

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ	3
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	9
Тепловые сети. Актуальные проблемы и пути решения	9
РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ	13
Промышленные кондиционеры: делаем правильный выбор	13
ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО	16
Тестирование микропроцессорных реле защиты: новый взгляд на проблему	16
Выбор выключателей 6-10 кВ: достоинства и недостатки	21
Приборы для измерения и контроля параметров электрической цепи	23
Проверка характеристики расцепления автоматического выключателя	27
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ	36
Как подобрать газоанализатор для наладки топливосжигающих установок	36
Мини-ТЭС — вопрос выбора	38
Устройства для удаления газов из теплоносителя	41
Критерии выбора теплосчетчиков	48
ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ	52
Смазывание поршневых компрессоров, масла и их взаимозаменяемость	52
Сравнение способов регулирования холодопроизводительности компрессоров	54
ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ	64
Методика испытания конденсаторов	64
Пинометры. Как сделать правильный выбор?	75

ЖУРНАЛ

«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №8

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,
чл.-корр. Академии электротехнических наук РФ, директор Института электроэнергетики

Э.А. Киреева – к.т.н., профессор Института повышения квалификации «Нефтехим»

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

А.Г. Харитон – д.т.н., профессор, ректор
Международной Академии информатизации

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

Главный редактор

С.А. Леонов

Выпускающий редактор

Н.А. Пунтус

Верстка

А.М. Коломейцев

Корректор

О.С. Волкова

Журнал распространяется через каталог ОАО «Агентство «Роспечать» и каталог российской прессы «Почта России» (ООО «Межрегиональное агентство подписки»), а также путем прямой редакционной подписки

Почтовый адрес редакции:

107031, Москва, а/я 49,

ИД «ПАНОРАМА»

Тел.: (495) 625-93-50, 131-73-95

E-mail: glavenergo@mail.ru

<http://glavenergo.promtransizdat.ru>



Подписано в печать 28.06.2008
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 13. Заказ №



ОБМЕН ОПЫТОМ 77

Об оптимизации объемов контроля при проведении технического диагностирования котлов и трубопроводов на примере Киевэнерго 77

ВОПРОС—ОТВЕТ 91

КНИЖНАЯ ПОЛКА 89

ВЫСТАВКИ 91

Новые материалы и технологии на выставке «Электро-2008» 91

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 95

Общие сведения о взрывозащите 95

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 98

Рекомендации по нормированию численности работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств 98

Уважаемые читатели!

Журнал «Главный энергетик» продолжает обсуждение вопросов эксплуатации и оптимизации управления энергетическим комплексом на производстве. Вот некоторые материалы, которые мы предлагаем вашему вниманию в августовском номере:

К многочисленной группе промышленных кондиционеров относятся: каналные промышленные кондиционеры, промышленные кондиционеры кассетного, подпотолочного и колонного типа, шкафные кондиционеры, крышные кондиционеры (руфтоп), центральные кондиционеры, прецизионные кондиционеры, а также системы чиллер-фанкойл и мультизональные VRV и VRF системы. О том, какой именно тип промышленных кондиционеров выбрать читайте в статье «Промышленные кондиционеры: делаем правильный выбор».

Перед электрическими сетями и предприятиями, имеющими на своем балансе высоковольтные выключатели напряжением 6—10 кВ, время от времени появляется необходимость их приобретения, и как следствие, возникает вопрос: «Какой тип выключателя выбрать?».

Ответ на этот вопрос вы найдете в материале «Выбор выключателей 6—10 кВ: достоинства и недостатки».

К наиболее распространенным устройствам дегазации относятся воздухоотводчики, сепараторы и деаэраторы. В статье «Устройства для удаления газов из теплоносителя» обсуждается применение воздухоотводчиков, сепараторов и малогабаритных вакуумных деаэраторов.

В последнее время возрастает тенденция использования современных энергосберегающих технологий в различных областях народного хозяйства. Одним из таких направлений является учет тепловой энергии. В статье «Критерии выбора теплосчетчиков» кратко изложена суть коммерческого учета тепла и более подробно рассмотрены приборы учета — теплосчетчики (их достоинства и недостатки).

Эти и другие материалы, а также новости энергетики и нормативные документы читайте в этом номере журнала.

*С уважением,
главный редактор журнала Сергей Леонов*

В СЕРОВЕ ИТЕРА ПОСТРОИТ ТЭЦ ЗА 4 МЛРД РУБЛЕЙ

Энергетическая компания «ЭНЕКО», входит в ГК «Итера», построит на территории Серовского завода ферросплавов (Свердловская область) тепловую электрическую станцию мощностью 130 МВт.

Предполагаемая стоимость проекта 4 млрд рублей. Соответствующее постановление подписали вчера генеральный директор «ЭНЕКО» Алексей Федосеев и генеральный директор СЗФ Арман Есенжулов, сообщает пресс-служба ООО «МГК «ИТЕРА».

Заключено также Соглашение о сотрудничестве «ЭНЕКО» и Администрации Серовского городского округа. В соответствии с ним Серов, градообразующим предприятием которого является СЗФ, будет гарантированно получать тепло от новой станции.

ЭК «ЭНЕКО» — специализированная энергетическая компания, входящая в состав Группы компаний «ИТЕРА», которая обеспечивает природным газом Свердловскую область с 1999 года. СЗФ — одно из крупнейших российских предприятий по производству хромистых ферросплавов.

www.upmonitor.ru

С 1 ИЮНЯ 2008 ГОДА ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ ГОСТ Р 52743—2007 (ЕН 809:1998) «НАСОСЫ И АГРЕГАТЫ НАСОСНЫЕ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ ЖИДКОСТЕЙ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Приказом Ростехрегулирования от 29 августа 2007 года N 220-ст утвержден и вводится в действие с 1 июня 2008 года ГОСТ Р 52743—2007. Национальный стандарт является модифицированным по отношению к европейскому стандарту EN

809:1998 «Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности» (ЕН 809:1998 «Pumps and pump units for liquids — Common safety requirements») путем изменения его структуры.

ГОСТ Р 52743—2007 распространяется на динамические и объемные (роторные и возвратно-поступательные) насосы, поставляемые без привода, и насосные агрегаты на их базе. Стандарт устанавливает требования безопасности к их конструированию, сборке, монтажу, эксплуатации, техобслуживанию и ремонту, средствам автоматизации, защиты, сигнализации и контроля.

В стандарте приведен перечень основных источников опасности при эксплуатации насоса или насосного агрегата и определены требования и/или мероприятия по снижению опасности.

Требования данного стандарта не распространяются на:

- насосы и насосные агрегаты, приводимые в действие исключительно вручную;

- насосы и насосные агрегаты для медицинского использования, находящиеся в непосредственном контакте с пациентом;

- бытовые насосы;

- насосы и насосные агрегаты, специально разработанные для эксплуатации на объектах атомной энергетики, которые в случае выхода из строя могут стать источником радиоактивного излучения;

- насосы и насосные агрегаты для гидравлической передачи энергии (техники текучих сред).

ГОСТ Р 52743—2007 не устанавливает требований безопасности к конструированию или изготовлению приводов и вспомогательного оборудования, требований безопасности при перевозке, транспортировании и перемещении насосов и насосных агрегатов во время их эксплуатации, требований безопасности к передаточным устройствам, соединяющим насос с другими устройствами.

Действие стандарта не распространяется на насосы и насосные

агрегаты, изготовленные до даты введения настоящего стандарта.

www.c-o-k.ru

ПУТИН ОПРЕДЕЛИЛ ПОЛНОМОЧИЯ МИНЭНЕРГО РФ

Премьер-министр РФ В.Путин утвердил положение о Минэнерго РФ, определив круг полномочий этого создванного в мае министерства.

Как говорится в постановлении, опубликованном на сайте правительства РФ, Минэнерго осуществляет функции по выработке и реализации госполитики и нормативно-правовому регулированию в сфере ТЭК, в том числе по вопросам электроэнергетики, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, газовой, угольной, сланцевой и торфяной промышленности, магистральных трубопроводов нефти, газа и продуктов их переработки, возобновляемых источников энергии, освоения месторождений углеводородов на основе СРП, и в сфере нефтехимической промышленности, а также функции по оказанию госуслуг, управлению госимуществом в сфере производства и использования топливно-энергетических ресурсов. Министерство в пределах своей компетенции осуществляет функции по формированию, использованию и распоряжению государственными информационными ресурсами российского ТЭК.

Минэнерго, согласно положению, разрешено иметь до шести заместителей министра, в том числе одного статс-секретаря — замминистра, а также до 12 департаментов по основным направлениям деятельности в структуре центрального аппарата. Предельная штатная численность центрального аппарата определена в 464 единиц, территориальных подразделений — в 88 единиц. От разделенного Минпромэнерго министерство получило 310 единиц, от ликвидированного Росэнерго — 154 единицы.

www.rian.ru

МЕДВЕДЕВ ПРИКАЗАЛ СНИЗИТЬ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ЭКОНОМИКИ НА 40 ПРОЦЕНТОВ

Президент России Дмитрий Медведев подписал указ, согласно которому энергоемкость российской экономики к 2020 году должна быть снижена на 40 процентов по сравнению с 2007 годом. Об этом сообщает РИА Новости со ссылкой на пресс-службу Кремля. Указ принят для обеспечения рационального и экологически ответственного использования энергии и энергоресурсов.

В 2008—2009 годах Медведев поручил правительству принять меры по повышению энергетической эффективности в электроэнергетике, строительстве и ряде других отраслей. Кроме того, профильные министерства должны придумать, как стимулировать производителей, которые экономят электроэнергию и следят за экологией, передает «Интерфакс».

До 1 октября 2009 года правительство должно внести в Госдуму федеральные законы, направленные на усиление ответственности компаний за несоблюдение энергетических нормативов.

К 1 июля 2008 года должна закончиться реформа российской электроэнергетики, которая была необходима для того, чтобы привлечь в отрасль частных инвесторов. Министр энергетики Сергей Шматко уже заявил, что реформа в основном удалась, однако теперь необходимо подготовить предложения именно по программе энергосбережения и повышения энергоэффективности.

Напомним, что рост российской экономики и слишком большой расход электроэнергии привели к тому, что доступ новых компаний к инфраструктуре стал ограниченным. По словам министра финансов Алексея Кудрина, это свидетельствует о перегреве в отечественной экономике.

lenta.ru

ПЕРВАЯ МИНИ-ТЭЦ НА УГЛЕ

Государственная экспертиза дала положительное заключение по проекту ТЭЦ на угле мощностью 10 тысяч кВт в поселке Депутатский (Якутия), разработанному институтом «СибВНИПИэнергопром» (входит в ОАО «Сибирский ЭНТЦ»).

Проект интересен тем, что в нем используется только отечественное энергетическое оборудование: три котла паропроизводительностью по 35 тонн в час на 39 атмосфер, оснащенных топками с высокотемпературным кипящим слоем (изготовитель — Бийский котельный завод совместно с ООО «Петрокотел-ВЦКС»), и четыре паровые турбины с теплофикационными отборами ОАО «Калужский турбинный завод».

Сооружение мини-ТЭЦ на угле обеспечит надежное электро- и теплоснабжение поселка. При этом большая часть электроэнергии будет вырабатываться в наиболее экономичном теплофикационном режиме, при котором достигается минимальный расход топлива на выработку одного киловатта электроэнергии. Экономическая эффективность мини-ТЭЦ на угле достигается за счет замены дорогостоящего арктического дизельного топлива, которое в настоящее время применяется для выработки электроэнергии на дизельных электростанциях, с себестоимостью 10,4 рубля за киловатт-час при тарифе для потребителей около 2,0 рубля за кВт-ч. Уголь обходится дешевле. Себестоимость электроэнергии на мини-ТЭЦ составляет 5,1 рубля за кВт-ч. Экономия дорогостоящего арктического топлива составит 6 тысяч тонн в год при цене 32,75 тысячи рублей за тонну (прогноз на 2011 год, когда мини-ТЭЦ должна быть введена в эксплуатацию).

В результате сооружения мини-ТЭЦ дотация из государственного бюджета на нужды энергоснабжения поселка сократится на 164 миллиона рублей в год.

Очевидно, что положительный опыт реализации этого проекта может быть многократно воплощен для поселений городского типа Республики Якутия и других изолированных регионов Севера и Дальнего Востока страны, где сегодня электроснабжение осуществляется от дизельных электростанций, а теплоснабжение — от котельных.

*Энергетика и промышленность
России*

РАО ЕЭС ВВОДИТ МИНИМАЛЬНУЮ ПЛАТУ ЗА ТЕХПРИСОЕДИНЕНИЕ К ЭНЕРГОСЕТЯМ

Об этом заявил председатель правления энергохолдинга Анатолий Чубайс на конференции «Электроэнергетика — потребители». «Сегодня мы приняли решение, которое радикально оздоровит принцип платы за присоединение», — сказал Чубайс. По его словам, были приняты Стандарты, в соответствии с которыми потребители электроэнергии делятся на 4 группы. Первая — это физические лица, малый бизнес, с уровнем энергопотребления до 15 кВт. Для этой категории потребителей плата за присоединение устанавливается на уровне 550 р., срок присоединения — в течение одного года. Вторая группа — это малый бизнес, с энергопотреблением более 15 кВт, третья — средний бизнес и четвертая — крупный.

Введение этих стандартов преследует три цели — обеспечение доступности и возможности планирования бизнеса, обеспечение контроля за исполнением договора по техническому присоединению, обеспечение прозрачной процедуры технологии присоединения. По словам Чубайса, принята также программа действия на ближайшие 2—3 года, которая реализует Стандарт.

«Реализация документа будет зависеть не от нас, а от взаимодействия Минэнерго и правительства, —

добавил он. — Это решение поможет поставить жирную точку, которая позволит построить цивилизованный розничный рынок в электроэнергетике России. В результате преобразования через 2—3 года появятся либерализованный розничный рынок, который фундаментально снимет проблему неудовлетворенных потребителей».

www.rosbalt.ru

ДЛЯ ВЫПУСКА НОВОЙ ПРОДУКЦИИ — НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В рамках программы развития электротехнического производства ОАО «Карпинский электромашиностроительный завод» (входит в состав корпорации «ЭДС-Холдинг») продолжается программа реконструкции. Так, в начале мая текущего года на заводской испытательной станции закончен монтаж и ведется наладка автоматизированного нагрузочного стенда на статических преобразователях. Автоматизированный комплекс позволит проводить все виды испытаний тяговых электрических двигателей на предмет соответствия нормативно-технической документации заказчика. Первым на стенд будет поставлен тяговый двигатель постоянного тока ДПТ-800, установочная партия которых заказана Эльмашу ОАО «Российские железные дороги». В дальнейшем на новом стенде будут проходить апробацию другие образцы инновационной продукции КЭМЗ.

Автоматизированный нагрузочный стенд дает полную техническую характеристику выпускаемых двигателей с распечаткой технической документации на каждый выпущенный тяговый двигатель. Система полностью автоматизирована, пульт управления связан с ЭВМ, поэтому при проведении испытаний исключаются все ошибки, в том числе человеческий фактор.

В свою очередь, новое оборудование получает сборочный цех №1 КЭМЗ, который специализируется на выпуске электрических двигателей

и машин. Первоочередными в настоящий момент являются задачи по повышению качества обработки корпусов изделий. Уже запущено в эксплуатацию оборудование для вакуумной пропитки компаундом Элпласт-180. Применение пропитки компаундом повысит надежность работы электрооборудованию в условиях повышенной влажности, как то в тропиках или на морских судах, что существенным образом увеличит экспортный потенциал Эльмаша. Также в цеху модернизируется имеющее и поступает новое специализированное токарное оборудование.

В результате проведенных работ по модернизации сборочный цех №1 ОАО «Карпинский электромашиностроительный завод» уверенно наращивает объемы выпуска электрических машин и двигателей по заказам нефтяников и транспортников.

edsholding.ru

ЗАВОДУ «ЭЛЕКТРОДЕТАЛЬ» — 50 ЛЕТ

Основная продукция предприятия Карачевского завода «Электродеталь»: прямоугольные электрические соединители; электроустановочные изделия (вилки, розетки, выключатели, разветвители, удлинители, сетевые фильтры с различными устройствами защиты); электробытовые приборы (соковыжималки, утюги); галантерейные товары (зонты, хозяйственные сумки, щетки массажные); замочно-скобяные изделия (замки контрольные, всяческие и противоугонные для велосипедов); комплектующие для автомобильной и автотракторной промышленности (штекеры, колодки, резисторы добавочные, стяжки и др.); спортивно-оздоровительные тренажеры; технологическая оснастка, инструмент и оборудование для различных отраслей промышленности. Решение о создании современного, высокотехнологичного предприятия в г. Карачеве было принято в 1958 г.

В июле 1959 года завод выпустил первую продукцию. А уже по итогам работы в третьем квартале ему было присуждено третье место в соревновании в системе Совнархоза. После реорганизации Брянского Совнархоза Постановлением Совета Министров РСФСР от 26.12.62 г. завод был передан подчинению Управлению радиотехнической и электронной промышленности Приокского Совнархоза и переименован в «Карачевский завод штепсельных разъемов». С начала организации завод бурно строился, расширялся, увеличивал выпуск продукции, осваивал новую, неоднократно модернизировался. Стране требовалось все больше и больше изделий, для выпуска которых были необходимы новые мощности. Поэтому в 1974 г. было создано производственное объединение «Десна», головным заводом в котором стал «Электродеталь». В объединение вошли заводы «Снежень» (пос. Белые Берега), «Нерусса» (г. Трубчевск), «Надва» (пос. Клетня), а также конструкторско-технологическое бюро по разработке новых изделий, товаров народного потребления и средств механизации при головном заводе. Сложилась мощная производственная структура, которая специализировалась по инструментальному, гальваническому, штамповочно-механическому, литейному, пластмассовому, сборочному и др. производствам. Численность работающих составила более 10 тыс. человек (в т. ч. на головном предприятии — 6,5 тыс. чел.), общая площадь — более 150000 кв. м. Заводы объединения совокупно выпускали почти 70 млн. шт. разъемов (из них около 50 млн. шт. выпускал «Электродеталь»), удовлетворяя запросы более семи тысяч потребителей практически во всех уголках Советского Союза, экспортировали свои изделия в 12 стран мира. Объединение просуществовало почти два десятка лет. Это было время наиболее интенсивного развития заводов, входящих в него, создания благоприятных условий для развития городов и поселков, где они размещались, расширения социальной сферы.

За короткое время рядом с заводом вырос жилой микрорайон, была построена канализация, расширилась водопроводная сеть, благоустроились улицы, тротуары. Предприятие оказывало большую помощь в строительстве индивидуального жилья. Кризисные явления 90-х годов, глубоко поразившие к тому времени экономику страны, не могли не сказаться на деятельности объединения: резко снизилось число потребителей, уменьшились заказы на основную продукцию — разъемы, и, как следствие, ухудшилось финансовое состояние заводов, входивших в объединение. В этих условиях к началу 1992 года объединение распалось на самостоятельные предприятия, хотя тесные производственные и хозяйственные связи не прерывались до 1994 года. Не до конца они прерваны и к настоящему времени. Численность работающих на заводе составляет немногим более 2 тыс. человек. Структура продажи продукции: почти 80% в общем объеме составляют разъемы, 2% — комплектующие для автомобильной и автотракторной промышленности и около 10% — товары народного потребления, 8% — производство инструмента и оснастки и спецмашиностроения. Завод «Электродеталь» стал обладателем сертификатов «Лидер российской экономики». За последние два года предприятие освоило более 2500 типонаименований новых изделий, как для военной техники, так и для общепромышленного применения.

www.bryanskobl.ru

ПОДСТАНЦИЯ ЧУСОВСКОГО МЕТЗАВОДА БУДЕТ ОТРЕМОНТИРОВАНА ЗА 1 МЛН РУБЛЕЙ

Общий объем финансирования капитального ремонта подстанции «Чусовая» составит порядка 1 млн. рублей, сообщили в «Пермэнерго». Подстанция «Чусовая» является крупным центром питания и снабжает

электроэнергией градообразующее предприятие Чусовской металлургической завод, а также молокозавод, насосную станцию, тяговую подстанцию железной дороги и жилой сектор. В рамках ремонтной программы ОАО «МРСК Урала» в течение июня будет проведен капитальный ремонт подстанции. Энергетикам предстоит провести ремонт масляного выключателя, восьми разъединителей с заменой фарфоровой изоляции на полимерную. Напомним, что в целом плановые затраты на ремонт электросетевых объектов филиала ОАО «МРСК Урала» — «Пермэнерго» в 2008 году превысят 457 млн рублей. Планируется произвести капитальный ремонт 40 подстанций, 753 трансформаторных пунктов, отремонтировать по трассе около 3,4 тыс. километров линий электропередачи. ОАО «Чусовской металлургический завод» входит в состав Объединенной металлургической компании (ЗАО «ОМК»). Также в составе ОМК значатся Выксунский металлургический завод (Нижегородская область), Альметьевский трубный завод (Республика Татарстан), завод «Трубодеталь» (Челябинская область), «Губахинский кокс» (Пермский край), а также Щелковский металлургический завод (Московская область).

www.uralpolit.ru

АШИНСКИЕ МЕТАЛЛУРГИ ЗАВЕРШИЛИ КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДОСРОЧНО

Как сообщила специалист по связям с общественностью ОАО «АМЗ» Марина Шайхутдинова, это оборудование введено в эксплуатацию еще в 2004 году. После четырех лет эксплуатации агрегаты, в соответствии с запланированным графиком, было остановлено на капитальный ремонт. Большую часть работ выполнили специалисты уфимской специ-

ализированной организации ООО «Энергоремонт» при содействии сотрудников АМЗ. За счет применения круглосуточного двухсменного графика, ремонт был завершен всего за семь суток при нормативе 14. Это позволило сэкономить заводу почти два миллиона рублей. Сейчас генераторы и турбоагрегаты энергокомплекса АМЗ функционируют в рабочем режиме.

uralpress.ru

ИННОВАЦИИ ЭНЕРГЕТИКОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ УМЕНЬШАЮТ ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИЙ

«На подстанции (ПС) 35 кВ «Орловка» производственного отделения «Правобережные электрические сети» завершается монтаж третьего трехфазного вакуумного выключателя типа ВБС-35, который оснащен современными высокоточными элементами. Эти элементы многократно уменьшают вероятность прекращения электроснабжения при нарушениях работы оборудования», — рассказал в Валерий Таранов, руководитель пресс-службы Филиал ОАО «МРСК Юга» — «Волгоградэнерго». По словам Валерия Таранова, на подстанциях «Волгоградэнерго» этого класса вакуумные выключатели стали устанавливаться с 2007 года, а в областном центре — это первый опыт. ПС «Орловка» обеспечивает электроэнергией жилой сектор — поселок Водстрой в Волгограде и поселок Орловка Городищенского района области, а также водозабор Тракторозаводского района Волгограда. Главный инженер производственного отделения «Правобережные электрические сети» филиала ОАО «МРСК Юга» — «Волгоградэнерго» Владимир Гомон пояснил журналистам: «В первую очередь эта реконструкция скажется на надежности электроснабжения, ведь это современное оборудование, которое практически не имеет отказов в работе. По сравнению с масляными, вакуумные выключатели проще

в эксплуатации — нет нужды в постоянных проверках и замерах, следовательно, линии, запитанные от них не придется отключать для проведения таких работ». Кроме того, современные выключатели гораздо безопаснее и экономичнее устаревших, заверил журналистов главный инженер. Всего в 2008 году филиал «Волгоградэнерго» заменит 15 аналогичных выключателей (в 2007 было заменено только два). Кроме того, вместо маслонаполненных установят 163 вакуумных выключателя 6—10 кВ и 17 элегазовых выключателей 110 кВ. Как уже сообщал «Кавказский узел», на VIII межрегиональной специализированной выставке «Энергетика. Энергосбережение. Электротехника — 2008», состоявшейся в марте текущего года, ОАО «Волгоградэнерго» представило технические новинки, среди которых система мониторинга ЛЭП. Данная система не только позволяет увидеть нагрузку на ЛЭП в ее любой точке, но и распознает характер отложений (гололед, снег, изморозь), информирует о возникшем предаварийном режиме работы ВЛ, контролирует температуру провода при плавке гололедных отложений. А на международной специализированной выставке «Электрические сети России-2007», прошедшей в декабре прошлого года в Москве, энергетики Волгоградской области — специалисты филиала ОАО «Волгоградэнерго» «Камышинские электрические сети», — представили новую современную, надежную и информационно емкую систему мониторинга воздушных линий электропередачи, разработанную совместно с учеными из Саратова.

Эксперты указывают на то, что новинка камышинских энергетиков и саратовских ученых позволяет на самых ранних стадиях гололедообразования определять скорость нарастания гололеда, изморози или снега на проводах, измерять метеорологические параметры — скорость и направление ветра, температуру и влажность воздуха.

www.kavkaz-uzel.ru

«НОВОГРАДСКАЯ» ПРОШЛА УЛЬТРАЗВУКОВУЮ ДИАГНОСТИКУ

Как сообщили в энергокомпании, в рамках программы мероприятий по повышению надежности электрооборудования потребителей ультразвуковую диагностику оборудования прошла подстанция «Новоградская», являющаяся одним из основных центров питания для производственных объектов и жилищно-бытового сектора северо-западного района Челябинска.

Для обследования фарфоровых покрышек маломасляных выключателей 110 кВ был использован прибор УДС-2ВФ-ЦИВОМ-ЭП отечественного производства (Санкт-Петербург). Принцип работы данного устройства основан на измерении времени прохождения ультразвукового сигнала в фарфоре. Прибор позволяет обнаружить скрытые заводские дефекты покрышек (дефект литья, пустоты, плохое запекание фарфора, микротрещины), а также на ранней стадии выявить дефекты, возникшие в процессе эксплуатации.

