power engineer

QUESTION – ANSWER

CATALOGUE

Modern digital meggers M6, M6-1, M6-2, M6-3, M6-4, M6-GT

TRAINING OF SPECIALISTS

Center for training and retraining at department <electric power supply of industrial works> of Moscow power institute (technical university)

LABOR PROTECTION

AND ACCIDENT PREVENTION

Action of boiler operator at the time of unusual situation

BOOKSHELF

STANDARDS DOCUMENTS

CURRENT TRANSFORMER. Test method

ПРАЙС-ЛИСТ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

| Размер модуля | Стоимость публикации, руб |
|---|-----------------------------------|
| 1/1 полосы | 10 000 |
| 1/2 полосы | 5 000 |
| 1/4 полосы | 2 500 |
| 1/8 полосы | 1 250 |
| 1/16 полосы | 625 |
| Строчка таблицы | 660 |
| 2-я полоса обложки | 30 000 |
| 3-я полоса обложки | 25 000 |
| 4-я полоса обложки | 35 000 |
| Размещение рекламы в блоке журнала, с указанием страницы, где она размещена, в оглавлении | +50% к стоимости 1 (одной) полосы |

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПРЕДУСМАТРИВАЕТ СКИДКИ

ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ РЕКЛАМЫ ПАКЕТАМИ:

№1 ПАКЕТ **ПРОБА**: 3 ВЫХОДА – 5%

№2 ПАКЕТ **СОТРУДНИЧЕСТВО**: 6 ВЫХОДОВ – 10%

ОПЫТ РЕКЛАМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОКАЗЫВАЕТ,

ЧТО РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ПАКЕТЕ

ПОЗВОЛЯЕТ ПОЛУЧИТЬ

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

АДРЕС И ТЕЛЕФОНЫ: 119 602, РОЖДЕСТВЕНКА, Д.5/7, ОФИС 3. ФАКС 921-99-98

УВЕРЕНЫ, ЧТО СОТРУДНИЧЕСТВО С ЖУРНАЛОМ ПОМОЖЕТ ДОНЕСТИ ДО НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗ НАШЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ, А ТАКЖЕ, ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ, ПРИВЛЕЧЬ НОВЫХ КЛИЕНТОВ.

БЛАГОДАРИМ ЗА ДОВЕРИЕ К ЖУРНАЛУ И НАДЕЕМСЯ НА СОТРУДНИЧЕСТВО!