Ультразвуковая диагностика позволяет значительно повысить надежность работы электрооборудования, эффективно планировать сроки и объемы ремонтов с учетом особенностей эксплуатации.

uralpress.ru

СТЕКЛО ЕЩЕ ПОКАЖЕТ СЕБЯ

29 февраля 2008 г. на «Южноуральском арматурно-изоляционном заводе» (ЮАИЗ) состоялся официальный пуск новой линии по производству стеклянных деталей изоляторов.

Поставила технологическую линию немецкая фирма WALTER Maschinen GmbH, выбранная в результате тендера, в котором участвовали четыре фирмы из Италии и Германии.

Инвестиции в проект составили около 100 млн рублей. В пресс-релизе

завода подчеркивается, что аналогичного по характеристикам оборудования в России нет и в ближайшее время, видимо, не будет.

На новой линии предприятие сможет производить около 20 видов изделий, в т.ч. тяжелые изоляторы ПС 400 и 530 кН, крупногабаритные подвесные изоляторы и аэродинамические, изоляторы для высоковольтных линий постоянного тока и штыревые на 10 кВ из закаленного стекла (ранее штыревой изолятор производился только во Львове из отожженного стекла).

В сообщении отмечается, что мощность новой линии на 50% больше, чем прежней, отработавшей почти 30 лет, и треть ассортимента, который предполагается на ней изготавливать, раньше в России не выпускалась.

«Глобал Инсулэйтор Групп» (GIG), под управлением которой находится Южноуральский арматурно-изоляционный завод и Львовская изоляторная компания, намерена работать не только на традиционных для своих заводов рынках сбыта.

В январе текущего года «Глобал Инсулэйтор Групп» сообщила, что в Южноуральске изготовлена опытная партия стеклянных подвесных изоляторов, соответствующих американскому стандарту ANSI.

Изоляторы прошли типовые испытания в лаборатории КЕМА (Нидерланды), и теперь перед «Глобал Инсулэйтор Групп» открывается возможность выхода на рынки Северной и Южной Америки, а также других стран, где действует этот стандарт.

<http://news.elteh.ru>

ШВЕЙЦАРСКАЯ АВВ ПОСТАВИТ НА НОВОСИБИРСКУЮ ГЭС ПЯТЬ НОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

«Всего в течение ближайших трех лет пять блочных трансформаторов будут заменены. Сейчас мощность

каждого из них составляет 71,5 МВА, а будет 125 МВА. Уже объявлен победитель конкурса на их поставку. Трансформаторы будут закуплены у компании АВВ (Швейцария)», — сказал Сершун. По его словам, в этом году начнутся подготовительные работы к монтажу трансформаторов, а в 2009 планируется заменить на новые уже три трансформатора. «Каждый трансформатор плюс строительно-монтажные и проектные работы стоит 100 млн руб. То есть их замена обойдется в 500 млн. К концу года мы уже начнем получать оборудование для монтажа», — сказал директор ГЭС. Он отметил, что новые трансформаторы обеспечат более надежную работу станции, а главное — они уже рассчитаны под проект реконструкции гидроагрегатов станции с увеличением их мощности. «Если мы сделаем реконструкцию гидроагрегата и увеличим мощность турбин станции с 65 МВт до 80 МВт, то старые трансформаторы уже такую мощность не пропустят. Так что это с запасом», — добавил Сершун. Он пояснил, что блочные трансформаторы Новосибирской ГЭС преобразуют вырабатываемую станцией электроэнергию для передачи потребителям по линиям электропередачи. «Это повышающие трансформаторы. Экономически целесообразно, чтобы уменьшить потери, передавать энергию на высоком напряжении. Мы повышаем напряжение до уровня 110 киловольт, отправляем на подстанцию и в ЛЭП. У потребителей стоят понижающие трансформаторы. К ним приходит 110 киловольт, а для разных предприятий нужно свое более низкое напряжение, и они его понижают», — сказал Сершун. Трансформаторы, работающие сейчас на ГЭС, были изготовлены в 1957 году на «Московском трансформаторном заводе». Оставшийся шестой силовой трансформатор также планируется заменить, но позже, предположительно к 2013 году.

sibir.rian.ru

АСКУЭ-ИНТЕГРАЦИЯ

Компания ООО «АНКОМ+» является разработчиком и системным интегратором программно-аппаратных средств АСКУЭ на базе информационно-вычислительного комплекса (ИВК) «Политариф-А» (сертификат об утверждении типа №22371—08 от 08.02.2008).

Конструктивно ИВК «Политариф-А» построен на базе электронных счетчиков ЦЭ2726—12М, ЦЭ2727М, ЦЭ2727- RS 485, Ф669М и УСПД «УПД-600», выпускаемых ОАО «ЛЭМЗ» и оснащенных электросиловыми модемами для обмена данными в цифровом виде по силовой сети 0,4 кВ или интерфейсом RS 485. Передача данных по силовой сети 0,4 кВ производится в соответствии с ГОСТ Р51317.3.8—99. При разработке ИВК «Политариф-А» петербургскими проектировщиками был учтен многолетний опыт эксплуатации аналогичных систем фирм ENEL, Intellon, Powercom и основного поставщика микросхем PLM (Power Line Modem) на мировом рынке — STMicroelectronics.

ИВК «Политариф-А» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к программно-техническим средствам, применяемым при создании автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии и мощности на розничном рынке. АСКУЭ непрерывно выполняет измерения, фиксацию, накопления, обработку, хранение и отображение данных о потреблении электроэнергии, производит передачу информации о потреблении в диспетчерские пункты и расчетные центры.

Система разработана для использования во всех секторах потребления: промышленном, мелкомоторном, бытовом и может применяться энергокомпаниями, предприятиями электрических сетей, энергосбытовыми организациями, коллективными потребителями энергии (ТСЖ, поселки и др.), как в городской, так и в сельской местности. АСКУЭ учитывает потребление активной и реактивной энергии. АСКУЭ поддерживает общеевропей-

ский стандарт обмена информацией по силовым линиям — CENELEC EN50065-1.

edsholding.ru

НАЦСТАНДАРТ УЖЕ ДЕЙСТВУЕТ

С 1 января 2008 г. начал действовать новый национальный стандарт — ГОСТ Р 52719-2007 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия».

Стандарт разработан с учетом положений МЭК 60076-1 (в части основных понятий и определений), МЭК 60076-2, 60076-3 и 60076-5 (технические требования по нагреву, электрической прочности и стойкости при коротких замыканиях).

Его действие распространяется на разработанные после 1 января 2008 г. силовые трансформаторы общего назначения, в т.ч. на автотрансформаторы, трансформаторы для КТП и собственных нужд электростанций, на трехфазные мощностью не менее 5 кВА и однофазные мощностью не менее 1 кВА на напряжения до 1150 кВ включительно.

В стандарте приведены классификация и основные параметры трансформаторов, технические требования к ним, требования безопасности, которые предъявляются к трансформаторам, требования охраны окружающей среды при их производстве, испытаниях, хранении, транспортировке, эксплуатации и утилизации. В документе также содержатся правила приемки трансформаторов, методы их контроля, хранения и т.д.

Стандарт не распространяется на трансформаторы малой мощности и специальные (преобразовательные, электропечные, тяговые, пусковые, сварочные и др.), а также на трансформаторы, у которых более трех обмоток. Требования ГОСТа могут полностью или частично применяться для этих устройств, если на них нет отдельных нормативных документов.

http://news.elteh.ru



**Халит Алимов,
руководитель Комитета
по тепловым сетям,
НП «Российское
теплоснабжение»**

ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Одно из важнейших достижений нашей страны XX века, наряду с индустриализацией и полетами в космос — создание систем централизованного теплоснабжения с десятками тысяч километров тепловых сетей. Выбор комбинированного способа выработки тепло- и электроэнергии для наших географических (климатических) условий позволил обеспечить промышленность и население электроэнергией и теплом в наиболее эффективном режиме сжигания топлива.

К сожалению, в предыдущее десятилетие не уделялось достаточного внимания поддержанию этого наследия в достойном великой страны состоянии. Несмотря на освоение и внедрение новых передовых технологий для трубопроводов тепловых сетей и огромных усилий всех специалистов, работающих в сфере теплоснабжения, по поддержанию работоспособности систем теплоснабжения в условиях недофинансирования — в целом, техническое состояние тепловых сетей стало значительно хуже.

Сегодня, в новых рыночных условиях, когда в стране наметился экономический подъем, крепнет понимание важности не только сохранения оставшегося или достигнутого, но и поиск путей эффективного развития. Особенно остро эта проблема стоит перед социальной сферой, для которой проблемы теплоснабжения наиболее чувствительны. Поэтому так важно сейчас, в условиях нарастающего дефицита энергоресурсов, наиболее эффективно распорядиться теми средствами, которые направляются и будут направлены на восстановление и развитие тепловых сетей.

Обновление тепловых сетей

В настоящее время специалисты ОАО «ВНИПИэнергопром» и НП «Российское теплоснабжение» активно работают над тем, чтобы закончить разработку и внедрить «Программу обновления тепловых сетей», которая позволит на базе имеющегося опыта внедрения и применения передовых достижений в теплоснабжении, оказать существенную помощь теплоснабжающим организациям и администрациям муниципальных образований. Такая Программа должна стать составной частью или базой при разработке Программы комплексного развития, которая в соответствии с ФЗ №210 должна быть разработана в каждом муниципальном образовании.

Вкратце можно остановиться на основных положениях Программы, которая, в зависимости от условий конкретного муниципального образования или региона, может состоять из различного количества необходимых мероприятий. Но в любом случае такая Программа должна включать в себя проведение энергоаудита; комплексного обследования состояния и «инвентаризации» тепловых сетей и документации на них; анализ имеющейся схемы теплоснабжения и выработки мероприятий для повышения ее эффективности; выбор маршрутов, типов прокладок теплопроводов и теплоизоляции для них; рекомендации по применению соответствующего оборудования, его производителей и поставщиков, а также расчет экономического эффекта от предлагаемых мероприятий.

Основная задача, которую надо решать в тепловых сетях, — уменьшение издержек за счет повышения надежности и долговечности трубопроводов и снижения тепловых потерь, уровень которых на сегодняшний день неповозмо-

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

тельно высок. Во многом пути решения этих задач широко известны.

Это контроль в тепловых сетях за поддержанием высокого качества параметров теплоносителя, и особенно, ужесточение содержания кислорода в сетевой воде, а также поддержание высокого уровня pH. Для тепловых источников средней и малой мощности, в которых традиционные установки подготовки воды высокочрезмерны и температура теплоносителя в сетях не превышает 130 °С, хорошие результаты дает применение комплексонов (антинакипинов и ингибиторов коррозии). Условие успеха одно — организация тщательного и регулярного контроля за химическим составом теплоносителя для правильного и строго дозированного применения комплексонов.

Снижению тепловых потерь способствует все более широкое применение для прокладки тепловых сетей труб с индустриальной полимерной тепловой изоляцией, в первую очередь из пенополиуретана. Такие трубы с нанесенной в заводских условиях изоляцией (их часто называют «предизолированные») имеют высокие теплоизоляционные характеристики, что позволяет резко снизить тепловые потери, и, несмотря на достаточно высокую стоимость, позволяют вести бесканальную прокладку со значительной экономией средств при строительномонтажных работах. Кроме того, при правильной организации производства таких «предизолированных» труб и, особенно, тщательном соблюдении технологических процессов на строительномонтажных работах, резко снижается аварийность тепловых сетей от наружной коррозии.

Здесь хотелось бы остановиться на одной идее, которая требует детальной и серьезной проработки в ходе лабораторных испытаний. Имеется в виду предложение об использовании антикоррозионной мастики для нанесения на поверхность стальной трубы перед нанесением ППУ изоляции. Предварительные лабораторные испытания показали, что адгезия ППУ к поверхности стальной трубы, обработанной антикоррозионной мастикой, остается такой же, как и необработанной, а работоспособность системы оперативно-диспетчерского контроля сохраняется в полной мере, несмотря на то, что сама мастика является диэлектриком. В случае положительного завершения испытаний, применение антикоррозионных мастик при изготовлении предизолированных труб в ППУ изоляции позволит не только повысить защиту стальной трубы от наружной коррозии при повреждении полиэтиленовой оболочки, но и вероятно отказаться от дорогостоящих дробеструйных установок, применяющихся для подготовки стальных труб к нанесению ППУ.

Возвращаясь к вопросу о тщательном соблюдении технологии при изготовлении и монтаже труб в ППУ изоляции, необходимо констатировать, что значительная часть отечественных производителей такой продукции не всегда способна ни обеспечить соответствующее качество своих изделий, ни осуществлять контроль или обеспечивать качество строительномонтажных работ (СМР), особенно по заделке стыков труб. Причина здесь простая — при

кажущейся легкости организации такого производства требуются значительные затраты для закупки хорошего оборудования, организации собственных производственных лабораторий, обучения монтажников и контроля СМР.

Но проблема финансирования производства, в том числе и через банковское кредитование (у нас в стране не любят еще банкиры кредитовать производство — слишком «длинные» деньги, а отсюда и грабительские проценты), не должна настолько отражаться на потребителе — теплоснабжающих организациях и населении, тем более что имеются примеры ответственных производителей предизолированных труб, которые сумели в этих тяжелых финансовых условиях самостоятельно оснастить производство соответствующим оборудованием и обеспечить высокое качество своих изделий.

Здесь же хотелось бы обратить внимание на трубы с заводской пенополимерминеральной (ППМ) тепловой изоляцией, которая, являясь отечественной разработкой, менее популярна, чем иностранная технология с трубами в ППУ. Нами изучен опыт широкого применения труб в ППМ изоляции в некоторых регионах страны, например, в г. Екатеринбурге. Имея несколько худшие показатели по удельной теплопроводности (на 15—20% по сравнению с ППУ изоляцией), такие трубы не требуют существенных затрат для начала производства (затраты на покупку оборудования ниже в десятки раз), и при сравнимой стоимости самих изделий прокладка трубопроводов в ППМ дешевле, чем в ППУ, за счет более низкой стоимости заделки стыков (в 2—3 раза). Кроме того, наличие прочного внешнего слоя самой ППМ изоляции, отсутствие наружной полиэтиленовой оболочки (необходимой для ППУ изоляции) позволяет вести прокладку непосредственно в лотках непроходных каналов и засыпкой грунта поверх труб, что очень удобно в условиях городской застройки.

Важно отметить следующее — в г. Екатеринбурге при бесканальной прокладке магистральные теплопроводы прокладываются в пенополиуретане (с более высоким уровнем теплоизоляции), а практически для всех разводящих и внутриквартальных сетей применяются трубы с ППМ тепловой изоляцией. Такое сочетание в применении различных видов предизолированных труб представляется весьма перспективным.

Новое о хорошо забытом «старом»

Чрезвычайно важной задачей для трубопроводов тепловых сетей является задача внедрения новых материалов для несущей (рабочей) трубы, с целью снижения повреждений от внутренней коррозии. Сегодня мы отмечаем значительный рост объемов прокладок труб из новых материалов — сшитого полиэтилена или из тонкостенной нержавеющей стали в ППУ изоляции, которые выпускаются в виде длинных гибких рукавов. Такие трубы имеют несомненные преимущества: отсутствие промежуточных стыков и высокую технологичность при укладке. Однако, необходимо отметить и ограничения по выпускаемым диаметрам и температуре применения (в случае с трубами из сшитого



полиэтилена — до 95 °С), а также достаточно высокую стоимость.

К сожалению, из-за сложности проведения сварочных процессов при монтаже пока не оправдались в полной мере ожидания, связанные с применением в тепловых сетях труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ).

В этой связи, особое значение приобретает применение в тепловых сетях новых трубных сталей, которые в максимальной степени удовлетворяли бы требованиям тепловых сетей. Достаточно отметить, что на сегодняшний день в стране нет ни одной марки стали, ни одного нормативного документа на металл или трубы, который бы максимально учитывал требования теплоснабжения. Конечно, 20—30 лет тому назад никто всерьез не задумывался об этих проблемах теплоснабжения. И в теплоснабжении привыкли лишь сетовать на плохие трубы, без глубокого изучения причин происходящего.

Мне могут возразить, что существуют технические условия (ТУ), выпущенные в 2005 г. Волжским трубным заводом (ВТЗ) и Выксунским металлургическим заводом (ВМЗ), на титульном листе которых написано, что они выпущены «для коммунального теплоснабжения». Но в этих нормативных документах речь идет о материалах «для нефтегазопроводов» (СтЗ, Ст20, Ст. 17Г1С, 17Г1СУ и т.п.), которые давно известны, широко применяются, но никогда не разрабатывались специально для теплоснабжения, и в указанных выше нормативных документах никак не отражены особые требования для работы в тепловых сетях. Означает это только одно — на трубопрокатных заводах то, что «некондиция» для «нефтяников» и «газовиков» отправляется в тепловые сети, как говорится, — «на воду».

Но сегодня должно становиться ясно, что теплоснабжение — такая же важная отрасль как газо- и нефтедобыча,

и теплоснабжению нужна своя «коммунальная трубная сталь», которая отвечала бы следующим требованиям — имела бы повышенную пластичность, высокие показатели свариваемости и циклической трещиностойкости, а также повышенную коррозионную стойкость.

Цена таких труб будет немного выше, но это не критично, т.к. обосновать экономически это очень легко: в окончателно построенном трубопроводе стоимость стальной трубы составляет 5—15% (в зависимости от диаметра). Значит, все остальное — это проектные, строительно-монтажные работы и т.п. И даже при возрастании стоимости самой трубы на 30—40%, стоимость трубопровода вырастет всего на 4—6%, но за счет увеличения срока службы трубопровода на несколько лет мы будем иметь существенный экономический эффект.

Самое замечательное, что ученые-металлурги прекрасно представляют себе, как этого добиться, а металлургические предприятия технически готовы к выпуску подобной продукции и заинтересованы (заявляю со всей ответственностью) в подобных заказах, конечно, при условии соответствующих объемов. Получается дело за нами — теплоснабженцам необходимо организовать, необходимо решить вопрос: «Каким образом заинтересовать металлургические предприятия единым заказом на десяток (а лучше несколько десятков тысяч) тонн труб?», ведь по отдельности даже крупные теплоснабжающие компании, как отдельный заказчик, металлургам не очень интересны.

Об эффективности диагностики теплопроводов

Теплоснабжение в рыночных условиях сегодня невозможно без технической (приборной) диагностики трубопроводов. Сегодня крупные аварии случаются, к счастью, намного реже, чем в 90-е годы прошлого века. И задачи технической диагностики сегодня от простого анализа состояния или исследования ресурса теплосетей смещают-

НОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕРМОСТАТЫ ОТ КОМПАНИИ РЭЛСИБ

Производственный участок НПК «Рэлсиб» изготовил первую партию электронных термостатов ТЭ-01. Данные приборы предназначены для точного поддержания температуры внутри различных шкафов управления и автоматики с целью обеспечения необходимых условий для работы сложных электронных устройств при низкой температуре окружающей среды.

Термостаты ТЭ-01. Д. Р и ТЭ-01. Д. С имеют небольшой пластмассовый корпус с креплением на DIN-рейку, потенциометр на передней панели, для задания необходимой температуры, встроенный датчик температуры, выходное устройство реле на 220В и 16А или симистор на 220В и 1А.

Гистерезис задается при заказе или выбирается пользователем самостоятельно из двух значений от 2°С до 10°С.

Термостаты выпускаются с различными уставками температуры от минус 40 до плюс 50°С (диапазон указывается при заказе). Например: минус 40... плюс 10°С; 0... плюс 50°С; минус 20... плюс 30°С.

Электронная схема прибора обеспечивает точность обработки сигнала и стабильность поддержания температуры не хуже ±0,5°С.

В конце лета 2008 г. будут запущены еще два типа электронных термостата данной серии:

ТЭ-01. П — погружного типа с зондом и клеммной головкой (аналог ТУДЭ);

ТЭ-01. К — для поддержания температуры в производственных и бытовых помещениях путем управления «теплым полом», «ИК-нагревателем» и т.д.

Области применения:

Шкафы управления и автоматики; Холодильные и морозильные камеры (для термостатов с логикой работы выходного устройства — «холодильник»);

20 >>

ся в сторону планирования и эффективного использования финансовых средств на ремонтные кампании.

Здесь очень важно отметить, что диагностика трубопроводов должна и может быть только комплексной. Это означает, что методы и способы диагностирования, различные по степени охвата, должны дополнять друг друга и таким образом получать наиболее достоверный результат.

В первую очередь, это широкое применение средств вычислительной техники и программного обеспечения для приведения в порядок технической документации на тепловые сети; для ведения статистического учета отказов и повреждений; для ведения баз различных данных и внедрения геоинформационных систем и, в конечном счете, для создания электронной модели схемы теплоснабжения.

На следующем этапе, особенно для крупных населенных пунктов, прекрасные результаты дает ежегодная тепловизионная аэрофотосъемка, которая по тепловыделениям позволяет выявить крупные участки наиболее аварийно-опасных участков тепловых сетей.

В дальнейшем, на третьем этапе, с помощью инструментальной проверки можно сделать вывод о состоянии изоляции и несущей (рабочей) трубы, пригодности к дальнейшей эксплуатации или необходимости перекладки отдельных участков тепловых сетей. Для этих целей существует целый ряд методов (акустический, акустической эмиссии, диагностические снаряды и т.д.) и соответствующих приборов и оборудования, которые способны выявить как существующие повреждения теплопроводов, так и потенциально-опасные участки. Такие работы выполняют специализированные организации, а в ряде крупных компаний созданы собственные передвижные лаборатории, укомплектованные аналогичным собственным оборудованием и прошедшими обучение сотрудниками.

И на четвертом этапе необходимо создание групп диагностики в эксплуатационных районах, оснащенных акустическими течеискателями, компактными ультразвуковыми толщиномерами, контроллерами рН и т.д. Опыт подобной организации работы показал высокую эффективность.

Стандарты для теплоснабжающих организаций

В настоящее время в энергетике активно идет процесс реализации ФЗ № 184 «О техническом регулировании». В соответствии с этим законом и решением Правления РАО «ЕЭС России», специалистами ОАО «ВНИПИэнергопром» и НП «Российское теплоснабжение» ведется активная работа по разработке группы стандартов организации ОАО РАО «ЕЭС России» — «Системы теплоснабжения». В группу стандартов входят 10 стандартов организации, в которых, в свете нового законодательства, будут отражены вопросы создания, эксплуатации и технического обслуживания систем теплоснабжения и тепловых сетей, а также охрана труда, поставка оборудования и комплектующих, и условия предоставления тепла потребителям.

К этой работе удалось привлечь большой круг специалистов из ведущих научных и производственных организаций в области создания и эксплуатации систем теплоснабжения. Во многом затронутые здесь вопросы найдут свое отражение в разрабатываемых документах, которые, в свою очередь, должны стать базой для создания национальных стандартов в области теплоснабжения и в максимальной степени способствовать успешной работе теплоснабжающих организаций в современных рыночных условиях.



ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ: ДЕЛАЕМ ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР

Основными задачами промышленных кондиционеров являются: подача и перемещение воздуха, а также смешивание, нагревание или охлаждение, очистка, осушка и увлажнение воздуха. В основном промышленные кондиционеры используются в случаях, когда надо охладить пространство большой площади и при этом имеет место большая тепловая нагрузка на единицу площади (присутствует большое количество людей, имеется тепловыделяющая техника и т.д.).

Промышленные кондиционеры помогают с успехом решить задачи эффективного кондиционирования и создания благоприятного микроклимата благодаря большой степени гибкости при работе в значительном количестве помещений, позволяя увеличивать как мощность самого промышленного кондиционера, так и объем обслуживаемого пространства, приближаясь по характеристикам прокачиваемого воздуха к системам вентиляции. Кстати, их уникальная особенность — возможность изменения расхода хладагента и, как следствие, индивидуальное регулирование параметров воздушной среды.

К многочисленной группе промышленных кондиционеров относятся: каналные промышленные кондиционеры, промышленные кондиционеры кассетного, подпотолочного и колонного типа, шкафные кондиционеры, крышные кондиционеры (руфтоп), центральные кондиционеры, прецизионные кондиционеры, а также системы чиллер-фанкойл и мультизональные VRV и VRF системы. Для того чтобы понять, какой именно тип промышленных кондиционеров выбрать, необходимо рассмотреть все возможные варианты.

Канальные промышленные кондиционеры

Канальные промышленные кондиционеры позволяют создавать системы вентиляции и кондиционирования сложных конфигураций, т.к. внутренний блок канального кондиционера можно разместить в межпотолочном пространстве (за подвесным потолком), в техническом помещении, на чердаке. Очень важно, что при использовании данного вида промышленных кондиционеров в помещении о его существовании будут напоминать только приточные и вытяжные решетки, которые при правильном подборе вполне могут стать полноправным и самостоятельным элементом интерьера.

Экономически целесообразно использовать каналные промышленные кондиционеры в больших помещениях. Использование недорогих воздухораспределителей и организация подачи свежего воздуха через кондиционер, позволяют создавать относительно дешевые и эффективные системы, в том числе для кондиционирования помещений сложной формы. Также канальный кондиционер можно использовать в нескольких помещениях, тогда для поддержания заданной температуры в каждом отдельном помещении устанавливают регулируемые воздушные заслонки.

Кассетные промышленные кондиционеры

Установка кассетных промышленных кондиционеров оптимальна для залов большой площади и помещений с повышенной тепловой нагрузкой, но при наличии подвесного потолка. В кассетных кондиционерах предусмотрена четырехсторонняя раздача воздуха. В режиме охлаждения воздушная струя распространяется на большое расстояние и, перемешавшись с теплым воздухом, опускается

вниз. Благодаря этому удается равномерно распределить охлажденный воздух по большой площади и избежать холодных сквозняков. В некоторых моделях предусмотрена подача свежего воздуха, что позволяет исключить прокладку дополнительных воздуховодов, установку диффузоров и т.д. Кассетные кондиционеры оборудованы встроенными дренажными насосами, что упрощает организацию системы отвода конденсата. Диапазон мощностей этого вида промышленных кондиционеров — 3,5—17 кВт.

Промышленные подпотолочные кондиционеры

Промышленные подпотолочные кондиционеры способны направлять выходящий воздух параллельно потолку. Выходящая из кондиционера струя охлажденного воздуха распространяется на большое расстояние и, перемешавшись с теплым воздухом, опускается вниз, благодаря чему удается распределить охлажденный воздух на большую площадь, как и в предыдущем случае. Обычно их устанавливают в помещениях средних размеров, когда монтаж кассетных кондиционеров нельзя производить из-за отсутствия подвесных потолков. Диапазон холодопроизводительности — 3,5—17 кВт.

Промышленные кондиционеры колонного типа

При невозможности использования стен и потолков для размещения оборудования и наличии свободной площади оптимальный, а может и единственно возможный вариант — промышленный кондиционер колонного типа. Диапазон холодопроизводительности — 5—17 кВт.

Шкафные кондиционеры

Шкафные кондиционеры устанавливаются в производственных, складских или иных помещениях, где требуется круглосуточно поддерживать заданную температуру и чистоту воздуха. Они обычно выполняются в виде напольного моноблока, внутри которого находятся все компоненты кондиционера.

Крышные кондиционеры

Крышный кондиционер или руфтоп (Roof-top) — это моноблочная холодильная установка, которая располагается на крыше здания. Упрощена установка руфтопа, если кровля здания плоская, но если крыша имеет наклон, то кондиционер устанавливается на специальных рамах. Этот вид промышленных кондиционеров осуществляет вентиляцию с притоком свежего воздуха и регулирует температуру воздуха в помещении. Широкий диапазон мощностей 8—140 кВт по холоду и теплу и расходы воздуха 1500—25000 м³/час делают возможность использования крышных кондиционеров целесообразной для больших открытых залов с общей крышей. Крышный кондиционер содержит стандартный набор узлов и агрегатов: конденсатор, компрессор, испаритель, вентиляторы. Также в комплектацию входит смесительная камера, где осуществляется смешение воздуха, забираемого из помещения, и внешнего воздуха с улицы, а также электрический или водяной калорифер, необходимый для нагрева воздуха в осенне-зимний период.

В крышных кондиционерах охлаждение конденсаторов осуществляется с помощью встроенных осевых вентиляторов. Поэтому при установке кондиционера необходимо обеспечить условия для беспрепятственного входа и выхода воздуха



и исключить возможность попадания воздуха с выхода на вход вентилятора. Необходимо также обеспечить свободный доступ для проведения монтажных, пусконаладочных, эксплуатационных и ремонтных работ.

Есть еще несколько нюансов, которые необходимо рассмотреть для возможности объективного анализа при выборе данного типа кондиционера. С одной стороны наличие смесительной камеры энергоэкономично, но с другой — из нее воздух подается в помещение по системе магистральных воздуховодов большого сечения, а процесс их прокладки довольно трудоемок и недешев. При работе в режиме охлаждения крышный кондиционер выделяет в окружающую среду большое количество тепла — недостаток налицо, но даже он с лихвой компенсируется массой достоинств: низкие шумовые характеристики, наличие единой системы автоматики, позволяющей при задании нужной температуры в помещении автоматически выбирать режим работы, высокая надежность и компактность.

Центральные кондиционеры

Центральный кондиционер неавтономен, то есть для него необходим внешний источник холода. Этим источником может быть фреон от компрессорно-конденсаторного блока (компрессорно-конденсаторный блок воздушного охлаждения с осевыми вентиляторами, компрессорно-конденсаторный блок воздушного охлаждения с центробежными вентиляторами, компрессорно-конденсаторный блок водяного охлаждения) или охлажденная вода от чиллера (холодильная машина, которая охлаждает теплоноситель). А подогрев воздуха производится с помощью калориферов или ТЭНов. Центральный кондиционер не только охлаждает или нагревает воздух, но и выполняет функции приточно-вытяжной вентиляции, очистителя и увлажнителя воздуха. Подготовленный воздух подается в помещения по системе термоизолированных воздуховодов.

Центральный кондиционер собирается из функциональных типовых секций: охлаждение, нагрев, вентиляция, фильтрация (очистка), увлажнение, чьи размеры зависят от мощности и производительности системы, определяющихся назначением и площадью кондиционируемых помещений. Само оборудование, требующее систематического обслуживания и ремонта, находится вне кондиционируемого помещения (как правило, в подсобном помещении, на техническом этаже и т.д.). Благодаря этому при установке глушителей шума и должной звукоизоляции воздуховодов центральные системы кондиционирования позволяют достигнуть самого низкого уровня шума. Центральные

промышленные кондиционеры используют для помещений с большой площадью: фармацевтические производства, винные погреба, многоэтажные дома и т.п., осуществляя монтаж на стадии ремонта или строительства.

Прецизионные кондиционеры

Прецизионные кондиционеры (системы Close control) являются разновидностью шкафных кондиционеров. Прецизионные кондиционеры с воздушным охлаждением состоят из двух блоков: внутреннего блока, где расположены компрессор, испаритель, вентилятор и автоматика, и внешнего блока — выносного конденсатора или теплообменника. Кондиционеры с водяным охлаждением имеют только один внутренний блок, в котором дополнительно установлен водяной конденсатор. Прецизионные кондиционеры используются там, где предъявляются повышенные требования к параметрам окружающего воздуха, например, в помещениях с высокоточной радиоэлектронной аппаратурой. Этот вид промышленных кондиционеров обладает высокой степенью надежности и экономичностью в эксплуатации, может работать круглый год по 24 в сутки при температуре наружного воздуха до -35°C и может поддерживать как точную температуру до 1°C , так и влажность до 2%. Прецизионные кондиционеры имеют достаточно широкий модельный ряд с диапазоном мощностей 7—100 кВт.

Системы чиллер-фанкойл

Система чиллер-фанкойл идеально подходит для промышленных зданий, которые насчитывают не один десяток помещений, так как к одному чиллеру может присоединяться много фанкойлов и практически нет ограничения на расстояние между ними.

Чиллер представляет собой агрегат, состоящий из компрессора, конденсатора, терморегулирующего вентиля, испарителя и гидравлического контура. Основное отличие от фреоновых систем в том, что чиллер охлаждает не воздух, а воду или незамерзающую жидкость на основе гликоля, циркулирующую по замкнутому контуру между чиллером и потребителями. Потребителями охлажденной воды могут быть фанкойлы (теплообменники с вентилятором и собственным пультом управления) различного типа, а также центральные кондиционеры и системы вентиляции, имеющие центральное охлаждение. Помимо чиллера и фанкойлов в системе должна быть насосная станция (гидромодуль), которая поддерживает движение воды в холодильном контуре.

Основные типы чиллеров

- Чиллеры с воздушным охлаждением конденсатора: моноблочные чиллеры с осевыми вентиляторами для наружной установки, моноблочные чиллеры с центробежными вентиляторами для внутренней установки, чиллеры с выносным конденсатором.

- Чиллеры с водяным охлаждением конденсатора;

- Абсорбционные чиллеры. В качестве основного источника энергии для процесса охлаждения в них используется горячая вода (при температуре до 130°C) или перегретый пар (под давлением до 1 бар).

- Реверсивные (с тепловым насосом), со встроенным или с выносным конденсатором.

Чиллеры могут иметь мощность от 10 до 9000 кВт, что позволяет использовать их для обслуживания как небольших офисов, так и многоэтажных зданий. Выбор типа чиллера определяется на этапе проектирования с учетом его мощности и возможности размещения.

Фанкойлы в свою очередь бывают разных типов — настенные, напольно-потолочные, кассетные, канальные и др. Они монтируются на полу, на стене (на расстоянии 20—30 см от пола) или на потолке. Помимо фанкойлов в декоративном корпусе, бывают фанкойлы для скрытой установки — бескорпусные фанкойлы, которые монтируются за подвесными потолками, декоративными панелями. Кстати, интересный факт — система фанкойлов может быть подключена даже к системе центрального отопления и в отопительный сезон служить для обогрева здания.

Мультизональные системы

Мультизональная VRV и VRF система — это полностью автоматизированная центральная промышленная система кондиционирования воздуха с переменным расходом хладагента. Мультизональная система позволяет подключать большое количество внутренних блоков (до 30 штук) с одним внешним, управление всеми блоками происходит посредством компьютера или единого пульта, а допустимый перепад высот — до 50 метров и длины трасс — до 100 метров. Что позволяет не только расширить область применения системы кондиционирования от помещений большой площади до крупных зданий, но и спрятать внешние блоки на крышу, в подвал или вообще поставить их вне здания.

Неоспоримыми достоинствами мультизональной системы являются высокая точность поддержания температурных режимов, индивидуальное регулирование температурных режимов в каждом помещении, совместная работа с вентиляционными установками, удобное управление (индивидуальное, центральное или централизованное).

В 1982 году фирма Daikin впервые в мире создала новую полностью автоматизированную промышленную систему кондиционирования воздуха, которая получила общее название VRV (Variable Refrigerant Volume) — система с переменным расходом холодильного агента. Подобное оборудование других компаний называется VRF (Variable Refrigerant Flow) — система с переменным потоком холодильного агента.

Промышленные системы кондиционирования обладают повышенной надежностью и продолжительным жизненным циклом. Надежность промышленных кондиционеров определяется не только качеством самого оборудования, но и тем, насколько профессионально оно смонтировано и насколько квалифицировано его гарантийное и сервисное обслуживание. Поэтому обязательно монтаж и обслуживание должны выполнять квалифицированные специалисты, имеющие в наличии все необходимое оборудование и материалы.

По материалам журнала «Снабжение и сбыт»



В. И. Гуревич,
канд. техн. наук,
Центральная лаборатория
Электрической компании
Израиля

ТЕСТИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ: НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

Исправность устройств релейной защиты обычно принято проверять на тех конкретных уставках, которые будут использоваться в дальнейшем при реальной работе реле в данной конкретной точке сети. В статье показано, что такой подход был справедлив для электромеханических реле защиты, но совершенно не оправдан для современных микропроцессорных защит. Переход на тестирование микропроцессорных защит при фиксированных, заранее заданных уставках и типовых режимах позволит перейти к полностью автоматическому испытанию многофункциональных микропроцессорных защит, что сегодня пока сделать не возможно. Рассматриваются условия и мероприятия, необходимые для такого перехода.

Введение

Релейная защита является важнейшей частью любой энергетической системы, обеспечивающей непрерывный контроль основных режимов работы элементов энергосистемы и выдачу команды на отключение поврежденных элементов или участков энергосистемы. Неправильная работа релейной защиты вследствие внутренней неисправности может привести к развитию очень тяжелых аварий и даже к развалу энергосистемы и к колоссальным убыткам. В связи с этим реле защиты нуждаются в пери-

одической проверке их исправности. Реле защиты чрезвычайно разнообразны по принципу действия и по конструкции [1]. В последние годы с рынка устройств релейной защиты были практически полностью вытеснены все остальные виды реле защиты, кроме микропроцессорных. Этот процесс обусловлен многими причинами, а вовсе не неоспоримыми преимуществами микропроцессорных защит перед электромеханическими или аналоговыми электронными.

Микропроцессорные защиты — это совершенно иные по принципу действия устройства, которые имеют свои преимущества и свои недостатки [2—4]. Одной из проблем этих защит является сложность проверки их исправности.

Можно предположить, что первые приспособления для проверки реле защиты появились практически одновременно с самими реле защиты. Естественно, они были такими же примитивными, как и сами реле защиты. На первых порах это были просто калиброванные катушки индуктивности, рис. 1, и реостаты.

По мере совершенствования реле, усложнялись и испытательные установки для их проверок. Появились испытательные стенды (рис. 2) содержащие наборы индуктивностей и активных сопротивлений, с помощью которых уже можно было задавать углы между током и напряжением в широком диапазоне и проверять достаточно сложные электромеханические реле.



Рис. 1. Набор индуктивностей фирмы General Electric для проверки электромеханических реле защиты

В разных энергосистемах были установлены различные сроки периодических проверок релейной защиты (один раз в 2—3 года), но они, обычно, соблюдались неукоснительно.

С появлением на рынке микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ) ситуация кардинально изменилась. Производители этих устройств заявили, что микропроцессорные реле якобы не нуждаются в периодических проверках потому, что имеют мощную встроенную систему самодиагностики. Эта особенность МУРЗ фигурировала в рекламных проспектах чуть ли не как главное их преимущество перед электромеханическими и аналоговыми электронными реле.

Мощная рекламная компания, развернутая производителями МУРЗ, сыграла свою роль. Многие специалисты релейной защиты безоговорочно поверили в этот рекламный трюк, не имея возможности на практике проверить достоверность этого утверждения, хотя было совершенно очевидно, что невозможно создать тестовую систему на базе внутреннего микропроцессора МУРЗ, которая проверяла бы физическую исправность многих тысяч электронных компонентов. Выполненное нами исследование [5] показало, что, как и следовало ожидать, это всего лишь распространенный миф, не имеющий ничего общего с реальностью.

В отличие от производителей МУРЗ, производители тестовых систем релейной защиты (ТСКЗ) всегда утверждали, что все реле защиты должны обязательно проходить периодические проверки, включая также и МУРЗ, поскольку так называемой «самодиагностикой» в них охвачены не более 15% программного обеспечения и «железа». Несмотря на утверждения производителей МУРЗ о нецелесообразности периодических проверок защит, фирмы-производители ТСКЗ продолжали, не переставая, интенсивно разрабатывать и выбрасывать на рынок все новые и новые тестовые системы.



Рис. 2. Испытательная установка типа TURN-20 (ASEA) для проверки электромеханических реле защиты содержащая наборы индуктивностей и активных сопротивлений

Современные тестовые системы для реле защиты

Поскольку принципы построения МУРЗ сегодня стали общими для большинства фирм-производителей, то, естественно и предлагаемые сегодня на рынке тестовые системы различных фирм также весьма похожи друг на друга, и не только по внешнему виду, рис.3, но и по своим характеристикам. ТСКЗ сегодня — это полностью компьютеризированные устройства, не содержащие на лицевой панели никаких органов управления, кроме гнезд для подключения внешних проводов и разъема RS232 для подключения компьютера. Стоимость таких ТСКЗ составляет десятки тысяч долларов.

Такие системы предназначены для проведения испытаний трех групп: статических (steady state tests), динамических (dynamic tests) и переходных процессов (transient tests). Первая группа испытаний предполагает проверку базовых уставок срабатывания реле и является как бы предварительным испытанием реле. Вторая группа испытаний предназначена, в основном, для проверки поведения сложных защит, таких как дистанционные или дифференциальные, на различных участках характеристик и зон защиты при изменении входных параметров (ток, напряжение, угол) во времени. Третья группа испытаний предполагает инъекцию во входные цепи реле файлов переходных процессов в формате COMTRADE, извлеченных из регистрирующих устройств, записавших реальный переходной процесс короткого замыкания в сети, или файлов в том же формате, построенных искусственно с помощью специальных программ. Результаты испытаний формируются в базу данных, реализованную, как правило, на основе Sybase SQL Anywhere и автоматически оформляются в виде стандартного протокола, который может быть переслан на принтер. Изготовители ТСКЗ предлагают, обычно, наборы тестовых процедур (библиотеки) в виде макросов для различных

видов испытаний и даже для некоторых распространенных типов реле.

Проблемы современных ТСПЗ

Современные ТСПЗ обладают поистине супергибкостью и широчайшими функциональными возможностями. Эти ТСПЗ позволяют симулировать практически любые встречающиеся на практике условия работы реле защиты, включая создание под собственные требования искусственных COMTRADE файлов; искусственное искажение формы кривой тока; симуляция гармоник; смещение синусоиды тока относительно оси (симуляция апериодической составляющей); симуляция ответной реакции выключателя; автоматическое построение самых сложных полигональных характеристик дистанционных защит; синхронизация дифференциальных защит через спутники и т.п. Такие супервозможности современных ТСПЗ обуславливают наличие и обратной стороны медали: необходимости вводить сотни параметров в десятки таблиц для выполнения каждого отдельного испытания реле. При этом встроенные библиотеки тестовых процедур на практике мало помогают, так как не освобождают от необходимости заполнения многих таблиц. К этому следует добавить не меньшую гибкость и универсальность испытуемого объекта (МУРЗ), также требующего введения огромного количества параметров из десятков выпадающих меню и таблиц. Малейшее несоответствие между собой настроек МУРЗ и ТСПЗ приводит к неправильным результатам. Причем, далеко не всегда можно понять, что полученные результаты неверны. И даже в тех случаях, когда ошибка очевидна (например, полученная характеристика реле не соответствует теоретической), очень сложно определить, где именно допущена ошибка: в настройках МУРЗ или в настройках ТСПЗ. На собственном опыте автор может подтвердить, что поиск ошибки такого рода чрезвычайно сложен и занимает много усилий и времени. Не менее сложна



Рис. 3. Современные компьютеризированные тестовые системы последнего поколения для испытания многофункциональных микропроцессорных защит

работа с моделью электрической сети (Power System Model), применяемой в ТСПЗ некоторых типов, для проверки дистанционных защит. Для настройки параметров ТСПЗ в этом режиме необходимо знание множества параметров реальной электрической сети, которые необходимо занести со специальными коэффициентами во множество таблиц. Технику и даже инженеру службы релейной защиты многие из этих параметров реальной сети и применяемых коэффициентов часто не известны, что требует участия в процедуре проверки реле инженеров из других служб энергосистемы

Новый взгляд на проблему испытания МУРЗ

Исправность устройств релейной защиты обычно принято проверять на тех конкретных уставках, которые будут использоваться в дальнейшем при реальной работе реле в данной конкретной точке сети. При изменении уставок в процессе эксплуатации реле требовалось повторная проверка работоспособности реле с этими новыми уставками. Во времена электромеханических реле защиты это было вполне оправданной мерой, так как переход с одной уставки на другую осуществлялся путем механического перемещения внутренних элементов реле или переключения отпайек встроенных трансформаторов и т.п. При изменении настроек таких реле вполне могло оказаться, что внутренние цепи реле, подключенные к новой отпайке трансформатора не исправны (обрыв провода, нарушение контакта, поврежденная изоляция и т.п.) или, что в новом положении механических элементов реле нарушается его балансировка, появляется «затирание» и т.п. неприятности. Поэтому, нормальная работоспособность электромеханического реле с одним набором уставок еще не гарантировала его работоспособности с другими уставками.

В микропроцессорных реле защиты (МУРЗ) переход с одного набора уставок на другой не сопровождается физическими изменениями в его внутренней структуре. Независимо от конкретных уставок и режимов работы, в МУРЗ работают одни и те же входные и выходные цепи, одни и те же логические элементы, тот же самый процессор, тот же самый источник питания и т.д. Даже включение или отключение отдельных функций МУРЗ не связано с изменениями физического состояния его цепей. Проверка же правильности выбора логики защиты и правильности расчета уставок для конкретных условий конкретной сети — это совсем другая зада-

ча, которая не имеет отношения к проверке исправности реле и решается не персоналом, эксплуатирующим реле и отвечающим за его исправность, а инженерной службой, отвечающей за расчеты уставок и выбор внутренней логики работы реле. Да и не возможно в процессе тестирования исправности реле смоделировать все реальные ситуации и все возможные комбинации факторов, действующих в реальной сети. Выявление таких ситуаций не является целью проверки исправности реле защиты. Более того, можно показать, что отказ от проверки реле с использованием расчетных уставок является положительной мерой, снижающей риск неправильных действий защиты вследствие так называемого «человеческого фактора» (причины почти 50% неправильных действий защиты). Дело в том, что в многофункциональных микропроцессорных защитах уставки для конкретных условий работы выбираются таким образом, что проверить определенные функции реле можно только при загрузке или полном отключении другой, конкурирующей функции. Не возврат такой загруженной или отключенной функции в исходное положение после окончания тестирования реле часто является причиной неправильных действий защиты в аварийных режимах. Аналогичный подход к проблеме испытаний реле защиты принят и в [6]. В этом документе, имеющем статус стандарта, все испытания реле разделены на два вида: калибровочные испытания (предназначенные для проверки уставок и конфигурации реле) и функциональные. Если для функциональных испытаний установлена периодичность один раз в 4 года *для всех типов реле* (включая электромеханические и микропроцессорные), то для калибровочных испытаний установлена периодичность один раз в 4 года *только для электромеханических реле*. Периодическая калибровка (то есть проверка уставок) микропроцессорных реле защиты вообще не предусмотрена.

На основании изложенного выше, можно сформулировать некоторые принципы, которые могут быть приняты при тестировании МУРЗ:

1. Для подтверждения исправности сложных многофункциональных МУРЗ при вводе их в эксплуатацию, после ремонта или в процессе периодических испытаний совершенно не обязательно проводить их тестирование именно на тех уставках, при которых реле будет в дальнейшем работать в данной конкретной сети.

2. Для проверки исправности МУРЗ достаточно проверить их правильное функционирование лишь в некоторых, *заранее заданных*, наиболее критичных точках характеристики; в некоторых, *заранее заданных*, наиболее сложных (комбинированных) режимах работы, включая динамические режимы работы с *заранее заданными* переходными процессами, характерными для типовых электрических сетей (но не обязательно для данной конкретной сети). Такие испытания должны охватывать все физические входы и выходы реле. После окончания проверки реле и подтверждения его исправности все тестовые уставки должны быть автоматически заменены заранее подготовленным набором (файлом) реальных расчетных уставок.

3. Такое тестирование микропроцессорной защиты в наиболее сложных режимах работы позволит, по нашему мнению, значительно лучше проверить исправность МУРЗ, нежели ограниченная проверка в очень ограниченных пределах конкретных уставок, при которых МУРЗ будет в дальнейшем функционировать.

4. Комплексная проверка МУРЗ при вводе его в эксплуатацию в наиболее тяжелых для него режимах работы позволяет исключить дополнительные проверки работоспособности МУРЗ при каждом изменении уставок в процессе эксплуатации.

5. Контроль правильности расчетных уставок реле должен производиться инженерной службой, ответственной за эти расчеты. После тщательной проверки уставок и их «прогона» (симуляции) на МУРЗ конкретного типа, файл уставок должен быть записан на компакт-диске под соответствующим номером без права изменения его кем-либо кроме лица, осуществившего запись. Любые изменения уставок должны производиться только инженерной службой, ответственной за такие изменения, и записываться в виде новых файлов под новыми номерами.

Сформулированные выше принципы позволяют по-новому взглянуть на проблему тестирования МУРЗ.

Предлагаемое решение проблемы

Психологами давно установлено, что чем большим количеством кнопок и рычажков (реальных или виртуальных, то есть программных) должен манипулировать оператор, тем ниже эффективность взаимодействия человека с такой техникой. Многие функции и возможности такой «навороченной» техники просто выпадают из человеческого восприятия. Как же совместить универсальность и широчайшие функциональные возможности ТСПЗ с реальными возможностями среднего техника или инженера службы релейной защиты, нуждающегося в быстрой и точной проверке ограниченного количества типов реле? Преодолевая огромные сложности, разрабатывать и отлаживать собственные процедуры и создавать на их основе собственную библиотеку макросов, как это предусмотрено производителями ТСПЗ? У нас имеются предложения по более радикальному решению этой проблемы:

- Современные микропроцессорные ТСПЗ последнего поколения технически не целесообразно и экономически не оправданно использовать для тестирования простейших электромеханических реле, таких как реле тока и напряжения (например, типа РТ-40 или РН-54, как это предусмотрено производителями Российского ТСПЗ типа РЕТОМ). Для этих целей значительно эффективнее использование более простых тестовых систем. Не имеет никакого смысла разработка тестовых процедур для компьютерного автоматизированного тестирования таких реле, если только речь не идет об испытании сотен одинаковых реле в процессе их производства.

- Использование в современных микропроцессорных ТСПЗ последнего поколения встроенных библиотек тестовых процедур, требующих внесения большого количества пара-

<< 12

Небольшие помещения (в том числе необслуживаемые);

Термокамеры;

Летний инкубатор;

Терморегулятор для балконного погреба, холодильник.

ООО НПК «Рэлсиб»

ПО ЗАКАЗАМ РОССИЙСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ КОМПАНИЯ НАKEL РАЗРАБОТАЛА И ПРИСТУПИЛА К ВЫПУСКУ НОВОЙ ЛИНЕЙКИ УЗИП

По заказам российских потребителей компания НАKEL разработала и приступила к выпуску новой линейки УЗИП серии DTNVR 1*/1.5/M-L для защиты оборудования распределенных сетей аппаратуры промышленной автоматизации (АСУ ТП, АСКУЭ и др.), цифровых интерфейсов передачи и сбора данных (RS 485, RS 422, RS 232, «токовая петля» и др.), сигнальных линий систем управления и измерения, а также для защиты вторичных цепей питания и др. от импульсных перенапряжений (грозовых, электростатических разрядов и др.) в пределах 1—2 зон молниезащиты (в соответствии с МЭК 1312—1).

УЗИП серии DTNVR 1*/1.5/M-L состоит из съемного модуля и базы для подключения к защищаемой линии и креплению на 35мм DIN рейку.

- При снятом модуле защищаемая линия не разрывается.

- Первая ступень защиты выполнена на газонаполненном разряднике, вторая на TVS-диодах.

- Количество защищаемых пар проводников 1, подключение с помощью винтовых клемм.

- Выпускаются на номинальное рабочее напряжение UN= 6, 12, 24, 48 В, номинальный ток IN =1.5 А.

- Способны пропускать максимальный разрядный ток I_{max} (8/20)=20 кА.

- Возможность подключения заземляющего проводника с двух сторон.

ЗАО «Хакель Рос»

24 >>

метров и знания множества коэффициентов, можно признать целесообразным только для сложных электромеханических защит старого типа (например, дистанционных защит типа LZ-31).

- Для тестирования современных сложных многофункциональных МУРЗ должна быть разработана общая для всех типов TCPЗ программная платформа, требования к которой должны быть узаконены международным стандартом. Примером такой общей программной платформы является общеизвестная Sybase SQL Anywhere, которая широко используется для создания базы данных в различных устройствах сбора и обработки данных, симуляторах, испытательных установках различных изготовителей. Другим примером является универсальный формат COMTRADE, который используется во всех типах микропроцессорных регистраторов аварийных режимов и, собственно, во всех типах TCPЗ для симуляции переходных режимов.

- Прикладные программы для работы с TCPЗ различных типов могут иметь совершенно разные интерфейсы, но все они должны быть выполнены на общей стандартной программной платформе.

- Производители МУРЗ должны снабжать свои защиты двумя компакт-дисками. На одном из них под соответствующими номерами должны быть записаны полные наборы уставок для специфических режимов работы защит, или для характерных точек характеристики, или для типовых примеров электрических сетей. На втором, под номерами, соответствующими наборам уставок защиты, должны быть записаны полные наборы уставок для TCPЗ и схемы внешних подключений МУРЗ к выходам и входам TCPЗ.

- Эффективное использование современных TCPЗ для тестирования исправности современных многофункциональных МУРЗ обеспечивается, по нашему мнению, только в том случае, если вся процедура тестирования сведется к загрузке в МУРЗ набора уставок номер XX1, загрузке в TCPЗ набора уставок номер YY1, подключению МУРЗ к TCPЗ и... приготовлению порции кофе.

- После успешного завершения процедуры автоматического тестирования в МУРЗ должен быть загружен файл заранее проверенных уставок с соответствующего компакт-диска. Процесс загрузки должен автоматически контролироваться МУРЗ и его успешность по завершении должна быть подтверждена выдачей на дисплей соответствующего подтверждения.

Заключение

Предлагаемый набор мероприятий по унификации программной платформы современных микропроцессорных TCPЗ последнего поколения позволит организовать работу по тестированию современных многофункциональных МУРЗ совершенно по-новому, что, по нашему мнению, снимет массу технических и психологических барьеров, и будет способствовать значительно более широкому использованию, как МУРЗ, так и TCPЗ.

Литература

1. V. Gurevich, «Electrical Relays: Principles and Applications», CRC Press, Boca Raton — New York — London, 2005, 704 pp.
2. Gurevich V. Microprocessor Protection Relays: New Prospects or New Problems? — «Electrical Engineering & Electromechanics», No. 3, 2006.
3. Gurevich V. A Problem of Power Supply of Microprocessor-based Protective Relays in Emergency Mode — «Electricity Today. Transmission & Distribution», No.8, 2006.
4. Gurevich V. Dealing with Problems in Output Relays Used in Microprocessor-based Protection Devices — «Electricity Today. Transmission & Distribution», No.1, 2007 (part I); No.2, 2007 (part II).
5. Gurevich V. Reliability of Microprocessor-Based Relay Protection Devices — Myths and Reality. — «Engineer IT», May 2008 (part I); June 2008 (part II).
6. PJM Relay Testing and Maintenance Practices. PJM Interconnection. Relay Subcommittee. Rev. 2/26/04, 2004.



ВЫБОР ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 6-10 КВ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Требования предъявляемые к высоковольтным выключателям 6—10кВ

Высоковольтные выключатели являются важнейшими коммутационными аппаратами, предназначенными для включения и отключения токов короткого замыкания, достигающих многих десятков килоампер, токов нагрузки, а также для отключения без появления коммутационного перенапряжения сравнительно небольших индуктивных и емкостных токов.

В связи с необходимостью сохранения устойчивой работы электрической системы в любых режимах работы, отключение токов короткого замыкания высоковольтным выключателем должно осуществляться очень быстро — в течение всего лишь нескольких сотых долей секунды.

Конструкция выключателя должна быть простой, а его эксплуатация — легкой; выключатель должен обладать высокой ремонтопригодностью, иметь исключительно высокий коэффициент готовности: при очень малой продолжительности его использования, не превышающей всего одну-две минуты в год, он должен всегда быть готовым к работе. Наконец, выключатель должен многократно (тысячи раз) и надежно включать и отключать номинальные токи, а также неограниченно долго выдерживать воздействие номинальных токов и напряжений и, кроме того, выдерживать кратковременные термические и динамические воздействия сквозных токов короткого замыкания.

Основные требования, предъявляемые к выключателям 6—10кВ для комплектных распределительных устройств (КРУ), следующие:

- надежность в работе и безопасность для обслуживающего персонала;

- как можно меньшее время отключения;
- возможно малые габариты и масса;
- простота монтажа;
- бесшумность работы;
- сравнительно невысокая стоимость;
- малые расходы на обслуживание и эксплуатацию;
- ремонтопригодность.

Срок службы выключателя должен быть не менее 20 лет.

Кроме того, высоковольтные выключатели должны быть рассчитаны на климатические исполнения «У» и следующую категорию размещения: для КРУ наружной установки — категорию 2, для КРУ внутренней установки — категорию 3. Выключатели должны быть безопасными в работе и полностью отвечать требованиям ГОСТ 12.2.007.0—75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.007.3—75 «Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности».

Выпускаемые в настоящее время современные выключатели, соответствующие перечисленным выше требованиям, в т.ч. и требованиям вышеуказанных ГОСТов. Этого, однако, нельзя сказать об устаревших конструкциях выключателей. Причем особую трудность в эксплуатации устаревших конструкций выключателей вызывают их приводы, которые ранее поставлялись отдельно от выключателей. В КРУ последних конструкций эта трудность устранена: все применяемые в них выключатели имеют встроенные приводы, являющиеся неотъемлемой, конструктивно не выделенной частью выключателя.

Перед электрическими сетями и предприятиями, имеющими на своем балансе высоковольтные выключатели

напряжением 6—10 кВ, время от времени появляется необходимость их приобретения, и как следствие, возникает вопрос: «Какой тип выключателя выбрать?». Ответ на этот вопрос зависит от конкретных условий эксплуатации, а также, финансовых возможностей организации, но рассмотренные далее основные достоинства и недостатки различных типов выключателей, надеемся, окажут помощь при выборе оборудования для покупки.

Малообъемные масляные выключатели

Начнем с самого старого, из имеющихся в продаже, типа выключателей 6—10 кВ — малообъемных масляных. Их основные достоинства — относительно, невысокая цена, универсальность многих узлов. Такие выключатели отличаются простотой конструкции, часто их проще монтировать при реконструкции, когда не планируется замена ячеек. Некоторые модели можно устанавливать как в открытых, так и закрытых распредустройствах.



К недостаткам малообъемных масляных выключателей можно отнести их пожаро- и взрывобезопасность. Ограниченная способность к быстрдействию и частоте осуществления АПВ. Эксплуатация таких выключателей обходится дороже: замена и периодическая доливка масла, износ дугогасящих контактов, текущие ремонты. При работе МВ на низких температурах могут возникнуть трудности с подогревом масла. Отключающая способность масляных выключателей может оказаться недостаточной.

Вакуумные выключатели



Вакуумные выключатели 6...10 кВ абсолютно пожаро- и взрывобезопасны, сохраняют свою работоспособность при практически любых температурах окружающей среды. К достоинствам вакуумных выключателей можно отнести большой ресурс отключений-включений номинальных токов, возможность их эксплуатации в агрессивных средах, высокая скорость коммутаций и готовность к повторным включениям. Следует добавить, что это самый «чистый» тип выключателя — никаких проблем с загрязнением распредустройства и выделением небезопасных для экологии веществ, они практически бесшумны в работе. Дальновидный хозяин при выборе покупки учтет невы-

сокую стоимость эксплуатации вакуумных выключателей: протирка изоляции, текущие ремонты привода (малая мощность) и крайне редко требуемая замена дугогасительных камер, не вызовут особых сложностей. Малые габариты и возможность произвольного их расположения позволяют уменьшить размеры распределительного устройства и предоставляют свободу в их компоновке, например, размещение ячеек в несколько ярусов. Установленные на линейных присоединениях вакуумники без проблем отключают зарядные токи кабельных или воздушных линий, находящихся под напряжением.

Но при отключении такими вакуумными выключателями небольших индуктивных токов (холостой ход трансформатора), есть вероятность коммутационных перенапряжений. В случае потери вакуума в одной из дугогасительных камер происходит приваривание контактов — необходим постоянный контроль отсутствия напряжения на всех трех фазах после отключения присоединения. Ресурс дугогасительного устройства по отключению токов короткого замыкания не очень велик.

Элегазовые выключатели



Следующий кандидат для покупки — элегазовые выключатели. Как и вакуумные выключатели они полностью пожаро- и взрывобезопасны, и часто, взаимозаменяемы с этим типом выключателей. Имеют высокую отключающую способность. Элегазовые

выключатели можно устанавливать как в ЗРУ так и в ОРУ. Длительный срок службы дугогасительного устройства.

Основная сложность при эксплуатации этих выключателей — SF₆ (элегаз, шестифтористая сера), которая сама по себе недешевая, плюс в обслуживании требуются устройства для очистки, заполнения и ее перекачки.

Электромагнитные выключатели

Последний, и самый малораспространенный тип выключателей — электромагнитный. Опять же, как и предыдущий тип выключателей они пожаро- и взрывобезопасны, обладают высокой отключающей способностью, дугогасительное устройство имеет малый износ. В условиях частых коммутаций — электромагнитные выключатели хороший выбор.

Электромагнитные выключатели имеют довольно сложную дугогасящую камеру. Такие недостатки как малая пригодность для открытых распределительных устройств и ограничения по величине номинального напряжения, как правило, некритичны для распредустройств 6—10 кВ.

*По материалам
компании «Электроэнергетика»*



С. В. Кондратов
зам. генерального директора,
главный конструктор
ООО НПФ МИЭЭ «Приборы
Мосгосэнергонадзора»

Е. В. Сухарникова,
инженер-метролог
ООО НПФ МИЭЭ «Приборы
Мосгосэнергонадзора»

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В настоящее время при приемо-сдаточных и эксплуатационных испытаниях электроустановок зданий все шире используются цифровые средства измерений (СИ). Они обладают рядом серьезных преимуществ по сравнению с аналоговыми: имеют лучшие метрологические характеристики (точность, чувствительность, разрешающую способность); лучшие эксплуатационные характеристики (надежность, быстродействие, механическую прочность, жесткие условия эксплуатации, малые габариты и вес); разнообразные функциональные возможности (возможность измерения нескольких физических величин одновременно).

Основой при приемо-сдаточных, эксплуатационных и сертификационных испытаниях электроустановок зданий является достоверность информации. Для изучения реального состояния электроустановок, обеспечения пожарной безопасности, качества электроэнергии и эффективного ее использования, составления точного баланса энергоносителей, принятия правильных решений, организации эффективного автоматизированного управления необходимо постоянно иметь достоверную информацию о контролируемых параметрах электроустановок и процессах в них.

Для успешного решения вышеперечисленных задач необходимо правильно выбирать измерительные приборы. Основные требования к ним: гарантированная точность измерений в течение всего межповерочного интервала; высокая чувствительность; многофункциональность; надежность; возможность проводить необходимые измерения

без вмешательства в работу исследуемого объекта (работа без снятия напряжения); возможность работы в широком диапазоне температур, влажности воздуха; высокий уровень пыле- и влагозащитности; возможность выдерживать значительные механические воздействия; быть устойчивым к воздействию электромагнитных полей; иметь малую мощность потребления (т. е. длительный цикл автономной работы от внутреннего источника питания).

Приборы, обладающие вышеперечисленными характеристиками, проходят весь комплекс мероприятий по разра-



Фото 1. Прибор «Вектор» для измерения параметров однофазной электрической цепи в режиме короткого замыкания

<< 20

**ВЫПУЩЕНА НОВАЯ
МОДЕЛЬ ПЫЛЕВЛАГО-
ЗАЩИЩЕННОГО
СВЕТИЛЬНИКА**

Выпущена новая модель пыле-влажностозащищенного светильника «Standart» IP 65.

Базовый вариант светильника (пылевлагодозащищенного) оснащен конденсатором параллельной компенсации, двумя трехполюсными клеммными колодками, двумя пластиковыми подвесными кольцами и двумя уплотнителями для подключения кабеля. Возможна последовательная установка светильников в линию.

Рассеиватель изготовлен методом формовки под давлением стабилизированного полиметакрила (PMMA-сорт АС) — 100% устойчивого к ультрафиолетовому излучению с улучшенными оптическими характеристиками (неизменяемость светопропускания более 10 лет).

Светильник (пылевлагодозащищенный) оснащен уплотнителем из вспененного полиуретана нанесенного непосредственно на корпус, чем достигается степень защиты IP65.

Корпус изготовлен методом формовки ударопрочного полистирола серого цвета и оснащен защелками для крепления рассеивателя. Защелки изготовлены из АБВ и полиамида.

Рефлектор изготовлен из металла с полимерным покрытием и оснащен двумя пластиковыми подвесами, предохраняющими от падения во время установки и ремонта.

ООО «ТС ЭЛЕКТРО»

**НОВИНКА — ТРЕХФАЗНЫЙ
БЛОК ПИТАНИЯ
ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ
НАДЕЖНОСТИ**

Компания НПК ТрансЭТ выпустила на рынок новую модель блоков питания — 300BP. Он является изделием повышенной надежности со средним значением наработки на отказ 350 000 часов, по структуре с двойным преобразованием уровня

26 >>

ботанным и утвержденным в установленном порядке документам. В дальнейшем, при непосредственной эксплуатации приборов, их качество гарантируется периодической поверкой, проводимой органами государственной метрологической службы или организациями, аккредитованными на право поверки.

Прибор для измерения параметров однофазной цепи в режиме короткого замыкания «ВЕКТОР» относится к сложным современным электронным приборам, удовлетворяя все перечисленные выше требования к цифровым СИ, на него имеется полный пакет технической и эксплуатационной документации, разработанной и утвержденной Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы Госстандарта Российской Федерации, соответствует требованиям ГОСТ Р 51350—99. Сертификат об утверждении типа средств измерений RU. С.34.004 № 14719 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 24754—03.

Область применения — проверка качества монтажных, профилактических, ремонтных работ на силовых и осветительных цепях зданий и электроустановок.

Принцип работы прибора «ВЕКТОР» основан на изменении напряжения сети и сдвига фазы между током и напряжением при подключении внутреннего резистора известной величины. На основании этих измеренных значений вычисляются: ток короткого замыкания и сопротивления петли «фаза-нуль». Полученные значения напряжения сети, сдвига фазы между током и напряжением, модуля комплексного сопротивления «фаза-нуль», силы тока короткого замыкания выводятся на жидкокристаллический дисплей.

Сервисные функции:

- индикация измеренных значений до проведения очередных измерений;
- блокировка прибора в течение 10 с после измерения;
- блокировка при критическом нагреве измерительного резистора с индикацией надписи «ПЕРЕГРЕВ»;
- автоматическое отключение прибора через 5 минут;
- при частичном разряде аккумуляторных батарей на индикаторе появляется надпись «ЗАРЯДИТЕ АККУМУЛЯТОРЫ», при этом прибор продолжает работать.

Конструктивно печатная плата и аккумуляторы прибора размещены в переносном корпусе из пластмассы, на верхней части кнопки управления.

Прибор удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к цифровым СИ, обладает минимальным количеством органов управления, удобным жидкокристаллическим индикатором для снятия показаний, легко умещается в руке, имеет малый вес (0,5 кг), надежные и удобные измерительные провода.

Прибор «Вымпел» для измерения параметров однофазной электрической цепи

Прибор для измерения параметров однофазной цепи «ВЫМПЕЛ» относится к современным электронным приборам, удовлетворяя все перечисленные выше требования к цифровым СИ, на него имеется полный пакет технической и эксплуатационной документации, разработанной и утвержденной Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы Госстандарта Российской Федерации, соответствует требованиям ГОСТ Р 51350—99. Сертификат об утверждении типа средств измерений RU. С.34.004А № 21312 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 23070—05.

Функции прибора:

- проверка наличия цепи между элементами заземленной электроустановки (проверка металлосвязи);
- измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль»;
- определение тока короткого замыкания;
- проверка непрерывности защитных проводников;
- проверка переходного сопротивления контактных соединений, в том числе системы уравнивания потенциалов и молниезащиты;

- измерение полного сопротивления вторичной цепи измерительных трансформаторов для обеспечения заданных метрологических характеристик;

- измерение угла сдвига фазы между током и напряжением;

- позволяет оценить угол сдвига фаз в короткозамкнутой цепи для достоверного определения характера реактивных потерь как емкостных, так и индуктивных, может быть использован для испытаний на непрерывность защитных проводников в диапазоне сопротивлений 0,03...10 Ом.

Основная область применения прибора — электротехническая промышленность, промышленное и гражданское строительство (контроль электропроводки зданий, вторичных цепей трансформаторов тока и состояния заземления различных электроустановок промышленного и бытового назначения).

Прибор «ВЫМПЕЛ» предназначен для работы только в обесточенных электрических сетях. При подключении прибора в сеть с напряжением возможен выход прибора из строя.

Прибор состоит из управляющего микроконтроллера, усилителя переменного тока, масштабирующих усилителей, жидкокристаллического дисплея (ЖКД) и вспомогательных узлов.

Прибор работает следующим образом: встроенный генератор вырабатывает синусоидальный сигнал частотой 50 Гц. К выходу усилителя подключается измеряемое сопротивление, которое прибор сравнивает с эталонным. Падения напряжения на сопротивлениях через масштабирующие усилители подаются на входы АЦП микроконтроллера для цифровой обработки. По измеренным напряжениям микроконтроллер вычисляет и выводит на ЖКД модуль и аргумент измеряемого комплексного сопротивления, а также ток короткого замыкания (КЗ) в однофазной цепи переменного тока с номинальным действующим значением напряжения сети 220 В/50 Гц.

Все узлы прибора смонтированы в диэлектрическом корпусе. На лицевой панели размещены жидкокристаллический дисплей (ЖКД) и кнопки включения и выключения питания измерителя — «ВКЛ» и «ВЫКЛ», режим калибровки — «КАЛИБР.», включения подсветки ЖКД — «СВЕТ». На верхней крышке прибора находятся гнезда для подключения измерительных проводов. На боковой стенке находится гнездо для подключения блока питания, предназначенного для подзарядки аккумуляторов прибора.

Сервисные функции:

- электронная калибровка и установка нуля;
- индикация обрыва цепи;
- индикация состояния аккумуляторных батарей;
- автоматическое отключение прибора через 5 минут;

При составлении технического задания и конструировании приборов наши конструкторы опирались на отечественные стандарты, определяющие требования к процессу изготовления, качеству конструкции, элементной базы, надежности сборки, метрологическому обеспечению производства и приемо-сдаточных испытаний. Также важно,



Фото 2. Прибор «ВЕГА-500» для измерения параметров выключателей, управляемых дифференциальным током (ВДТ)

что приемо-сдаточные испытания и поверка приборов проводятся в соответствии с оригинальными техническими условиями и методиками поверок (на зарубежные образцы приборов методики поверки переводятся и адаптируются к нашим методам и средствам поверки).

Прибор удовлетворяет все требования, предъявляемые к цифровым СИ, обладает минимальным количеством органов управления, удобным жидкокристаллическим индикатором для снятия показаний, имеет малый вес (0,5 кг), надежные и удобные измерительные провода.

В процессе изготовления и эксплуатации был расширен диапазон модуля комплексного сопротивления $[Z]$ — нижнего предела от 0,05 до 0,03 Ом и верхнего предела от 5,0 до 10 Ом, для измерения полного сопротивления вторичных цепей измерительных трансформаторов.

Три года эксплуатации прибора «ВЕКТОР» и «ВЫМПЕЛ» подтвердили их качество, надежность и удобство в эксплуатации. На Международном конкурсе «Национальная безопасность» в декабре 2005 года за разработку прибора для измерения параметров электрической цепи «ВЫМПЕЛ» в номинации «Энергосберегающие технологии и электрооборудование» и за разработку прибора для измерения параметров электрической цепи в режиме короткого замыкания «ВЕКТОР» в номинации «Испытательное и измерительное оборудование» разработчики награждены дипломом и медалью «Гарантия качества и безопасности».

Поверка приборов «ВЕКТОР» и «ВЫМПЕЛ» не вызовет затруднений в любой контрольно-измерительной лаборатории, аккредитованной на право поверки электроизмерительных приборов, не говоря уже о региональных (областных) центрах стандартизации и метрологии.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что среди средств контроля параметров электрической цепи, прибор для измерения параметров однофазной цепи в режиме короткого замыкания «ВЕКТОР» и прибор для измерения параметров однофазной электрической

<< 24

напряжения. Источник питания является одноканальным с первичной трехфазной сетью 380В, с регулируемым уровнем выходного напряжения, предназначен для питания электронного и электротехнического промышленного оборудования повышенной степени безотказности. Регулировка выходного напряжения осуществляется в диапазоне 22...32 Вольт. Данная система электропитания имеет развитую индикацию работоспособности:

- нормальный режим работы «Power Good»
- защита по току (режим стабилизации тока «Power Good»)
- перегрузка по току или пороговое замыкание в нагрузке
- индикация аварийной ситуации

ООО НПК «ТрансЭТ»

НОВИНКА: ЭЛЕКТРОННЫЙ КОНТРОЛЛЕР ТОКА ЭКТ

Разработчиками ООО «Сиб-ЭлектроЗащита» создано новое изделие электронный контроллер тока ЭКТ и начато его производство на базе предприятия.

Электронный контроллер тока ЭКТ выдает сигнал при наступлении одного из следующих событий:

- коротком замыкании;
- холостом ходе ЭУ (сухом ходе);
- превышении тока ЭУ выше номинального;
- превышении тока ЭУ выше максимально допустимого;
- пропаданию одной или двух фаз;
- перекосе фаз по току;
- низком сопротивлении изоляции (<500кОм+/-10% для модификаций М2, М4, М5).

Контроллеры тока ЭКТ работают с пультом ПУ-05. Один пульт обслуживает любое количество ЭКТ.

Контроллер ЭКТ поддерживает два интерфейса связи с персональным компьютером — RS-232 и RS-485, позволяя, тем самым, возможность подключения к персональному

цепи «ВЫМПЕЛ» наиболее полно удовлетворяют требования персонала, занимающегося монтажом и эксплуатацией электроустановок зданий.

Применение устройств защитного отключения (УЗО) является не только единственным техническим средством предотвращения поражения током людей и животных при прямом (непосредственном) их прикосновении к токопроводящим частям электроустановок, но и единственным средством предотвращения пожаров от устаревших электропроводок и других частей старых электроустановок без замены на новые.

Поэтому сейчас большое внимание уделяется внедрению устройств защитного отключения. Необходимость проверки УЗО заключается в том, чтобы убедиться, что действие происходит достаточно быстро для того, чтобы человек, получивший электрический удар от системы, не получил серьезных травм.

Прибор «ВЕГА-500» относится к современным электронным приборам, удовлетворяя все перечисленные выше требования к цифровым СИ, на него имеется полный пакет технической и эксплуатационной документации, разработанной и утвержденной Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы Госстандарта Российской Федерации, соответствует требованиям ГОСТ Р 51350-99. Сертификат об утверждении типа средств измерений RU. С.34.004А №23071 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №31034-06.

Функции прибора:

- измерение времени отключения ВДТ;
- измерение отключающего дифференциального тока УЗО.

Основная область применения прибора — проверка параметров УЗО при приемо-сдаточных, сертификационных и эксплуатационных испытаниях. Возможно использование прибора при входном контроле ВДТ в составе испытательного стенда.

Принцип работы прибора «ВЕГА-500» основан на измерении времени отключения УЗО под действием переменного тока, задаваемого прибором.

Прибор состоит из генератора синусоидального переменного тока, синхронизированного с сетью, встроенного микропроцессора, жидкокристаллического дисплея и автономного источника питания, содержащего аккумулятор и импульсный преобразователь напряжения.

Встроенный микропроцессор задает ток генератора, измеряет время отключения ВДТ и управляет дисплеем. Режим работы прибора задается оператором вручную через 4 кнопки, управляющие микропроцессором: «Вкл/Выкл», «Меню — вверх», «Меню — вниз», «Выбор/Измерение». В меню прибора содержатся доступные для контроля ВДТ параметры. Режимы измерения и измеренные значения выводятся на графический жидкокристаллический дисплей.

При измерении времени отключения устанавливается ток, величина которого нормирована для данного типа УЗО. Величина тока указывается на дисплее.

В зависимости от типа проверяемого УЗО (АС или А) прибор формирует переменный синусоидальный или пульсирующий ток.

Интервал времени от подачи тока до отключения ВДТ показывается на дисплее прибора. Если ВДТ не сработал в течение 1 с, на дисплее прибора появляется предупреждение «Т > 1с».

Конструктивно все узлы прибора размещены в изолирующем пластмассовом корпусе. На лицевой панели размещены дисплей и кнопки управления. Гнезда для подключения внешних цепей расположены на передней панели боковой поверхности. Питание прибора автономное от встроенного аккумулятора.

Для исключения преждевременного разряда аккумуляторных батарей питания прибора отключается при отсутствии нажатия на кнопки управления в течение 5 мин.

Прибор «ВЕГА-500» прост в обращении, компактный, легкий, удобный при транспортировке.

34 >>



Ю. В. Харечко

ПРОВЕРКА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСЦЕПЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Часто возникает необходимость проверки доброкачественности автоматических выключателей перед их установкой в низковольтные распределительные устройства, а также контроля работоспособности автоматических выключателей в процессе их эксплуатации. Для тестирования автоматических выключателей выпускают специальные устройства, позволяющие получать испытательные токи до нескольких тысяч ампер. Однако часто испытания автоматических выключателей проводят таким образом, что доброкачественные автоматические выключатели признают некондиционными. Причиной этого, прежде всего, является несоответствие методик проведения испытаний автоматических выключателей требованиям к подобным испытаниям, изложенным в стандартах, на основе которых выпускают автоматические выключатели.

В настоящее время требования к автоматическим выключателям изложены в ГОСТ Р 50030.2 [1], который применяют только в совокупности с ГОСТ Р 50030.1 [2], ГОСТ Р 50345 [3] и ГОСТ Р МЭК 60898.2 [4].

ГОСТ Р 50030.2, разработанный на основе стандарта МЭК 60947-2¹ 1998 г. и введенный в действие с 1 января 2002 г., распространяется на автоматические выключатели, предназначенные для работы в электрических цепях переменного тока напряжением до 1000 В и постоянного тока до 1500 В включительно. Такие автоматические выключатели могут иметь любые номинальные токи, различные конструкции и способы применения. Указанные автоматические выключатели применяют в низковольтных распределительных устройствах, установленных в различных сооружениях, в трансформаторных подстанциях, в распределительных пунктах и др. Эти автоматические выключатели используют также во вводно-распределительных устройствах, во вводных устройствах, в главных распределительных щитах и других мощных низковольтных распределительных устройствах электроустановок жилых, общественных, производственных и других зданий.

ГОСТ Р 50030.1, разработанный на основе стандарта МЭК 60947-1² 1999 г. и введенный в действие с 1 января 2002 г., предназначен для согласования правил и требо-

¹ В настоящее время действует стандарт МЭК 60947-2 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Автоматические выключатели» [5], датированный 2006 г.

² В настоящее время действует стандарт МЭК 60947-1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» [6], датированный 2007 г.

ваний общего характера, относящихся к низковольтной аппаратуре распределения и управления³, с целью их унификации в соответствующих классах аппаратов и устранения необходимости испытаний по различным стандартам. В ГОСТ Р 50030.1 изложены требования и правила, которые являются общими для низковольтной коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления, предназначенной для эксплуатации в электрических цепях переменного тока напряжением до 1000 В и постоянного тока — до 1500 В включительно. Требования этого стандарта применяются совместно с требованиями ГОСТ Р 50030.2, а также совместно с требованиями других стандартов, входящих в состав комплекса ГОСТ Р 50030 «Аппаратура распределения и управления низковольтная»⁴.

ГОСТ Р 50345–99, разработанный на основе стандарта МЭК 60898 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок»⁵ 1995 г. [7] и введенный в действие с 1 января 2001 г., распространяется на автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения, предназначенные для использования в электрических цепях переменного тока частотой 50 и (или) 60 Гц напряжением до 440 В. Эти автоматические выключатели могут иметь номинальный ток до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании до 25000 А включительно.

ГОСТ Р МЭК 60898.2, разработанный на основе стандарта МЭК 60898-2 «Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 2. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе и постоянном токе» 2003 г. [8] и введенный в действие с 1 июля 2007 г., содержит дополнительные требования⁶ к однополюсным и двухполюсным автоматическим выключателям, которые могут быть использованы также и в электрических цепях постоянного тока. Эти автоматические выключатели должны иметь номинальное напряжение постоянного тока не более 220 В (однополюсные) и 440 В (двухполюсные), номинальный ток — до 125 А и номинальную коммутационную способность постоянного тока при коротком замыкании — не более 10000 А.

³ Аппаратура распределения и управления — общий термин для коммутационных аппаратов и их комбинаций с относящимися к ним устройствами управления, измерения, защиты и регулирования, а также для узлов, в которых такие устройства соединяют с соответствующими электрическими цепями, комплектующим оборудованием, оболочками и опорными конструкциями. В стандарте МЭК 60947-1 этот термин имеет наименование «switchgear and controlgear», которому на русском языке больше соответствует следующее наименование — «коммутационная аппаратура и аппаратура управления».

⁴ Комплекс ГОСТ Р 50030 более правильно поименовать так: «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления».

⁵ В настоящее время действует стандарт МЭК 60898-1 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 1. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе» [8], датированный июлем 2003 г.

⁶ Как указано во введении ГОСТ Р МЭК 60898-2 устанавливает дополнительные или измененные требования по отношению к стандарту МЭК 60898-1:2003 г. Однако для практического применения требования ГОСТ Р МЭК 60898-2 могут быть отнесены к требованиям ГОСТ Р 50345.

⁷ В стандарте МЭК 60898 здесь указан комплекс стандартов МЭК 60227 «Кабели с поливинилхлоридной изоляцией номинальных напряжений до 450/750 В включительно». На основе комплекса стандартов МЭК 60227 разработаны: ГОСТ Р МЭК 60227-1 [10] еще шесть стандартов.

⁸ В процитированном требовании ошибочно использовано понятие «однофазный ток». Однофазными могут быть электрические системы, электрические сети, электрические установки, электрические цепи и электрическое оборудование. Электрический ток в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52002 [11] может быть переменным, постоянным, пульсирующим и синусоидальным. То есть здесь речь идет об использовании переменного тока в однофазной испытательной цепи.

Учитывая, что автоматические выключатели (по ГОСТ Р 50030.2) могут иметь номинальные токи до 6300 А, вне испытательной лаборатории можно выполнить упрощенную проверку характеристики расцепления только автоматических выключателей бытового назначения (по ГОСТ Р 50345). Для корректной оценки работоспособности автоматических выключателей проверку их время-токовых характеристик следует выполнять в точном соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345, изложенными в п. 9.2 и 9.10 стандарта. Рассмотрим эти требования.

«9.2 Условия испытания»

Выключатель устанавливают автономно, вертикально, на открытом воздухе при температуре 20—25 °С (в отсутствие других указаний) и защищают от чрезмерного наружного нагрева или охлаждения.

Выключатели, предназначенные для установки в отдельной оболочке, испытывают в наименьшей из оболочек, предписанных изготовителем.

В отсутствие других указаний выключатели присоединяют с помощью кабеля, соответствующего таблице 8, и закрепляют на фанерном щите толщиной около 20 мм, окрашенном в матовый черный цвет, любым способом, удовлетворяющим требованиям, предъявляемым изготовителем к средствам монтажа.

Если допускаемое отклонение не оговаривается, типовые испытания выполняют при значениях не менее жестких, чем приведенные в настоящем стандарте.

В отсутствие других указаний испытания проводят при номинальной частоте (с допуском ± 5 Гц) любом приемлемом напряжении. Во время испытаний не допускается обслуживание или разборка образцов.

Для испытаний по 9.8—9.11 выключатель подсоединяют следующим образом:

1) соединения осуществляют одножильными медными кабелями в поливинилхлоридной изоляции согласно ГОСТ 26413.0⁷;

2) испытания выполняют однофазным током⁸ с последовательным соединением всех полюсов, за исключением испытаний по 9.8.2, 9.10.2 и 9.11;

Таблица 8

Площади поперечного сечения (S) испытательных медных проводников в зависимости от номинальных токов

S, мм ²	Значения номинального тока I _n , А	S, мм ²	Значения номинального тока I _n , А
1	I _n ≤ 6	10	32 < I _n ≤ 50
1,5	6 < I _n ≤ 13	16	50 < I _n ≤ 63
2,5	13 < I _n ≤ 20	25	63 < I _n ≤ 80
4	20 < I _n ≤ 25	35	80 < I _n ≤ 100
6	25 < I _n ≤ 32	50	100 < I _n ≤ 125

Примечание — Для медных проводников в системе AWG см. приложение G».

3) соединения размещают на открытом воздухе с промежутками не менее расстояния между выводами.

Минимальная длина каждого временного соединения от вывода до вывода составляет:

- 1 м — при поперечных сечениях до 10 мм² включ.,
- 2 м — при поперечных сечениях св. 10 мм².

Крутящие моменты, прилагаемые для затягивания винтов в выводах, составляют 2/3 указанных в таблице 9.

«9.10 Проверка характеристики расцепления

Это испытание предназначено для проверки соответствия выключателя требованиям 8.6.1.

9.10.1 Проверка время-токовой характеристики

9.10.1.1 Ток, равный 1,13 I_n (условный ток нерасцепления), пропускают в течение условного времени (см. 8.6.1 и 8.6.2.1) через все полюса, начиная от холодного состояния (см. таблицу 6).

Выключатель не должен расцепляться.

Затем ток постепенно повышают в течение 5 с до 1,45 I_n (условный ток расцепления).

Выключатель должен расцепляться в пределах условного времени.

9.10.1.2 Ток, равный 2,55 I_n, пропускают через все полюса, начиная с холодного состояния.

Время размыкания должно составлять не менее 1 с и не более:

- 60 с — при номинальных токах до 32 А включ.;
- 120 с — при номинальных токах св. 32 А.

9.10.2 Проверка мгновенного расцепления

9.10.2.1 Для выключателей типа В⁹

Ток, равный 3 I_n, пропускают через все полюса, начиная с холодного состояния.

Время размыкания должно составлять не менее 0,1 с. Ток, равный 5 I_n, пропускают через все полюса, снова начиная с холодного состояния.

Выключатель должен расцепляться за время менее 0,1 с.

9.10.2.2 Для выключателей типа С

Ток, равный 5 I_n, пропускают через все полюса, начиная с холодного состояния.

Время размыкания должно составлять не менее 0,1 с.

Ток, равный 10 I_n, пропускают через все полюса, снова начиная с холодного состояния.

Выключатель должен расцепляться за менее чем 0,1 с.

9.10.2.3 Для выключателей типа D

Ток, равный 10 I_n, пропускают через все полюса с холодного состояния.

Время размыкания должно быть не менее 0,1 с.

Ток, равный 50 I_n, пропускают через все полюса, снова с холодного состояния.

Выключатель должен расцепляться за менее чем 0,1 с.

9.10.3 Проверка влияния однополюсной нагрузки на характеристику расцепления многополюсных выключателей

Проверку осуществляют путем испытания выключателя, присоединенного согласно 9.2, в условиях, указанных в 8.6.3.1.

Выключатель должен расцепляться в пределах условного времени (см. 8.6.2.1).

9.10.4 Проверка влияния температуры окружающего воздуха на характеристику расцепления

Проверку осуществляют следующими испытаниями.

- а) Выключатель помещают в камеру с температурой окружающего воздуха на (35±2) °С ниже контрольной до достижения теплового равновесия.

⁹ Буквами «В», «С» и «D» в ГОСТ Р 50345 обозначены типы мгновенного расцепления автоматических выключателей, которым соответствуют следующие стандартные диапазоны током мгновенного расцепления: тип В – свыше 3 I_n до 5 I_n, тип С – свыше 5 I_n до 10 I_n, тип D – свыше 10 I_n до 50 I_n. В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. верхняя граница стандартного диапазона токов мгновенного расцепления для типа мгновенного расцепления D установлена равной 20 I_n. Для специальных автоматических выключателей, имеющих тип мгновенного расцепления D, верхняя граница может быть увеличена до 50 I_n. В европейском стандарте EN 60898, устанавливающем требования к автоматическим выключателям бытового и аналогичного назначения и соответствовавшем стандарту МЭК 60898, рассматриваемое значение также равно 20 I_n. Поэтому при проверке время-токовых характеристик автоматических выключателей с типом мгновенного расцепления D рассматриваемое значение испытательного тока должно быть равно 20 I_n.

Через все полюса в течение условного времени пропускают ток, равный $1,13 I_n$ (условный ток нерасцепления). Затем в течение 5 с ток постепенно увеличивают до $1,9 I_n$.

Выключатель должен расцепляться за условное время.

б) Выключатель помещают в камеру с температурой окружающего воздуха на (10 ± 2) °С выше контрольной до достижения теплового равновесия.

Через все полюса пропускают ток, равный I_n .

Выключатель не должен расцепляться за условное время».

Упомянутые выше пункты 8.6.1—8.6.3 ГОСТ Р 50345 содержат следующие требования:

«8.6.1 Нормальная время-токовая характеристика¹⁰

Характеристика расцепления выключателей должна обеспечивать эффективную защиту цепи без срабатывания при номинальном токе.

Эта время-токовая характеристика (характеристика расцепления) выключателя определяется условиями и значениями согласно таблице 6.

Таблица 6 действительна для выключателя, смонтированного в соответствии с условиями 9.2 и работающего при контрольной температуре калибровки 30 ± 5 °С.

Проверку осуществляют путем испытаний по 9.10.

Испытания проводят при любой температуре воздуха, а результаты корректируют к температуре 30 °С на основании поправочных коэффициентов, предоставляемых изготовителем. При этом отклонение испытательного тока от указанного в таблице 6 не должны превышать 1,2% на 1 °С изменения температуры калибровки.

Если выключатель маркирован температурой калибровки, отличной от 30 °С, испытание проводят для этой температуры.

Изготовитель должен предоставить информацию об изменениях характеристики расцепления при температурах калибровки, отличающихся от контрольной.

8.6.2 Условные параметры

8.6.2.1 Условное время равно 1 ч для выключателей с номинальным током до 63 А включ. и 2 ч — с номинальным током св. 63 А.

Таблица 6

Время-токовые рабочие характеристики

Испытание	Тип защитной характеристики ¹¹	Испытательный ток I_n	Начальное состояние	Пределы времени расцепления ¹² или нерасцепления	Требуемые результаты	Примечание
a	B, C, D	1,13	Холодное ¹⁾	$t \geq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А); $t \geq 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Без расцепления	—
b	B, C, D	1,45	Немедленно после испытания a	$t < 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А); $t < 2$ ч (при $I_n > 63$ А)	Расцепление	Непрерывное нарастание тока в течение 5 с
c	B, C, D	2,55	Холодное	$1 \text{ с} < t < 60 \text{ с}$ (при $I_n \leq 32$ А); $1 \text{ с} < t < 120 \text{ с}$ (при $I_n > 32$ А)	Расцепление	—
d	B	3,00	Холодное	$t \geq 0,1$ с	Без расцепления	Ток создается путем замыкания вспомогательного выключателя
	C	5,00				
	D	10,00				
e	A ¹³	5,00	Холодное	$t < 0,1$ с	Расцепление	—
	B	10,00				
	C	50,00				

¹⁾ Термин «холодное» означает без предварительного пропускания тока при контрольной температуре калибровки.

Примечание — Для выключателей типа D рассматривается возможность дополнительного промежуточного значения между c и d.

¹⁰ Время-токовая характеристика (характеристика расцепления) конкретного автоматического выключателя имеет вид кривой. В таблице 6 ГОСТ Р 50345 установлены граничные значения, в пределах которых должны находиться характеристики расцепления всех производимых автоматических выключателей. То есть в стандарте задана время-токовая зона, которая находится между двумя граничными время-токовыми кривыми. Поэтому рассматриваемую характеристику логичнее поименовать стандартной время-токовой зоной. В п. 8.6.1 стандарта МЭК 60898 рассматриваемая характеристика названа именно так — «standard time-current zone».

¹¹ В тексте ГОСТ Р 50345 отсутствуют какие-либо разъяснения того, что следует понимать под типом защитной характеристики. Буквами «B», «C» и «D» в стандарте обозначены типы мгновенного расцепления автоматических выключателей.

¹² Время расцепления представляет собой интервал времени между моментом, когда электрический ток в главной цепи автоматического выключателя, находящегося в замкнутом положении, достигает значения срабатывания расцепителя сверхтока, и моментом, когда команда размыкания становится необратимой (то есть — срабатывает расцепитель сверхтока).

¹³ В таблице 6 стандарта для испытания «e» вместо типов мгновенного расцепления B, C и D должны быть указаны типы A, B и C.

8.6.2.2 Условный ток нерасцепления (I_{nr})

Условный ток нерасцепления выключателя равен 1,13 его номинального тока.

8.6.2.3 Условный ток расцепления (I_r)

Условный ток расцепления выключателя равен 1,45 его номинального тока.

8.6.3 Характеристика расцепления

Характеристика расцепления выключателей должна проходить в зоне, определенной 8.6.1

Примечания

1 На характеристику расцепления выключателей могут влиять температура и условия монтажа, отличающиеся от указанных в 9.2 (например, монтаж в специальной оболочке, компоновка нескольких выключателей в одной оболочке и т.п.).

2 Изготовитель должен предоставить информацию об изменении характеристики расцепления при температурах окружающего воздуха, отличных от контрольной, в пределах, установленных в 7.1¹⁴.

8.6.3.1 Влияние однополюсной нагрузки на характеристику расцепления многополюсного выключателя

Если в выключателе более чем с одним защищенным полюсом проходит ток нагрузки только через один защищенный полюс, начиная с холодного состояния, он должен расцепляться в пределах условного времени при токе, равном:

- 1,1 условного тока расцепления для двухполюсных выключателей с двумя защищенными полюсами,
- 1,2 условного тока расцепления для трех- и четырехполюсных выключателей.

Выключатели должны расцепляться в пределах условного времени, указанного в 8.6.2.1

Проверку осуществляют испытанием по 9.10.3

8.6.3.2 Влияние температуры окружающего воздуха на характеристику расцепления

Температура окружающего воздуха, отличающаяся от контрольной в пределах минус 5 — минус¹⁵ 40 °С, не должна существенно отражаться на характеристиках расцепления автоматических выключателей.

Проверку осуществляют испытаниями по 9.10.4¹⁶.

Параметры стандартной время-токовой зоны автоматического выключателя, представленные в таблице 6 ГОСТ Р 50345, имеют логические ошибки для испытаний «а» и «d», которые следует подробно рассмотреть.

Если следовать логической связи между временем расцепления и результатом автоматического оперирования, то, с одной стороны, автоматические выключатели

при испытании «а» не должны срабатывать в течение любого времени, превышающего условное время, равное одному или двум часам. При испытании «d» автоматические выключатели не должны размыкаться в течение времени более 0,1 с. То есть при указанных в таблице 6 испытательных токах автоматические выключатели могут не размыкаться в течение суток, недели, месяца, года. Нельзя признать допустимым подобное «быстродействие» автоматического выключателя для испытания «d», когда через его главную цепь протекает, например, десятикратный номинальный ток.

С другой стороны, указанные параметры стандартной время-токовой зоны «допускают» срабатывание автоматических выключателей за промежуток времени, меньший условного времени при испытании «а», и 0,1 с — при испытании «d». Иными словами, автоматический выключатель может разомкнуть свои главные контакты мгновенно. Такое быстродействие автоматического выключателя, особенно при испытании «а», вряд ли допустимо.

В то же время, из требований к проведению проверки характеристики расцепления автоматического выключателя, которые представлены в подразделе 9.10 ГОСТ Р 50345, следует иная интерпретация стандартной время-токовой зоны (в отличие от представленной в таблице 6). Пропускание условного тока нерасцепления I_{nr} , равного $1,13 I_n$, через все полюсы автоматического выключателя, находящегося в холодном начальном состоянии, в течение условного времени не должно приводить к его расцеплению. По завершению этой проверки в течение 5 с электрический ток через автоматический выключатель плавно увеличивают до условного тока расцепления I_r , равного $1,45 I_n$. При указанном испытательном токе автоматический выключатель должен расцепиться в течение условного времени.

Иными словами, при пропуске через главную цепь автоматического выключателя электрического тока, равного $1,13 I_n$, не должно происходить его расцепления в течение одного или двух часов. То есть в таблице 6 стандарта для результата испытания «а» «без расцепления» время нерасцепления должно быть задано следующим образом: $t \leq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) и $t \leq 2$ ч (при $I_n > 63$ А)¹⁶.

Результатом испытания «d» в таблице 6 ГОСТ Р 50345 должно быть указано «расцепление», так как при появлении электрических токов в главных цепях автоматических выключателей, равных $3 I_n$, $5 I_n$ и $10 I_n$, должно происходить их расцепление за время более 0,1 с. Однако здесь следует указать не только минимальное, но и максимальное

¹⁴ В подразделе 7.1 «Диапазон температур окружающего воздуха» ГОСТ Р 50345 указано: «Температура окружающего воздуха не должна превышать 40 °С, а ее среднесуточное значение не должна превышать 35 °С. Нижний предел температуры окружающего воздуха минус 5 °С. Выключатели, предназначенные для эксплуатации при температуре окружающего воздуха выше 40 °С (в частности, в тропических странах) или ниже минус 5 °С, должны либо специально быть спроектированы, либо использоваться согласно указаниям в каталоге изготовителя».

¹⁵ В п. 8.6.3.2 ГОСТ Р 50345 допущена ошибка. В стандарте МЭК 60898 здесь указан знак «+».

¹⁶ В аналогичной таблице 7 стандарта МЭК 60898-1 2003 г. результатом испытания «а» указано: «без расцепления». Пределы времени нерасцепления заданы так: $t \leq 1$ ч (при $I_n \leq 63$ А) и $t \leq 2$ ч (при $I_n > 63$ А). То есть в стандарте МЭК 60898-1 2003 г. анализируемая логическая ошибка устранена.

Таблица 1

Изменение параметров стандартных время-токовых зон автоматических выключателей

Испытание	Тип мгновенного расцепления	Испытательный ток	Начальное состояние	Пределы времени расцепления или нерасцепления	Требуемый результат
d	B	$3,00 I_n$	Холодное	$0,1 \text{ c} < t < 45 \text{ c} (I_n \leq 32 \text{ A})$ $0,1 \text{ c} < t < 90 \text{ c} (I_n > 32 \text{ A})$	Расцепление
	C	$5,00 I_n$		$0,1 \text{ c} < t < 15 \text{ c} (I_n \leq 32 \text{ A})$ $0,1 \text{ c} < t < 30 \text{ c} (I_n > 32 \text{ A})$	
	D	$10,00 I_n$		$0,1 \text{ c} < t < 4 \text{ c} (I_n \leq 32 \text{ A})$ $0,1 \text{ c} < t < 8 \text{ c} (I_n > 32 \text{ A})$	

время, в течение которого автоматические выключатели должны расцепиться. Максимальное время определяется граничными значениями стандартной время-токовой зоны расцепителя сверхтока с обратно-зависимой выдержкой времени, параметры которой представлены в анализируемой таблице для испытаний «а», «b» и «с».

Иными словами, в таблице 6 стандарта для испытания «d» следует указать как минимальное, так и максимальное время расцепления для автоматических выключателей с типом мгновенного расцепления B, C и D при испытательных токах, соответственно равных $3 I_n$, $5 I_n$ и $10 I_n$. Минимальное время соответствует времени мгновенного расцепления, а максимальное время — верхнему пределу стандартной время-токовой зоны расцепителя сверхтока с обратно-зависимой выдержкой времени. Интервал времени расцепления для испытания «d» должен ограничиваться с двух сторон: $0,1 \text{ c} < t < XX \text{ c}$ ¹⁷.

Высказанное предложение также подтверждает информация, которая содержится в изменениях, внесенных в 1996 г. в европейский стандарт EN 60898. Эти изменения уточняют временные параметры стандартных время-токовых зон автоматических выключателей для испытания «d» (таблица 1), а также корректируют методику проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей при испытательных токах, равных $3 I_n$, $5 I_n$ и $10 I_n$.

Проверку влияния однополюсной нагрузки на характеристику расцепления многополюсных автоматических выключателей, предусмотренную требованиями п. 9.10.3 ГОСТ Р 50345, проводить не целесообразно. Проверку влияния температуры окружающего воздуха на характеристику расцепления автоматических выключателей, предусмотренную требованиями п. 9.10.4 ГОСТ Р 50345,

нельзя выполнить без специальной камеры, в которой поддерживают температуру — $5 \text{ }^\circ\text{C}$ и $+ 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому вне испытательной лаборатории можно выполнить только проверку время-токовых характеристик автоматических выключателей, предусмотренную требованиями п. 9.10.1 и 9.10.2 ГОСТ Р 50345.

Для проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей необходимо изготовить испытательный стенд, упрощенная принципиальная схема которого приведена на рисунке.

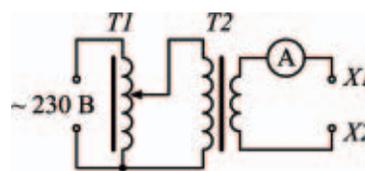


Рис. Принципиальная схема испытательного стенда для проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей:

T1 — автотрансформатор; T2 — понижающий трансформатор; A — амперметр; X1, X2 — выходы испытательного стенда, к которым подключают проверяемый автоматический выключатель

Характеристики автотрансформатора $T1$, понижающего трансформатора $T2$, амперметра, выводов $X1$, $X2$, сечения соединительных проводников, а также параметры других элементов испытательного стенда зависят от максимального значения испытательного тока, который может достигать 3000 A ¹⁸. Поэтому кратко сформулируем общие требования к элементам испытательного стенда.

¹⁷ В таблице 7 стандарта МЭК 60898-1:2003 г., в которой установлены параметры стандартных время-токовых зон, результатом испытания «d» указано «нерасцепление». Предел времени нерасцепления задан в стандарте иначе: $t \leq 0,1 \text{ c}$. Однако подобное задание параметров стандартной время-токовой зоны для испытания «d» имеет логическую ошибку. Автоматический выключатель при предусмотренных стандартом испытательных токах может расцепиться в течение секунды, минуты, часа, суток, недели, месяца и даже года. В таблице 7 стандарта МЭК 60898-2:2003 г. для испытания «d» установлен противоположный результат: «расцепление». Пределы времени расцепления указаны в стандарте корректно: для типа мгновенного расцепления B — $0,1 \text{ c} < t < 45 \text{ c} (I_n \leq 32 \text{ A})$ и $0,1 \text{ c} < t < 90 \text{ c} (I_n > 32 \text{ A})$, для типа C — $0,1 \text{ c} < t < 15 \text{ c} (I_n \leq 32 \text{ A})$ и $0,1 \text{ c} < t < 30 \text{ c} (I_n > 32 \text{ A})$. Таблица 7 ГОСТ Р МЭК 60898.2 устанавливает такие же пределы времени расцепления.

¹⁸ При проведении испытания «e» автоматического выключателя с номинальным током 125 A и типом мгновенного расцепления D через его главную цепь пропускают испытательный ток, равный $20 \times 125 = 2500 \text{ A}$. Если температура окружающего воздуха меньше $30 \text{ }^\circ\text{C}$, испытательный ток увеличивают.

Для обеспечения надлежащей защиты от поражения электрическим током лиц, проводящих испытания автоматических выключателей, понижающий трансформатор Т2 должен соответствовать требованиям ГОСТ 30030 [12], предъявляемым к безопасным разделительным трансформаторам.

Для измерения испытательных токов более 50—100 А амперметр потребуется включать через трансформатор тока.

Стенд необходимо оснастить электронными часами, которые позволяют измерять промежутки времени от 0,01 с до 2 ч. Часы должны измерять промежуток времени от начального момента протекания испытательного тока через главную цепь автоматического выключателя до момента размыкания автоматическим выключателем своих главных контактов.

Рассмотрим методику проведения проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей. Для большей наглядности сформулируем основные параметры этой проверки для автоматического выключателя с номинальным током 16 А и типом мгновенного расцепления С. Температуру окружающего воздуха примем равной 20 °С.

Общие положения. Во время испытаний автоматические выключатели присоединяют к выводам испытательного стенда Х1, Х2. При этом, полюсы многополюсных автоматических выключателей должны быть соединены последовательно.

Если температура окружающего воздуха отлична от контрольной температуры калибровки, равной 30 °С, то испытательные токи, указанные в таблице 6 ГОСТ Р 50345, должны быть увеличены (для более низкой температуры) или уменьшены (для более высокой температуры). Изменение испытательного тока должно быть не более 1,2% на 1 °С отклонения температуры окружающего воздуха от 30 °С. Поправочный коэффициент k_T , учитывающий изменение испытательного тока в зависимости от температуры окружающего воздуха, можно рассчитать следующим образом¹⁹:

$$k_T = 1 + 0,012 (30 - T),$$

где

30 — контрольная температура калибровки, °С;

T — температура окружающего воздуха при испытаниях, °С.

При температуре окружающего воздуха, равной 20 °С, поправочный коэффициент будет равен $k_T = 1 + 0,012 (30 - 20) = 1,12$.

Значения испытательных токов соответственно равны:

испытание «а» — $1,12 \times 1,13 I_n = 1,27 I_n$;

испытание «b» — $1,12 \times 1,45 I_n = 1,62 I_n$;

испытание «с» — $1,12 \times 2,55 I_n = 2,86 I_n$;

испытание «d» — $1,12 \times 5,00 I_n = 5,60 I_n$;

испытание «е» — $1,12 \times 10,00 I_n = 11,20 I_n$.

Перед каждым испытанием вместо автоматического выключателя к выводам испытательного стенда Х1, Х2 подключают резистор, имеющий сопротивление, которое

Таблица 2

Максимальные потери мощности в автоматических выключателях и максимальные сопротивления их полюсов

Номинальный ток, А		Максимальная потеря мощности на один полюс автоматического выключателя, Вт	Максимальное сопротивление одного полюса автоматического выключателя, Ом
от	до включительно		
—	10	3,0	0,083 ²⁰
10	16	3,5	0,035
16	25	4,5	0,018
25	32	6,0	0,010
32	40	7,5	0,007
40	50	9,0	0,006
50	63	13,0	0,005
63	100	15,0 ²¹	0,004
100	125	20,0	0,002

¹⁹ Если отсутствуют значения поправочных коэффициентов, предоставляемых изготовителем автоматического выключателя.

²⁰ Расчет максимального сопротивления одного полюса автоматического выключателя выполнен для наименьшего предпочтительного значения номинального тока, установленного в ГОСТ Р 50345 равным 6 А. Однако выпускают автоматические выключатели, имеющие номинальные токи, которые меньше 6 А, например: 0,16; 0,20; 0,25; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0; 1,6; 2; 3; 4 А. Сопротивление одного полюса автоматического выключателя, имеющего такой номинальный ток, будет существенно больше 0,083 Ом.

²¹ Максимальные потери мощности на один полюс автоматического выключателя при номинальном токе более 63 А отсутствуют в таблице 12 ГОСТ Р 50345. Эти данные заимствованы из таблицы 15 стандарта МЭК 60898-1 2003 г.

<< 26

компьютеру как одного контроллера, так и целой сети контроллеров из 32 штук без применения повторителей на витой паре общей протяженностью до 1, 2 км (при сечении провода $S \geq 0,75 \text{ мм}^2$).

Контроллеры ЭКТ-5-Мх и ЭКТ-10-Мх могут использовать измерительные трансформаторы тока с номинальными токами вторичной обмотки 5А.

Контроллер тока ЭКТ обеспечивает максимально возможно быстрое отключение при коротком замыкании (0, 02—0, 03 сек.).

ЭКТ Заменяют контроллеры распечатителя ЭКР.

ООО СибЭлектроЗащита, ООО

**ГРУППА «ЭЛЕКТРОЩИТ»
ОСВОИЛА ПРОИЗВОДСТВО
ТРЕХФАЗНОЙ
АНТИРЕЗОНАНСНОЙ
ГРУППЫ ЛИТЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ
НАПРЯЖЕНИЯ**

Новинка производства НАЛИ-СЭЩ-6 (10) уже отмечена на нескольких специализированных выставках и пользуется широким спросом у российских энергетиков.

Разработчики ООО «Русский трансформатор» г. Самара постарались объединить все положительные качества известных антирезонансных трансформаторов напряжения (ТН) в единую конструкцию, отвечающую повышенным требованиям надежности и безопасности.

НАЛИ-СЭЩ-6 (10) обеспечивает питание приборов учета электроэнергии, измерительной аппаратуры, релейных (микропроцессорных) защит и автоматики, а также используется для контроля изоляции в сетях 6 (10) кВ. Применяется в комплектных распределительных устройствах внутренней и наружной установки (КРУ) и камерах одностороннего обслуживания КСО.

Изделие состоит из четырех залитых эпоксидным компаундом трансформаторов, закрепленных на установочной раме.

35 >>

равно сопротивлению главной цепи автоматического выключателя. Этот резистор используют для калибровки испытательной цепи. Изменяя с помощью автотрансформатора $T1$ напряжение на первичной обмотке понижающего трансформатора $T2$, устанавливают указанные выше испытательные токи в цепи калибровочного резистора, подключенного к выводам испытательного стенда $X1, X2$.

Приближенную оценку сопротивления главной цепи автоматического выключателя можно выполнить на основе значений максимальных потерь мощности, приведенных в таблице 12 ГОСТ Р 50345.

После калибровки испытательной цепи вместо резистора к выводам испытательного стенда $X1, X2$ подключают проверяемый автоматический выключатель и проводят измерение времени расцепления или нерасцепления.

Испытание «а». К выводам испытательного стенда $X1, X2$ подключают калибровочный резистор и в испытательной цепи устанавливают ток, равный $1,27 \times 16 = 20,3 \text{ А}$. Затем вместо резистора к выводам $X1, X2$ подключают автоматический выключатель. Доброкачественный автоматический выключатель не должен сработать в течение 1 ч.

Испытание «б». По истечении 1 ч ток в испытательной цепи в течение 5 с увеличивают до $1,62 \times 16 = 25,9 \text{ А}$. Доброкачественный автоматический выключатель должен сработать в течение 1 ч.

По завершении испытания «б» автоматический выключатель следует остудить до «холодного» начального состояния, при котором температура проводящих частей автоматического выключателя (прежде всего — температура теплового расцепителя) станет равной температуре окружающего воздуха — $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Испытание «с». К выводам испытательного стенда $X1, X2$ подключают калибровочный резистор и в испытательной цепи устанавливают ток, равный $2,86 \times 16 = 45,8 \text{ А}$. Затем вместо резистора к выводам $X1, X2$ подключают «холодный» автоматический выключатель. Доброкачественный автоматический выключатель должен сработать в течение промежутка времени более 1 с, но менее 60 с.

По завершении испытания «с» автоматический выключатель следует остудить до «холодного» начального состояния.

Испытание «д». К выводам испытательного стенда $X1, X2$ подключают калибровочный резистор и в испытательной цепи устанавливают ток, равный $5,60 \times 16 = 89,6 \text{ А}$. Затем вместо резистора к выводам $X1, X2$ подключают «холодный» автоматический выключатель. Доброкачественный автоматический выключатель должен сработать в течение промежутка времени более 0,1 с, но менее 15 с.

По завершении испытания «д» автоматический выключатель следует остудить до «холодного» начального состояния.

Испытание «е». К выводам испытательного стенда $X1, X2$ подключают калибровочный резистор и в испытательной цепи устанавливают ток, равный $11,20 \times 16 = 179,2 \text{ А}$. Затем вместо резистора к выводам $X1, X2$ подключают «холодный» автоматический выключатель. Доброкачественный автоматический выключатель должен сработать в течение промежутка времени менее 0,1 с.

Заключение. При выполнении испытаний автоматических выключателей часто совершают следующие ошибки:

- во время проведения испытаний при температуре окружающего воздуха менее $30 \text{ }^\circ\text{C}$ не увеличивают значения испытательных токов, указанных в таблице 6 ГОСТ Р 50345. При этом возможно превышение фактического времени расцепления доброкачественного автоматического выключателя относительно нормативного времени расцепления для испытаний «б» и, особенно, «с»;
- во время проведения испытаний многополюсных автоматических выключателей испытательные токи пропускают только через один полюс. При этом возможно превышение фактического времени расцепления доброкачественного автоматического выключателя относительно нормативного времени расцепления для испытаний «б» и, особенно, «с»;

- по завершению испытаний «а» и «б» автоматические выключатели, не приведенные в «холодное» начальное состояние, подвергают испытанию «с». При этом возможно срабатывание доброкачественного автоматического выключателя за промежуток времени менее 1 с;

- во время проведения испытаний автоматических выключателей испытательные токи «регулируют» путем задержки времени его протекания в течение периода. То есть используют тиристоры, которые сильно искажают синусоидальную форму испытательных токов. При этом возможно несовпадение фактического времени расцепления доброкачественного автоматического выключателя с нормативным временем расцепления для испытаний «d» и «e».

Любое отступление от изложенной выше методики проверки время-токовых характеристик автоматических выключателей приводит к некорректным результатам испытаний, на основании которых нельзя установить факт соответствия или несоответствия характеристики расцепления автоматического выключателя требованиям ГОСТ Р 50345.

Литература

1. ГОСТ Р 50030.2–99 (МЭК 60947-2–98). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 2. Автоматические выключатели. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
2. ГОСТ Р 50030.1–2000 (МЭК 60947-1–99). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
3. 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.
4. ГОСТ Р МЭК 60898.2–2006. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков электроустановок бытового и аналогичного назначения. Ч. 2. Выключатели автоматические для переменного и постоянного тока. — М.: Стандартинформ, 2006.
5. International standard IEC 60947-2. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 2: Circuit-breakers. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2006-05.
6. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fifth edition. — Geneva: IEC, 2007-06.
7. International standard IEC 60898. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Second edition. — Geneva: IEC, 1995-02.
8. International standard IEC 60898-1. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. Edition 1.2. — Geneva: IEC, 2003-07.
9. International standard IEC 60898-2. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 2: Circuit-breakers for a. c. and d. c. operation. Edition 1.1. — Geneva: IEC, 2003-07.
10. ГОСТ Р МЭК 60227-1–99. Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Общие требования. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
11. ГОСТ Р 52002–2003. Электротехника. Термины и определения основных понятий. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2003.
12. ГОСТ 30030–93 (МЭК 742–83). Трансформаторы разделительные и безопасные разделительные трансформаторы. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998.

Три однофазных измерительных ТН установлены основаниями в ряд. Они имеют по два вывода первичной обмотки, которые расположены на верхней части трансформатора.

Выводы рассчитаны на полную изоляцию и удалены от заземленных частей для уменьшения токов утечки по корпусу трансформатора.

Четвертый — трансформатор нулевой последовательности (ТНП), закреплен на трех трансформаторах ТН со стороны выводов первичной обмотки. Он выполняет функцию защиты измерительного блока литых трансформаторов при феррорезонансе и перемежающихся дуговых замыканиях на землю.

ТНП имеет три плоских контактных вывода первичной обмотки, электрически связанных между собой внутри трансформатора, и заземляемый вывод О. Три контакта первичной обмотки ТНП соединяются с тремя выводами X, Y, Z измерительных ТН болтовыми соединениями М10, обеспечивая тем самым соединение в «звезду» первичных обмоток ТН. Заземление нейтрали производится через вывод О первичной обмотки ТНП.

Конструкция защищена приоритетом на изобретение «Антирезонансная группа трансформаторов напряжения НАЛИ-СЭЩ-6 (10)», заявка № 2008102548 от 22.01.2008

*ООО Электротехническая
Компания*

ОАО «РЫБИНСКАБЕЛЬ»: ПРЕЗЕНТАЦИЯ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

30 мая 2008 года на Рыбинском кабельном заводе состоялась презентация нового производства. Данное мероприятие было посвящено запуску в цехе №6 второй очереди проекта производства силовых кабелей, начатого в 2006 году. На втором этапе в производство запущены силовые кабели с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ сечением до 240 мм² включительно, сило-



КАК ПОДОБРАТЬ ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ НАЛАДКИ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТАНОВОК

Вид топлива

Существуют группы газоанализаторов, рекомендованные для работы на различных видах топлива. Например, не всякий прибор можно использовать для наладки угольных котлов. С другой стороны, самые «легкие» типы топлива — это природный газ, солярка. Для них можно выбрать любую модель газоанализатора, начиная с самых недорогих, например, Kane 425 или Testo 325M (ориентировочная стоимость комплекта — 27—30 тыс. руб.), а если кроме кислорода (O₂), оксида углерода (CO) и температуры отходящих газов Вы хотите измерять еще и такой важный экологический параметр, как выбросы оксидов азота (NO_x), рекомендуем использовать модель KM940 (ориентировочная стоимость комплекта — 86 тыс. руб.).

Если топливом является мазут, в отходящих газах образуется диоксид серы (SO₂), пагубно влияющий на работоспособность датчика оксида углерода (CO), который установлен на всех моделях газоанализаторов. В связи с этим рекомендуется использовать приборы производства фирмы Testo AG, имеющие датчики CO с защитой от NO_x/SO₂ (ориентировочная стоимость комплекта — от 31 до 300 тыс. руб., в зависимости от того, какие климатические параметры и концентрации каких продуктов горения необходимо измерять). Разумеется, на мазутных котлах возможно использование прибора KM9106 «QUINTOX». Кроме того, газоанализаторы KM940 (ориентировочная стоимость комплекта — 86 тыс. руб) также успешно работают с жидким топливом.



И наконец, самый «тяжелый» вид топлива — уголь черный или бурый. Для установок, работающих на угле, производители газоанализаторов рекомендуют применять газоаналитические системы, имеющие надежную защиту не только по SO₂, но и по пыли, такие как KM9106 «QUINTOX» или Testo 350M/XL (ориентировочная стоимость комплекта — 230-350 тыс. руб., в зависимости от того, какие климатические параметры и концентрации каких продуктов горения необходимо измерять). Следует также отметить, что Testo 350M/XL имеют в составе систему пробоподготовки, включающую в себя охладитель пробы, клапан продувки воздухом, клапан автоматического отключения датчиков при превышении пределов измерений и специальный шланг для более точного измерения концентраций диоксида серы (SO₂) и диоксида азота (NO₂). Впрочем, несмотря на все вышеозначенное, имеются случаи работы на «чистых» небольших угольных котлах дешевых газоанализаторов, таких как Testo 325M (ориентировочная стоимость комплекта — 31—32 тыс. руб).

Вид топливосжигающей установки

Наиболее распространенными объектами для наладки процесса горения являются котлы или печи. Для котлов действительны все приведенные выше рекомендации. Главной особенностью печей (применительно к работе газоанализаторов) является возможное наличие высокого уровня оксида углерода (CO) в отходящих газах. В связи с этим рекомендуем подбирать следующие газоанализаторы с соответствующим (расширенным) диапазоном измерения.

2.1. Модель Testo 330—2, имеющая встроенную функцию разбавления пробы с автоматическим расширением диапазона измерения CO до 3% (ориентировочная стоимость комплекта — 80 тыс. руб).

2.2. Модель Testo 335, имеющая встроенную функцию разбавления пробы с автоматическим расширением диапазона измерения CO до 5% (ориентировочная стоимость комплекта — 100 тыс. руб).

2.3. Модели Testo 350M/XL, имеющие функцию разбавления пробы с большим коэффициентом, увеличивающую диапазон измерения CO до 40% (ориентировочная стоимость комплекта — 260-350 тыс. руб., в зависимости от того, какие климатические параметры и концентрации каких продуктов горения необходимо измерять).

2.4. Модель KM9106 «QUINTOX», имеющая как дополнительную опцию датчик для измерения высоких концентраций CO — до 10% (ориентировочная стоимость комплекта — 230 тыс. руб).

Размеры и мощность котла

Для наладки небольших (как правило, импортных) котлов (ориентировочная мощность до 2000 кВт, обращая внимание, что цифра дана очень приблизительно, и дело не всегда в ней) возможно использовать любые модели газоанализаторов, с учетом критериев, изложенных выше. При работе с большими промышленными котлами (типа ДЕ, ДКВр, КВЕ и др.) не рекомендуется применять газоанализаторы со «слабыми» трактами, такие как Testo 325M или Капе 425. «Минимальный вариант» для больших котлов — прибор KM940 с зондом длиной 1000 мм (ориентировочная стоимость комплекта — 86 тыс. руб).

По материалам компании «Энерготест»

вые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение до 1 кВ, а также самонесущие изолированные провода.

Торжественную церемонию открыл генеральный директор ОАО «Рыбинскабель» Старцев Дмитрий Викторович, отметивший огромную важность данного события для дальнейшего процветания и развития завода. «Вкладывая сегодня средства в новые технологии и оборудование, мы создаем определенный запас прочности на будущее», — сказал Дмитрий Викторович. Почетные гости завода, среди которых были представитель областного Департамента промышленности и транспорта Шиманаев Е.Н. и зам. главы г. Рыбинска по ЖКХ, транспорту и связи Поляков С.Г., также поздравили кабельщиков со столь значимым событием и пожелали непрерывного роста и успешного завершения программы модернизации производства.

После торжественного перерезания красной ленточки была проведена экскурсия по заводу, в ходе которой гости предприятия смогли наблюдать за процессом изготовления силовых кабелей, последовательностью технологических операций и безукоризненной работой современного оборудования. Также по плану экскурсии гости посетили недавно отстроенный цех № 7, где устанавливается оборудование для производства силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на среднее напряжение.

www.rkz.ru

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ АКТАКОМ АТК-2109 И АТК-2250 ВНЕСЕНЫ В ГОСРЕЕСТР.

АТК-2109 Актаком — Универсальные токовые клещи для измерения постоянного/переменного тока до 1000А профессионального уровня с автоматическим выбором диапазонов, пик-детектором и встроенным мультиметром.



**А. Романюк,
промышленно-строительное
обозрение**

МИНИ-ТЭС — ВОПРОС ВЫБОРА

Мини-ТЭС, обеспечивающие производство двух видов энергии — электрической и тепловой одновременно, пользуются все большим интересом у потенциальных потребителей.

Но получить необходимые согласования и разрешения на их установку не так-то просто.

Растущее количество энергопотребителей требует развития относительно дешевых, компактных, автономных и универсальных энергоисточников. Одним из таких вариантов являются автономные энергоустановки с комбинированной выработкой тепла и электричества.

Путь к независимости

— Когенерационная установка — это новый шаг в развитии теплоэнергетики, — уверена специалист департамента энерго-, теплообеспечения компании «Генерация» (Екатеринбург) Ольга Соколова. — Мини-ТЭС предназначены для комбинированного производства электрической энергии переменного тока частотой 50 Гц и тепловой энергии в виде горячей воды или пара.

Использование этого оборудования позволяет потребителю стать независимым от перебоев электроэнергии или ее нехватки, одновременно получая автономное теплообеспечение. С учетом тенденции ежегодного роста стоимости электрической энергии применение когенератора дает значительный экономический эффект — снижение затрат на тепло- и электроэнергию до 2,8 раза. Окупаемость установки составляет от 2 до 5 лет при сроке эксплуатации 25—30 лет.



Основными достоинствами мини-ТЭС являются:

- комбинирование процесса производства электроэнергии и тепла;
- низкая стоимость единицы тепловой и электрической мощности;
- качество и бесперебойность энергоснабжения;
- соответствие европейским экологическим стандартам;
- низкий срок окупаемости и большой ресурс энергоблока.

Мини-ТЭС состоит из четырех основных частей: двигателя, генератора, теплообменников для утилизации тепла системы охлаждения и отходящих газов и средств контроля и управления. Технологическое оборудование для утилизации тепла включают в себя котлы — утилизаторы отработавших газов, радиаторы, теплообменники и катализаторы.

Средства автоматики обеспечивают надежную работу установки в диапазоне рабочих режимов и достижение наиболее эффективных характеристик в течение всего срока службы. Работа установки может осуществляться в автоматическом режиме.

В качестве двигателя мини-ТЭС могут использоваться поршневой двигатель (внутреннего сгорания), газовая турбина, паровая турбина, а также их комбинации.

С использованием небольших паровых турбин можно создавать мини-ТЭС на базе уже действующих паровых котлов, давление пара на выходе из которых значительно выше, чем необходимо для промышленных нужд. Давление понижается с помощью специальных устройств, что ведет к непроизводительной потере энергии — до 50 кВт на каждую тонну пара. Установив параллельно устройству турбогенератор, можно получать более дешевую электроэнергию. Несмотря на удачную технологию, парогазовые установки сейчас пользуются меньшим спросом, чем поршневые и газотурбинные.

Вопрос выбора

Двигатели внутреннего сгорания применяются для привода автономных электростанций, которые часто используются в качестве резервных источников электроэнергии или в местностях, где отсутствует централизованное энергоснабжение. При оснащении теплообменным оборудованием или котлом-утилизатором они преобразуются в мини-ТЭС, при этом для отопления и горячего водоснабжения используется тепло выхлопных газов, а в моделях с глубокой утилизацией — еще и тепло систем охлаждения и смазки. В механическую работу преобразуется около трети энергии топлива. Остальная ее часть превращается в тепловую.

Кроме дизельных двигателей внутреннего сгорания используются также газовые и газодизельные. Первый может быть оборудован несколькими карбюраторами, что дает возможность работать на нескольких сортах газа. А так называемые газодизели одновременно с газом потребляют до 10% дизтоплива, в аварийном же режиме переходят с газа на солярку.

В связи с более высокой ценой на дизтопливо себестоимость энергии, вырабатываемой газовыми установками, является наиболее низкой, а дизельными — наиболее высокой.

Как отмечают эксперты, поршневые двигатели не рекомендуется применять при потребности в получении большого количества теплоносителя с температурой более 110°C, при большой потребляемой мощности, а также при ограниченном числе пусков. В таких случаях мини-ТЭС с газовыми двигателями внутреннего сгорания оказываются эффективнее и экономичнее газотурбинных установок. Однако общие эксплуатационные затраты поршневых машин, в частности стоимость запасных частей, оказываются на 30—40% ниже газотурбинных, хотя техническое обслуживание двигателей внутреннего сгорания проводится чаще.

— Газопоршневые теплоэлектростанции также широко применяют в качестве резервного источника электро- и теп-



лообеспечения, — объясняет Ольга Соколова. — В отличие от раздельно используемых энергетических установок и котлов номинальный общий КПД когенератора увеличивается до 92%.

На российском рынке представлены газовые установки на базе двигателей внутреннего сгорания электрической мощностью от 8 кВт до 5 МВт. Их электрический КПД составляет порядка 40%, а общий коэффициент использования топлива достигает 90%.

— Все крупные производители двигателей внутреннего сгорания имеют газо-поршневые машины, — поясняют специалисты ООО «Петербургтеплоэнерго». — Ведь не так сложно модернизировать дизельный двигатель, доработав его газовыми редукторами.

Так, например, газовые энергетические установки на базе двигателей собственного производства выпускает Caterpillar Inc (США), системы бесперебойного энергоснабжения, в том числе когенераторные и тригенераторные установки электрической мощностью от 10 до 1500 кВт на базе двигателей Volvo, Perkins и Ford, поставляет на российский рынок компания Elteco (Словакия). Среди других зарубежных поставщиков Jenbacher AG (Австрия), Spark Energy (Италия), DEUTZ AG (Германия), Waukesha и Cummins (США), Wilson (Англия).

Среди российских производителей, выпускающих подобное оборудование, ОАО «Барнаултрансмаш» (Барнаул), ЗАО «Волжский дизель имени Маминых» (Саратовская обл.), ОАО «Звезда» (Санкт-Петербург), АО «ПУМО» (Нижний Новгород) и пр.

Газовые энергоагрегаты на базе российских дизельных двигателей выпускает ООО «Эконефтегаз» (Москва). Когенерационные установки на базе мотор-генераторов CHIDONG выпускает ПГ «Генерация».

Широко используются в энергетике газотурбинные двигатели, несмотря на то что они уступают поршневым по размеру удельных капложений в производство электрической и тепловой энергии (около 20%).

Основные части газотурбинного двигателя — газогенератор и силовая турбина, они размещаются в одном корпусе. Газогенератор включает в себя турбокомпрессор и камеру сгорания, где создается высокотемпературный поток газов, который воздействует на лопатки силовой турбины. За счет утилизации тепла выхлопных газов с помо-

<< 37

АТК-2250 Актаком — Надежные, мощные токовые клещи с расширенным диапазоном токов (до 2,5 кА) для работы в силовых электроэнергетических установках. Максимальный размер охвата для шины — 65x24 мм, диаметр охвата — 55 мм. Имеют аналоговый выход и могут использоваться как автономный прибор или в составе измерительного комплекса. Частотный диапазон измеряемых токов и напряжений расширен до 1 кГц.

Номер в ГР №37628—08.

Номер сертификата №31379.

Срок действия сертификата до апреля 2013 года.

www.electronshik.ru

ИТЭЛМА-РЕСУРС ПРЕДСТАВИЛА НОВУЮ МОДУЛЬНУЮ СИСТЕМУ ЭНЕРГОУЧЕТА

По данным компании «ИТЭЛМА-РЕСУРС», ежегодный рост рынка приборов учета энергоресурсов составляет до 100%. Высокие темпы развития отрасли обусловлены потребностями промышленности и сферы ЖКХ в организации эффективного энергоменеджмента: рациональное управление ресурсами позволяет российским предприятиям минимизировать издержки на производство, что, в свою очередь, способствует повышению их конкурентоспособности.

Однако, несмотря на значительное число предложений изготовителей приборов учета энергоресурсов, организации, заинтересованные в их установке, зачастую сталкиваются с рядом трудностей. Одной из них является узкая специализация производителей оборудования и отсутствие комплексных предложений, влекущие необходимость поиска компанией нескольких партнеров, у которых можно приобрести требуемую продукцию. Другими факторами, осложняющими процесс покупки и установки оборудования, являются длительность периода согласования условий эксплуатации приборов в соответствии

щью теплообменника, водогрейного или парового котла-утилизатора обеспечивается тепловая производительность.

Значительная часть газотурбинных теплоэлектростанций малой и средней мощности создана на базе авиационных и судовых двигателей, но существуют также установки, изначально разработанные как энергетические.

Средняя удельная стоимость строительства мини-ТЭС составляет 1—1,1 тыс. евро за 1 кВт установленной мощности, а срок окупаемости — 3—5 лет.

Газотурбинные установки выпускаются электрической мощностью от 0,8 до 30 МВт. Нижний уровень обусловлен неэффективностью менее мощных теплоэлектростанций данного типа, верхний не является конечным, поскольку автономная станция может включать несколько энергоблоков. Коэффициент использования топлива (КИТ) при полной утилизации тепла достигает 85%, а электрический КПД — около 30%.

— Такие установки производят многие западные компании, такие как Алфа-Лаваль, Бинке (США), — рассказывает **председатель энергетической секции «Союзпетрострой» Яков Абугов**. — Есть и российские производители — их уже больше десятка. Первыми начали выпуск газотурбинных установок бывшие оборонные заводы в Перми, Екатеринбурге, Петербурге. Например, Турбомоторный завод, «Звезда», Опытный завод Турбинного института и пр.

— Для эффективной работы единичная мощность газопоршневой машины должна составлять от 1 МВт, газотурбинной — от 100 кВт, — уверен Вячеслав Бузин, заместитель генерального директора по перспективному развитию ООО «Петербургтеплоэнерго». — Средняя удельная стоимость строительства мини-ТЭС составляет 1—1,1 тыс. евро за 1 кВт установленной мощности, а срок окупаемости — 3—5 лет.

Согласовать и утвердить

Несмотря на привлекательность мини-ТЭС, многие специалисты отмечают, что основная сложность, препятствующая их широкому применению (помимо высокой их стоимости), связана с получением разрешений на их установку.

— В нашем городе теплоэнергетика контролируется правительством Санкт-Петербурга, — поясняет Вячеслав Бузин, заместитель генерального директора по перспективному развитию ООО «Петербургтеплоэнерго». — Обзавестись собственными источниками тепло- и электроснабжения, чтобы не зависеть от энергетиков и не платить лишних денег, хотят многие, однако это возможно только при отсутствии технической возможности централизованного тепло- и электроснабжения.

Сейчас Комитетом по энергетике и инженерному обеспечению администрации Петербурга проводится продуманная и технически грамотная политика в области тепло- и электроэнергетики, и районов, испытывающих дефицит в тепловой и электрической энергии, практически нет. Поэтому получить разрешение КЭиО на строительство собственного локального источника энергоресурсов возможно только при наличии отказов от тепло- и электроснабжающих организаций.

Но предприятия, если они активно развиваются при дефиците тепловой энергии в их районе, могут получить разрешение на строительство собственной мини-ТЭС или котельной. И такую возможность — установить собственный источник тепло- и электроснабжения — стремятся получить многие компании.

Им это выгодно с точки зрения автономности, качества тепло- и электроснабжения и экономии, так как стоимость присоединения дополнительной мощности «Ленэнерго» примерно равна стоимости строительства локального источника. Но при этом предприятие получает собственную электростанцию, которую нужно будет только обслуживать и покупать для нее газ. И хотя капитальные вложения в создание мини-ТЭС в разы больше, чем котельной, если учесть оплату услуг за присоединение к сетям «Ленэнерго», то разница нивелируется. При этом строительство собственной мини-ТЭС выгоднее, поскольку с нее можно получить два вида энергии — электричество и тепло.

86 >>



**С. Федоров,
директор
ООО «Манометр-Терма»**

УСТРОЙСТВА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ГАЗОВ ИЗ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Поведение однотипных систем отопления или холодоснабжения после запуска может кардинально отличаться. Это связано с различным качеством воды и материалов систем, особенностями сервисного обслуживания, соблюдением или игнорированием режимов эксплуатации.

Количество физических параметров, определяющих режим эксплуатации, как правило, невелико: давление, температура и скорость потока теплоносителя. При необходимости достаточно просто организовать мониторинг и поддержку этих параметров вручную или с помощью автоматики.

Качество теплоносителя (в большинстве систем — воды) связано с наличием в нем микропримесей и газов. Измерить их содержание и дать рекомендации с учетом используемых в системе материалов могут лишь квалифицированные специалисты. Из-за большого количества вариантов нет общих рецептов решения возможных проблем. Существуют различные схемы и аппараты для умягчения, обезжелезивания, декарбонизации, ингибирования и т.д. В большинстве методов используются химические процессы снижения концентраций, связывания или защиты поверхности систем. Примерно половина проблем эксплуатации связана с наличием газов внутри систем. В России эти проблемы осложняются разгерметизацией систем при ежегодных профилактических работах. После этого процессы коррозии усиливаются многократно, а время дегазации крупных объектов даже с использованием специальных устройств может длиться несколько месяцев.

Большая часть проблем, связанная с газами, обусловлена присутствием в теплоносителе кислорода, азота

и углекислого газа. Концентрация кислорода и углекислого газа решающим образом влияет на скорость процессов коррозии. От концентрации азота во многом зависит появление воздушных пробок, эффективность работы радиаторов и регулирующих вентилей на верхних этажах, появление шумов, скорость эрозии металлических поверхностей, эффективность работы насосов. В условиях систем тепло- и водоснабжения азот ведет себя как инертный газ, поэтому при наличии доступных химических методов связывания кислорода и углекислого газа не существует простых способов удаления азота с помощью химических реакций. Также нужно отметить, что использование химических методов связано с необходимостью регулярного мониторинга концентраций добавок и ответственностью за безопасность.

Появившиеся в последнее время устройства с физическими механизмами удаления газов привлекают своей универсальностью (удаляются все газы), простотой и надежностью, отсутствием расходных материалов и минимальным уровнем необходимого сервиса. В первую очередь речь идет о сепараторах для удаления газов и шлама и малогабаритных вакуумных деаэраторах.

Попадание газов в систему

Можно выделить следующие основные каналы, по которым газы попадают в систему [1]:

- поступление с водой подпитки;
- через расширительные и аккумуляторные баки;
- диффузия через пластиковые трубы;
- через фитинги и штоки арматуры;
- через воздухоотводчики (при отрицательном давлении).

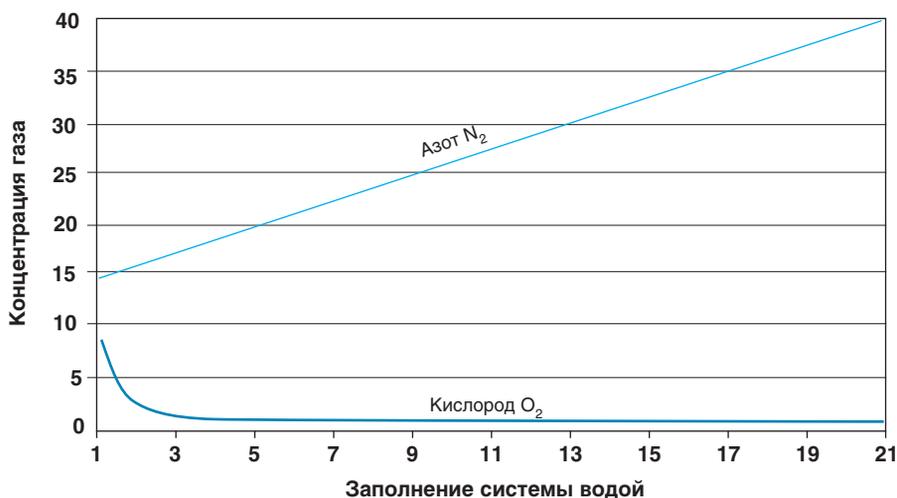


Рис. 1. Изменение концентрации азота N₂ и кислорода O₂ при заполнении системы

Диффузионные потоки через мембраны и пластик, как правило, недооцениваются при анализе влияния поступающих за счет этого механизма газов. Для закрытых систем этот механизм может оказаться основным после стабилизации работы системы.

Концентрация компонентов газов в недеаэрированной водопроводной воде зависит от местных условий и может находиться в диапазонах 2—14 мг/л для кислорода (O₂), 0—40 мг/л для углекислого газа (CO₂) и на уровне примерно 20 мг/л для азота (N₂).

При начальном заполнении системы водой атмосферный воздух вытесняется, а в оставшихся пробках воздух находится при повышенном давлении. При этом концентрация растворенных в воде подпитки газов повышается, поскольку часть воздуха из пробок растворяется в воде при повышении давления (рис. 1). Однако затем концентрация вступающего в реакцию кислорода достаточно быстро снижается, а концентрация нейтрального в этих условиях азота без специальных мероприятий практически не меняется [2]. Конечные концентрации газов в воде будут зависеть от трех параметров: скорости поступления газов в систему, эффективности устройств дегазации и свойств самой системы, в частности скорости процессов коррозии, объема и геометрии системы и т.д. Пороговым уровнем, определяющим наличие потенциальных проблем с коррозией, является концентрация кислорода выше 0,1 мг/л. В теплосетях с открытым водоразбором для горячего водоснабжения концентрация кислорода в основном определяется состоянием устройств деаэрации, обрабатывающих большие объемы воды подпитки.

В закрытых системах основным каналом поступления газа может оказаться диффузия газов через эластичные мембраны баков или пластиковые трубы. Диффузионные потоки газов в жидкость через мембрану и пластик опреде-

ляются парциальными давлениями газов с каждой стороны, а не общими давлениями газа и жидкости и их перепадом с обеих сторон. При контакте газов с водой концентрация растворенного газа С_{равн.} в жидкости в равновесии определяется законом Генри:

$$C_{\text{равн.}} = LP, \quad (1)$$

где

L — константа Генри,

P — парциальное давление данного газа в воздухе над жидкостью.

Если концентрация газа в жидкости в данный момент меньше равновесной, газ будет поглощаться до насыщения, то есть до достижения величины С_{равн.}. Если между газом и жидкостью появляется мембрана, соотношение (1) по-прежнему будет определять соответствие парциального давления газа с одной стороны мембраны и его равновесную концентрацию в жидкости.

Величины потоков газов через мембрану зависят от того, насколько далеки концентрации газов в жидкости от равновесных, а также от проницаемости мембран. Таким образом, газ может интенсивно диффундировать через мембрану из атмосферы с общим давлением 1 бар в воду, находящуюся под давлением несколько бар. Именно так обстоит дело с кислородом, который, попадая в теплоноситель системы, интенсивно вступает в реакцию с металлической поверхностью. При этом концентрация кислорода становится ниже равновесной, обеспечивая условия для постоянной диффузии извне.

Наглядный пример натекания газа через пластиковые трубы представлен на рис. 2. Концентрация кислорода в потоке предварительно деаэрированной воды, проходящем по силиконовым шлангам разной длины, на выходе прямо пропорциональна их длине [3]. Производители пластиковых труб часто предлагают варианты с разной степенью

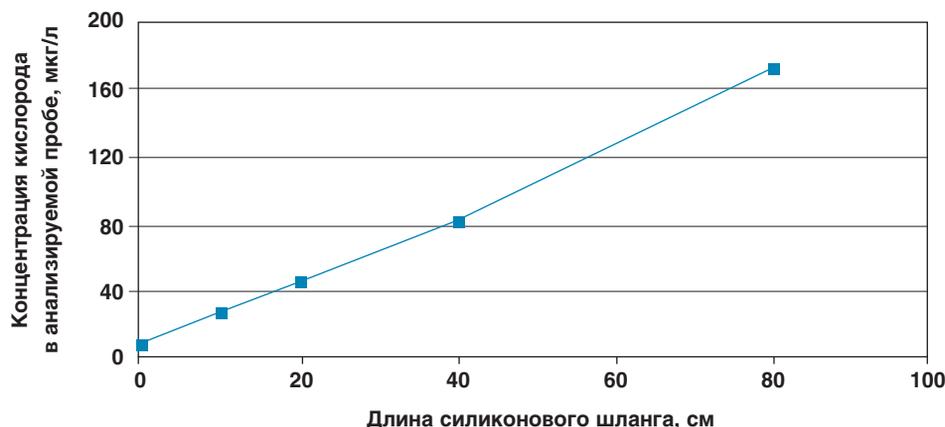


Рис. 2. Изменение концентрации кислорода в воде в зависимости от длины силиконового шланга

защиты от диффузионного натекания. В большой степени проблема диффузионного натекания относится к системам с контуром теплого пола. При этом не играет большой роли размещение труб в пористом растворе пола.

Косвенным признаком такой диффузии является снижение давления газовой подушки в процессе работы баков. Скорость диффузии газов из воздушной подушки баков растет с увеличением давления. В некоторых напорных баках скорость диффузии газов настолько велика, что через полгода-год давление газа в подушке падает так, что бак перестает сглаживать давление. В этом случае при каждом цикле «сжатие — расширение» свежая вода закачивается через блок подпитки или вода системы стравливается через клапан максимального давления.

Большинство баков небольшого и среднего объема для систем отопления имеют конструкцию, в которой мембрана делит объем бака на две части. Величины растяжения мембран в баках такой конструкции значительно выше 100%, что определяет достаточно быстрый износ мембраны. В качестве материала мембран в таких баках большинство производителей используют материал EPDM, обладающий хорошей эластичностью и температурным диапазоном, но имеющий высокую проницаемость для газов.

Кроме EPDM используется более дорогой бутил с существенно меньшей, чем у EPDM проницаемостью для газов (примерно в 12 раз для кислорода). Поэтому мембраны из бутила применяются, как правило, в баках большего объема с мембраной в виде камеры [4]. Благодаря своей конструкции баки с бутиловыми камерами имеют большую надежность (небольшие деформации, изоляция теплоносителя от металла) и меньшую проницаемость для газов.

Состояние газов в системе

Любая система содержит внутри себя смесь теплоносителя и газов. Газы могут находиться в воде в виде воздушных полостей, пузырьков, микропузырьков и в растворенном состоянии. В процессе заполнения системы газы

собираются в верхних зонах, вытесняя воду. Если удаление воздуха не организовано как следует, там образуются воздушные пробки.

Концентрация растворенного в воде газа в равновесии определяется законом Генри и зависит от температуры и давления газа у поверхности жидкости. Таким образом, в зонах существования пробок газ и жидкость находятся в почти равновесном состоянии. При снижении давления или увеличении температуры газ выходит из жидкости в виде пузырьков. При увеличении давления или снижении температуры газ растворяется в жидкости. Так как вода циркулирует внутри системы, попадая по пути в зоны с разным давлением и температурой, воздух внутри нее может переходить из растворенного состояния в пузырьковое и наоборот. Пузырьки переносятся в потоке теплоносителя. В большинстве случаев турбулентный поток достаточно силен и практически не дает возможности микропузырькам всплывать. По отдельности микропузырьки практически не заметны и в массе кажутся молочной смесью. Они имеют тенденцию прилипать и объединяться друг с другом на твердой поверхности [5].

Удаление газов из системы

Вопросы деаэрации особенно актуальны в сложных разветвленных системах с большими объемами теплоносителя и непростой геометрией, например в высотных зданиях, системах с протяженными коммуникациями, в том числе с пластиковыми трубами. Наличие большого количества локальных возвышений и потенциальных источников газа усложняет задачу.

Грамотно спроектированная и смонтированная система, как правило, сама удаляет большую часть воздуха в течение короткого времени после запуска и обеспечивает низкие концентрации воздуха внутри в процессе работы. Устройство деаэрации снижает концентрацию газа в потоке воды в данном месте, вода в данной точке становится ненасыщенной (т. е. способной поглощать

газ). Циркулируя и переходя далее в зону с воздушной пробкой, вода поглощает газ. Порция поглощенного газа в свою очередь удаляется из воды в точке установки деаэратора.

К наиболее распространенным устройствам дегазации относятся воздухоотводчики, сепараторы и деаэраторы. В статье обсуждается применение воздухоотводчиков, сепараторов и малогабаритных вакуумных деаэраторов.

Воздухоотводчики

Предназначены для стравливания воздуха при заполнении системы водой и удаления воздушных полостей и пробок в процессе работы в месте установки. Воздухоотводчики размещаются в верхних точках системы, в местах локальных возвышений и на радиаторах. При удалении воздушных пробок концентрация газа в воде практически не снижается, поскольку приборы не предназначены для извлечения микропузырьков или растворенного газа из теплоносителя. В сложных системах невозможно установить воздухоотводчики во всех точках локальных возвышений, поэтому наличие даже большого количества приборов не гарантирует удаление пробок [6, 7].

Наряду с баками, воздухоотводчики являются уязвимыми элементами. В сложных системах с большим количеством воздухоотводчиков, установленных в труднодоступных для обслуживания и инспекции мес-



Рис. 3. Автоматический поплавковый воздухоотводчик



Рис. 4. Сепараторы различного типа
а) воздуха; б) шлама; в) комбинированный сепаратор

тах, сложно оценить качество их работы и состояние. Дешевые модели, как правило, слабо защищены от блокирования грязью и механическими частицами. В случае попадания частиц на поверхность клапана (рис. 3) прибор становится источником течи. Автоматические поплавковые воздухоотводчики удаляют воздушные пробки и пузыри по мере их появления в автоматическом режиме. Воздухоотводчики этого типа обеспечивают большую герметичность и лучше защищены от попадания грязи.

Сепараторы для удаления воздуха и шлама

Сепараторы обеспечивают удаление микропузырьков воздуха и шлама из потока воды и объединяют в себе функции воздухоотводчиков, фильтров и — до некоторой степени — деаэраторов. Сепараторы не требуют расходных материалов, энергии и сервисного обслуживания, они работают несколько десятков лет, имеют простую и надежную конструкцию без движущихся частей. За несколько десятилетий с момента изобретения сепараторы стали стандартным элементом в котельных, тепловых сетях и системах охлаждения.

Универсальный сепаратор представляет собой металлический баллон с воздухоотводчиком наверху, вентилем для сброса шлама внизу и неподвижным механическим сепарирующим элементом внутри. Элемент внутри сепаратора обеспечивает быструю транспортировку микропузырьков наверх и осаждение нерастворимых частиц внизу при прохождении потока воды через сепаратор. Сепараторы различных фирм, как правило, отличаются разным типом сепарирующих элементов. Одним из наиболее эффективных элементов является лепестковая спираль с профилированной поверхностью из нержавеющей стали, установленной вертикально вдоль сепаратора.

Автоматический поплавковый воздухоотводчик сепаратора выводит накапливающийся наверху воздух, а периодическое удаление шлама осуществляется вручную с помощью шарового вентиля внизу сепаратора. В обоих случаях система не разгерметизируется. При начальном заполнении системы водой большие воздушные пузыри быстро удаляются с помощью специального вентиля в корпусе воздухоотводчика. Сепараторы устанавливаются вертикально. В соответствии с функциями существуют три типа сепараторов (рис. 4).

По производительности сепараторы разделяются на промышленные (потоки 5—2000 м³/ч, разборный/неразборный корпус) и сепараторы для небольших объектов (потоки до 5 м³/ч, латунный корпус). Все сепараторы из латуни собираются из базовых элементов и легко трансформируются.

Эффект глубокой очистки от шлама и дегазации достигается за счет неоднократного прохождения жидкости через сепаратор при циркуляции. Таким образом, сепараторы используются только в циркуляционной схеме. С помощью

Таблица 1

Назначение сепараторов различного типа

Сепараторы воздуха	Удаление микропузырьков из жидкости, устанавливаются в точках системы с максимальной температурой
Сепараторы шлама	Удаление нерастворимых частиц (шлама) из жидкости, устанавливаются в начале контура циркуляции или перед устройствами, которые нужно защитить от шлама
Комбинированные сепараторы воздуха и шлама	Одновременное удаление воздуха и шлама, удаление воздуха имеет приоритет по сравнению с функцией удаления шлама

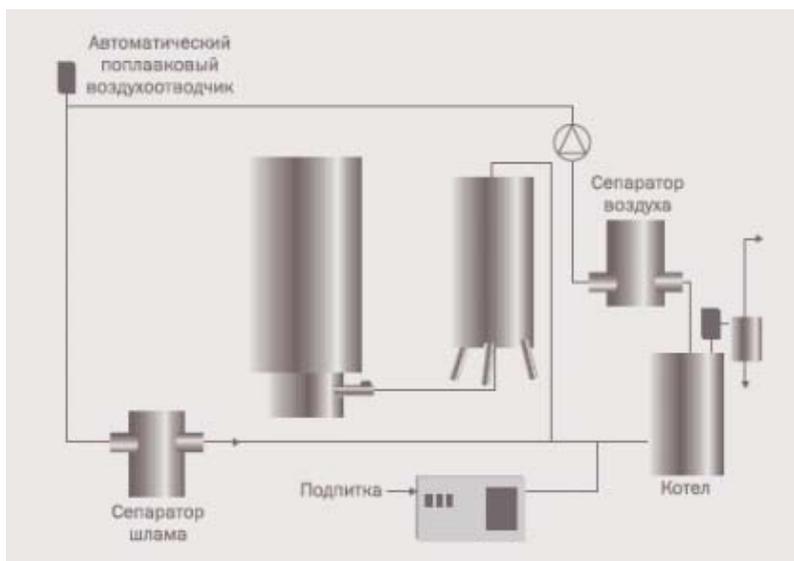


Рис. 5. Оптимальное расположение сепараторов в системе отопления

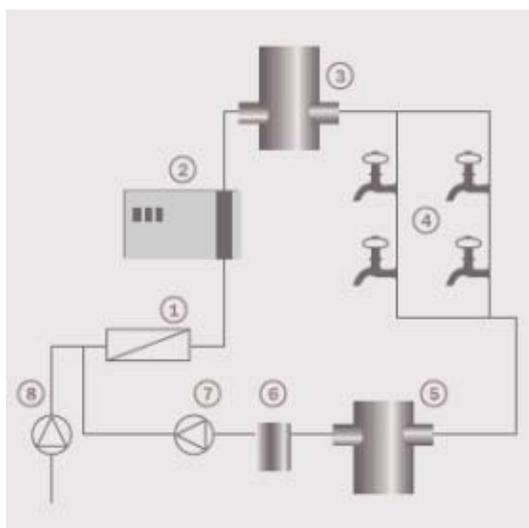


Рис. 6. Применение сепараторов в системе ГВС
 1 — теплообменник; 2 — «электронный умягчитель»; 3 — сепаратор воздуха; 4 — краны; 5 — сепаратор шлама; 6 — дозирующий насос; 7 — циркуляционный насос; 8 — повысительный насос

сепараторов можно добиться быстрого и практически полного удаления шлама с размером частиц до 10 мкм. Их гидравлическое сопротивление в процессе работы близко к нулю и практически не меняется.

Эффект применения сепараторов зависит от грамотного выбора места инсталляции. Для оптимальной работы воздухоотводчиков и сепараторов в качестве устройств дегазации необходимо учитывать, что воздухоотводчики предназначены для удаления воздушных пузырей и пробок, а сепараторы, помимо этого, улавливают микропузырьки и механические частицы непосредственно из потока и удаляют их из системы. Так как сепараторы удаляют воздух, находящийся в микропузырьковом состоянии, для дегазации их необходимо устанавливать в тех зонах, где возможно образование микропузырьков. Эффективность применения микропузырьковых сепараторов для дегазации увеличивается при снижении статической высоты и увеличении температуры в точках их размещения. Сепараторы для удаления воздуха рекомендуется устанавливать после котлов или источников тепла в системах отопления либо в нагретом обратном потоке в системах охлаждения в наиболее высоких точках (рис. 5). Если скорость коррозии невелика, сепараторы могут удалять значительный объем кислорода. Таким образом, сепараторы полностью решают проблему завоздушивания и шумов, снижают скорость коррозии. Конечная концентрация газов будет равна величине равновесной концентрации в точке установки сепаратора при данных температуре и давлении.

Сепараторы шлама обычно устанавливаются перед прибором, который надо защитить от грязи или в начале контура циркуляции (на рис. 5 — слева от котла). При достаточной скорости циркуляции, когда большая часть нерастворимых частиц переносится в потоке, можно добиться практически полной очистки от шлама всей систе-

мы. Удаление шлама также снижает скорость коррозии, так как исключаются очаги ее образования. В системах горячего водоснабжения, а также в средних и крупных системах отопления часто используются дополнительные устройства защиты от коррозии и накипи. Традиционным является использование дозирующих устройств. Аппараты вносят химические реагенты пропорционально объему воды подпитки для связывания кислорода и углекислоты, а также для осаждения накипи и защиты поверхности от коррозии. Возможно также применение электромагнитных аппаратов [8].

На рис. 6 показан электронный ингибитор накипи. В обоих случаях процессы зачастую сопровождаются выпадением механических частиц и образованием газов. Особенно интенсивно идет образование шлама при удалении старых отложений. В этом случае установка в циркуляционном контуре сетчатых или картриджных фильтров связана с риском блокировки циркуляционного потока, даже если используются дорогостоящие промывные фильтры с автоматическим контролем. Применение сепараторов для дегазации (в верхней точке системы, рис. 6) и удаления шлама (внизу перед циркуляционными насосами или теплообменниками) позволяет достаточно просто избавиться от многих подобных проблем.

Сегодня сепараторы являются наиболее простым и эффективным устройством, удаляющим газы и шлам из циркуляционных контуров без разгерметизации систем и без риска блокировки циркуляционного потока. Сепаратор не может забиться грязью, его сопротивление практически не меняется. При удалении старых отложений продуктов коррозии и появлении в воде железосодержащих частиц особенно эффективно применение сепараторов с магнитными ловушками. Сепараторы для защиты котельных и магистральных труб большого диаметра можно устанавливать на байпасных линиях для обработки 15—20% потока.

Основными параметрами при выборе типоразмера является скорость движения теплоносителя через сепаратор и величина потока Q ($\text{м}^3/\text{с}$). Типоразмер сепаратора определяется диаметром присоединения в мм, который в виде чисел входит в обозначение марки сепаратора. Оптимальная скорость потока для сепарации — 1 м/с, однако промышленные сепараторы обеспечивают хорошие результаты в интервале скоростей от 1 до 3 м/с.

Малогабаритные вакуумные деаэраторы (МВД)

Компактные вакуумные деаэраторы с электронным управлением (рис. 7), разработанные в середине девяностых годов в ряде стран, обеспечивают надежное удаление всех газов внутри отопительных систем, котельных, систем охлаждения и водоснабжения с небольшими объемами подпитки. Такие деаэраторы не требуют сервисного обслуживания, расходных материалов и пара. Как правило, работа малогабаритных вакуумных деаэраторов включает следующие операции:

- порция воды закачивается в рабочую камеру деаэратора и изолируется на некоторое время;
- в рабочей камере с помощью встроенного в деаэратор вакуумного насоса создается разрежение — давление — 1 атм;
- для увеличения скорости дегазации внутри деаэратора организуется внутренний циркуляционный поток, расщепляемый на струи;
- растворенный воздух переходит в микропузырьки и скапливается наверху;
- воздушная подушка стравливается через воздухоотводчик из рабочей камеры деаэратора;
- деаэрированная порция воды поступает в систему.

Бывают модели для дегазации теплоносителя в системе (отопления или охлаждения) и со встроенными блоками подпитки. Деаэраторы первого типа рассчитаны только на деаэрацию воды в системе — деаэратор многократно обрабатывает воду в течение заданного интервала времени или до достижения в ней нужной концентрации. Модели второго типа оснащены дополнительными блоками, в которых вода подпитки обрабатывается однократно и поступает в систему. Остальное время деаэратор обрабатывает воду системы так же, как модели первого типа. В этом случае при необходимости добавления воды в систему в деаэратор из водопровода закачивается порция воды, производится дегазация и подача в систему. Дегазация воды подпитки имеет приоритет.

Электронный блок управления позволяет гибко регулировать режимы деаэрации и подпитки. В частности, можно задавать продолжительность и время начала работы, а также работать в режиме поддержки определенной концентрации. Предусматривается режим непрерывной работы для дегазации после заполнения водой системы и режим тренировки насоса при длительном бездействии. Вакуумные деаэраторы, как правило, обеспечивают:

- автоматическую работу с самонастройкой;
- гибкое регулирование режимов работы;
- контроль концентрации газа в жидкости;
- контроль над работой внешней системы подпитки;
- функции самодиагностики и определения утечек.

При многократной обработке воды системы традиционная классификация малогабаритных вакуумных деаэраторов по производительности (обработанный поток в единицу времени) теряет смысл.

В этом случае речь идет об усредненной по времени способности деаэратора поддерживать необходимую общую концентрацию растворенных газов в заданном объеме системы. Поэтому модели вакуумных деаэраторов различаются по максимальной величине объема системы, который они могут обслуживать, при условии, что систему можно считать закрытой (т. е. при потоках подпитки ориентировочно до 1% объема системы в день).

Различные модели современных деаэраторов МВД рассчитаны на обслуживание закрытых систем в интерва-



Рис. 8. Типичная схема подключения вакуумного деаэратора

ле объемов от 20 до 200 м³. Конечная концентрация газов в теплоносителе системы зависит как от характеристик вакуумного деаэратора и места установки, так и от скорости натекания газов, термодинамических параметров, потоков подпитки. Вакуумные деаэраторы МВД обеспечивают во время работы разрежение близкое к 100%. Такой тип дегазации может считаться универсальным и обеспечивает удаление всех растворенных газов, в том числе азота и углекислого газа.

Малогабаритные вакуумные деаэраторы могут обеспечить удаление смеси газов из систем отопления и охлаждения в закрытых системах до общего уровня порядка миллилитр/литр, что в принципе сопоставимо с характеристиками термических деаэраторов. Нужно отметить, что речь идет именно о смеси газов, включая такие трудно удаляемые компоненты, как углекислый газ и азот. Так как вода обрабатывается периодически, стационарная концентрация кислорода в системе зависит от скорости процессов коррозии и в некоторых случаях достигает уровня 5—10 мг/л.

Поскольку вода подпитки перед попаданием в систему обрабатывается в течение только одного цикла, производительность этого процесса можно оценивать по скорости потока. Производительность обработки потоков подпитки для серийных моделей вакуумных деаэраторов лежит в интервале 0,3—0,5 м³/ч. При однократной обработке потока подпитки удаляется более 80% содержащихся в воде газов, однако степень деаэрации зависит от температуры воды подпитки.

Максимальная температура воды для нормальной работы вакуумного деаэратора ограничена интенсивностью испарения в процессе деаэрации и имеет верхний предел 90 °С. Оптимальная температура работы — 60 °С. При выборе модели существенное значение имеет рабочее давление в системе (максимальное рабочее давление деаэраторов такого типа, как правило, не выше 10 бар). Вакуумные деаэраторы подключают параллельно основному циркуляционному кольцу (рис. 8). При необходимости обслуживания систем большого объема или систем с большими потоками подпитки можно использовать несколько деаэраторов, включенных параллельно циркуляционному контуру в разных местах.

В заключение

Существующая тенденция отсоединения тепловых сетей от потребителей оставляет решение проблем водоподготовки за владельцами объектов. Использование химических методов требует квалификации и постоянного контроля. Однако во многих случаях применение простых рецептов и устройств позволяет избежать неприятностей. Так, поддержка необходимого давления снижает риск утечек из воздухоотводчиков, образования пробок и кавитации. Использование качественных расширительных баков позволяет забыть о диффузии газов через мембраны и необходимости постоянной подкачки газа в баки. Контроль объемов подпитки в закрытых системах помогает вовремя заметить появление течи. Использование сепараторов и малогабаритных вакуумных деаэраторов во многих случаях решает проблемы качества воды внутри системы.

Литература

1. Федоров С.А. Пути попадания газов в системы отопления и некоторые особенности деаэрации//СОК №4, 2007.
2. Pneumatex Technical Guide, Air (problems, causes, technology). 2006.
3. Слепченко В.С. Пути борьбы с кислородной внутренней коррозией//Новости теплоснабжения №4, 2005.
4. Федоров С.А. Поддержание давления в системах отопления//АВОК №8, 2006.
5. John Siegentaler Modern hydronic heating. 1995.
6. Федоров С.А. Дегазация и удаление шлама — рецепт нормальной работы систем теплоснабжения//Новости теплоснабжения №12, 2006.
7. Федоров С.А. Дегазация и удаление шлама с помощью сепараторов//АВОК №7, 2006.
8. Федоров С.А. Магнитные и электронные ингибиторы накипи//Новости теплоснабжения №7, 2007.



**Д. А. Корбаков,
канд. техн. наук**

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ

В последнее время возрастает тенденция использования современных энергосберегающих технологий в различных областях народного хозяйства. Одним из таких направлений является учет тепловой энергии. В этой статье мы попробуем кратко изложить суть коммерческого учета тепла и более подробно рассмотреть приборы учета — теплосчетчики (их достоинства и недостатки).

Учет тепла

Как показывает практика, потребители тепловой энергии считают установку узла учета средством, позволяющим экономить энергоресурсы, но это мнение ошибочно.

Так для чего нужны узлы учета? При организации учета тепла преследуется ряд целей и решается ряд практических задач, наиболее важными и очевидными из которых являются [1]:

1. обеспечение точного и справедливого порядка расчетов между потребителем тепла и энергопоставляющей организацией за счет точного измерения реальных параметров теплопотребления (для потребителей энергии главным стимулятором внедрения средств учета как раз является данный пункт, обеспечивающий возможность финансовых расчетов с поставщиком только за действительно использованные ресурсы по их реальному качеству);

2. обеспечение работоспособности оборудования систем теплоснабжения и теплопотребления и своевременного обнаружения и устранения его неисправностей путем предоставления потребителю и поставщику тепловой энергии оперативной и статистической информации о режимах работы данных систем;



3. стимулирование потребителя и поставщика энергии к проведению энергосберегающих мероприятий и внедрению технологий энергоресурсосбережения.

Другими словами можно сказать, что учет приводит к правильной эксплуатации теплотехнического оборудования и использованию тепла и теплоносителя, как у поставщика, так и у потребителя, стимулируя как того, так и другого к проведению энергосберегающих мероприятий и внедрению энергосберегающего оборудования и технологий.

Приборы учета тепла (теплосчетчики).

Основными приборами учета тепловой энергии являются теплосчетчики. **Теплосчетчик** — это комплект приборов, которые учитывают потребленную тепловую энергию

и теплоноситель в системах водяного и парового теплоснабжения, а также их параметры.

Теплосчетчики бывают единые и комбинированные. Единые теплосчетчики состоят из блоков, которые не сертифицированы как отдельные средства измерения, поэтому они поверяются как единое целое. Комбинированный теплосчетчик состоит из блоков, каждый из которых является сертифицированным средством измерения со своей методикой поверки.

Теплосчетчики могут быть одноканальными — с одним преобразователем расхода и многоканальными — с двумя и более преобразователями расхода. Первые применяются в закрытых системах теплоснабжения, а вторые — в открытых системах теплоснабжения и на источниках теплоты.

В состав теплосчетчика, входит:

- вычислитель количества теплоты;
- первичные преобразователи расхода;
- термопреобразователи сопротивления;
- преобразователи давления.

Типы теплосчетчиков их достоинства и недостатки

Электромагнитные теплосчетчики. Принцип действия электромагнитных расходомеров основан на способности измеряемой жидкости возбуждать электрический ток при ее движении в магнитном поле, т.е. в электромагнитных теплосчетчиках используется явление электромагнитной индукции, позволяющее связать среднюю скорость, а следовательно и объемный расход электропроводной жидкости с напряженностью поля в нем и разностью потенциалов, возникающих на диаметрально расположенных электродах.

Электромагнитные теплосчетчики производят вычисление тепловой мощности и тепловой энергии на основе данных об объемном расходе и объеме теплоносителя, температур на прямом и обратном трубопроводе с учетом изменения теплоемкости теплоносителя при изменении разности температур на входе и выходе. Поскольку при этом возникают малые величины тока, то электромагнитные теплосчетчики очень чувствительны к качеству монтажа, условиям эксплуатации. Недостаточно качественное соединение проводов, появление дополнительных сопротивлений в соединениях, наличие примесей в воде, особенно соединений железа, резко увеличивают погрешности показаний приборов. Тем не менее, можно сказать, что электромагнитные теплосчетчики имеют достаточную метрологическую стабильность и могут успешно применяться, как в одноканальных, так и в двухканальных измерениях.

Ультразвуковые теплосчетчики работают на принципе изменения времени прохождения ультразвукового сигнала от источника до приемника сигналов, которое зависит от скорости потока жидкости. Существует множество модификаций ультразвуковых теплосчетчиков (временные и частотные; корреляционные; доплеровские), но основной принцип работы любого из них заключается примерно в следующем: на трубе друг напротив друга устанавли-

ваются излучатель и приемник ультразвукового сигнала. Излучатель посылает сигнал сквозь поток жидкости, а приемник через некоторое время получает его. Время задержки сигнала между моментами его излучения и приема прямо пропорционально скорости потока жидкости в трубе: оно измеряется и по его величине вычисляется расход жидкости в трубопроводе.

Ультразвуковые теплосчетчики хорошо работают при измерении расхода чистой, однородной жидкости по чистым трубам. Однако, при протекании жидкостей, имеющих посторонние включения — окалина, частицы накипи, песок, воздушные пузыри и при неустойчивом расходе, они дают существенные неточности показаний.

Кроме стандартных функций по измерению расхода, объема теплоносителя, его температуры и давления, вычисления потребленного или произведенного тепла, ультразвуковые теплосчетчики также могут иметь функцию регулирования подачи теплоносителя по двум независимым каналам.

Механические теплосчетчики (крыльчатые, турбинные, винтовые) наиболее простые приборы. Эти теплосчетчики в значительной степени лишены дефектов, присущих электромагнитным и ультразвуковым расходомерам. Принцип действия механических теплосчетчиков основан на преобразовании поступательного движения потока жидкости во вращательное движение измерительной части.

Механические теплосчетчики состоят из тепловычислителя и механических роторных или крыльчатых водосчетчиков. Это пока наиболее дешевые теплосчетчики, но к их стоимости надо обязательно добавлять стоимость специальных фильтров, которые устанавливаются перед каждым механическим теплосчетчиком.

К недостаткам механических теплосчетчиков относится невозможность их использования при повышенной жесткости воды, присутствию в ней мелких частиц окислы, ржавчины и накипи, которые забивают фильтры и механические расходомеры. По этим причинам практически по всей России установка механических расходомеров разрешена только в квартирах, небольших частных домах. Кроме того, механические расходомеры создают наибольшие потери давления воды по сравнению с расходомерами других типов.

Вихревые теплосчетчики работают на принципе широкого известного природного явления — образование вихрей за препятствием, стоящим на пути потока. Конструктивно вихревые теплосчетчики состоят из треугольной призмы, вертикально установленной в трубе, измерительного электрода, вставленного в трубу далее по течению жидкости, и установленного снаружи трубы постоянного магнита. При скоростях среды выше определенного предела вихри образуют регулярную дорожку, называемую «дорожкой Кармана». Срывное обтекание жидкости протекающей в трубопроводе вызывает пульсации давления в потоке, замер которых и позволяет определить объемы протекающей через трубопровод жидкости. Частота образования вихрей при этом прямо пропорциональна скорости потока.

Вихревые теплосчетчики чувствительны к резким изменениям в потоке жидкости, к наличию крупных примесей, но безразличны к отложениям в трубах и магнитным примесям (железо в воде). Также вихревые теплосчетчики могут быть установлены на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов, менее требовательны к длине прямых участков до и после расходомера.

Требования, применяемые к теплосчетчикам

На основании [2] на каждом узле учета тепловой энергии источника теплоты с помощью приборов должны определяться следующие величины **в водяных системах теплоснабжения**:

- время работы приборов узла учета;
- отпущенная тепловая энергия;
- масса (или объем) теплоносителя, отпущенного и полученного источником теплоты соответственно по подающему и обратному трубопроводам;
- масса (или объем) теплоносителя, расходуемого на подпитку системы теплоснабжения;
- тепловая энергия, отпущенная за каждый час;
- масса (или объем) теплоносителя, отпущенного по подающему трубопроводу и полученного по обратному трубопроводу за каждый час;
- масса (или объем) теплоносителя, расходуемого на подпитку системы теплоснабжения за каждый час;
- среднечасовые и среднесуточные значения температур теплоносителя в подающем, обратном и трубопроводе холодной воды, используемой для подпитки;
- среднечасовые значения давлений теплоносителя в подающем, обратном и трубопроводе холодной воды, используемой для подпитки;

в паровых системах теплоснабжения:

- время работы приборов узла учета;
- отпущенная тепловая энергия;
- масса (или объем) отпущенного пара и возвращенно-го источнику теплоты конденсата;
- тепловая энергия, отпущенная за каждый час;
- масса (или объем) отпущенного пара и возвращенно-го источнику теплоты конденсата за каждый час;
- среднечасовые значения температуры пара, конденсата и холодной воды, используемой для подпитки;
- среднечасовые значения давления пара, конденсата и холодной воды, используемой для подпитки.

Среднечасовые и среднесуточные значения параметров теплоносителя должны определяться на основании показаний приборов, регистрирующих параметры теплоносителя.

На основании [2] узлы коммерческого учета тепловой энергии и теплоносителя оборудуются средствами измерения, зарегистрированными в Государственном реестре средств измерений и получившими положительное экспертное заключение Госэнергонадзора Минтопэнерго РФ.

В соответствии с [2] теплосчетчики должны обеспечивать измерение тепловой энергии горячей воды с относительной погрешностью не более:

- 5%, при разности температур между подающим и обратным трубопроводами от 10 до 200С;

- 4%, при разности температур между подающим и обратным трубопроводами более 200С.

Теплосчетчики должны обеспечивать измерение тепловой энергии пара с относительной погрешностью не более:

- 5% в диапазоне расхода пара от 10 до 30 %;
- 4% в диапазоне расхода пара от 30 до 100 %.

Водосчетчики должны обеспечивать измерение массы (объема теплоносителя) с относительной погрешностью не более:

- 2% в диапазоне расхода воды и конденсата от 4 до 100 %.

Счетчики пара должны обеспечивать измерение массы теплоносителя с относительной погрешностью не более:

- 3% в диапазоне расхода пара от 10 до 100 %.

Приборы учета, регистрирующие давление теплоносителя, должны обеспечивать измерение давления с относительной погрешностью не более 2%.

Приборы учета, регистрирующие время, должны обеспечивать измерение текущего времени с относительной погрешностью не более 0,1 %.

Критерии выбора теплосчетчиков

Исходя, из перечисленных требований и учитывая [3] можно сформировать критерии, по которым можно выбирать теплосчетчик:

- **сертификация** — приборы в обязательном порядке должны быть зарегистрированы в Госреестре средств измерений и сертифицированы на класс точности;
- **погрешность измерений теплоты** — относительная погрешность измерений теплоты не должна быть более $\pm 4\%$ при разности температур в трубопроводах более 20°С;
- **погрешность измерений массы** — эта величина для соответствия установленной норме должна быть $\pm 2\%$; существенной в этом случае является способность прибора измерять разность масс, причем, чем меньше значение этой величины, тем актуальнее необходимость повышения точности ее измерений;
- **диапазон измерений расхода** — нормативно установлен диапазон по расходу не менее 1:25; однако у большинства из них наибольший расход соответствует скорости потока воды 10 м/с и более, так что наименьший расход, который возможно корректно измерять, соответствует скорости не более 0,4 м/с; на практике, ввиду малых располагаемых напоров в системе теплоснабжения потребителя, наибольшая скорость потока воды колеблется от 0,1 до 0,5 м/с; следовательно, далеко не все теплосчетчики обладают необходимым наименьшим измеряемым расходом;
- **диапазон измерений температур** — нормативно установлена наибольшая измеряемая температура 200 °С; формально практически все теплосчетчики удовлетворяют этому требованию;
- **диапазон измерений разности температур** — до недавнего времени этот диапазон ограничивался снизу значением 10°С; как показывает практика, для реальных условий эксплуатации систем теплоснабжения характерны меньшие разности температур, поэтому у современных

теплосчетчиков нижний предел разности температур опустился до значений 3°C;

- **потери давления** — преобразователи расхода (объема) воды теплосчетчиков, устанавливаемые в трубопроводах, обладают гидравлическим сопротивлением, что создает потери давления на них; ввиду малых располагаемых напоров в системе теплоснабжения этот параметр часто весьма критичен; пожалуй, только полнопроходные (без занижения диаметра трубопровода с целью увеличения скорости потока воды) электромагнитные и ультразвуковые составляют исключение и не создают существенных потерь давления;

- **длины прямых участков трубопровода** — многие типы преобразователей расхода (объема) воды теплосчетчиков для корректных измерений требуют наличия существенных длин (до 10 диаметров трубопровода и более) прямых участков до и после места их установки;

- **регистрация температур и давлений** — нормами предусмотрена регистрация среднечасовых температур и, для абонентов средней и большой мощности, давлений в трубопроводах системы; практически все теплосчетчики обеспечивают эти требования по температуре и только некоторые — по давлению;

- **каналы измерений** — современные теплосчетчики превратились в комплексные измерительные системы, позволяющие осуществлять весь набор функций, предусмотренный нормами для узлов учета: измерения теплоты и массы теплоносителя, температуры и давления, а также продолжительности нормального функционирования;

- **наличие и глубина архива** — практически все современные теплосчетчики осуществляют архивирование измерительной информации с возможностью последующего извлечения архивных данных либо непосредственно с прибора, либо с помощью дополнительных устройств; при этом важнейшим фактором является возможность вывода с датированием архивных данных на табло прибора; глубина архивов, как правило, имеет не менее: 45 суток — часовые, 6 месяцев — суточные и 4—5 лет — месячные;

- **наличие системы диагностики** — большинство теплосчетчиков снабжено системой самодиагностики, которая обеспечивает периодическую автоматическую проверку состояния прибора и выдачу, как на дисплей прибора, так и занесение в его архив сведений о характере возникших отказов (НС) и календарном времени их возникновения; одновременно приборы могут регистрировать и ситуации (ДС), возникающие в системе теплоснабжения, такие как выход текущего значения расхода за пределы установленного для прибора диапазона либо за пределы введенной в память прибора уставки, отключение сетевого питания, небаланс масс в трубопроводах и др. и выдавать, как на дисплей прибора, так и заносить в его архив сведений о возникших ДС и календарном времени их возникновения;

- **наличие интерфейса для связи с компьютером, принтером или модемом** — многие современные теплосчетчики снабжены стандартными интерфейсами (RS232, RS485, CENTRONICS и др.), позволяющими передавать как текущую измерительную информацию, так и архивные

данные за любой заданный промежуток времени на внешнее оборудование;

- **энергонезависимость** — для полной энергонезависимости теплосчетчиков имеются две предпосылки: перемены электропитания сети 220 В и безопасность эксплуатации; с перерывами можно бороться применением блоков бесперебойного питания, но это возможно только на крупных объектах; безопасность важна у таких абонентов, как школы, садики и другие объекты бюджетной сферы;

- **межповерочный интервал** — поскольку межповерочный интервал является экономической категорией (затраты на проведение поверки составляют до 10% стоимости теплосчетчика), то понятно стремление его увеличить; на сегодня он, как правило, составляет 4 года;

- **простота эксплуатации** — не все теплосчетчики обладают несложными процедурами вывода информации на табло, рассчитанными для специально не подготовленного человека;

- **комплектность поставки** — получение комплекта теплосчетчика от одного поставщика гарантирует совместимость его элементов и работоспособность их в совокупности; в противном случае возможны недоразумения, связанные с адаптацией теплосчетчика к конкретным условиям применения и проявляющиеся в процессе эксплуатации;

- **срок гарантии** — типичный срок гарантии — 2 года; повышенный срок гарантии привлекателен для покупателя и характеризует уверенность изготовителя в надежности своей продукции;

- **цена** — стоимость комплекта различных теплосчетчиков колеблется в широком диапазоне и зависит, прежде всего, от цены преобразователей расхода, количества каналов измерений теплоты, необходимости измерения давления, наличия внешнего оборудования (принтер, модем), поставщика (отечественный, зарубежный) и других факторов; стоимость преобразователей в свою очередь зависит, прежде всего, от метода измерений расхода и диаметра условного прохода;

Выводы:

1. Теплосчетчик производит учет реально потребленной тепловой энергии с регистрацией параметров теплоносителя.
2. Учет позволяет снизить расходы на оплату за потребленную тепловую энергию (в среднем до 30%) относительно расчетных нагрузок.
3. Наиболее оптимальными по соотношению цена/надежность являются теплосчетчики с электромагнитным и ультразвуковым принципом действия.

Литература

1. Анисимов Д.Л. «Введение в общую теорию учета энергоносителей»
2. «Правила учета тепловой энергии и теплоносителя», 1995г.
3. Лачков В. И. «Основные критерии выбора теплосчетчика»
4. ГОСТ Р 51649–2000. Теплосчетчики для водяных систем теплоснабжения. Общие технические требования.



СМАЗЫВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ, МАСЛА И ИХ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ

При эксплуатации поршневых компрессоров особое внимание обслуживающего персонала должно быть уделено смазыванию компрессоров, т.к. правильное смазывание, применение надлежащих сортов смазочных материалов, своевременная смена масел обеспечивают надежную, безаварийную работу компрессора. Все нарушения режима смазывания — применение некачественного масла или неправильное смазывание вызывают разложение масла, при котором легкие составные его испаряются и удаляются из компрессора вместе со сжатым воздухом, а остальные под действием кислорода воздуха окисляются и образуют нагар на поршнях и поршневых кольцах, вызывая их пригорание.

Общие требования к смазочным маслам для компрессоров следующие:

- Создание устойчивой пленки масла на трущихся поверхностях для уменьшения износа втулок цилиндра, поршневых колец, подшипников и т.д.
- Создание герметичности между поршневыми кольцами и втулкой цилиндра, а так же в ручьях поршневых колец для предотвращения утечки воздуха.
- Обеспечение возможности регенерации после эксплуатации;
- Хорошая подвижность масла в маслопроводах при нормальных эксплуатационных условиях;
- Длительный срок хранения и службы в условиях эксплуатации.

Основными показателями качества смазочных масел являются вязкость, кислотность, содержанием водорастворимых кислот и щелочей, окисляемость, содержание воды и механических примесей, температура вспышки.

Вязкость масла определяет его смазочную способность; от вязкости зависит не только сохранность трущихся поверхностей и величина потерь на трении, но и производительность компрессора.

Окисляемость определяет способность масел вступать в реакцию с кислородом воздуха под влиянием высоких температур.

Содержание в масле воды и механических примесей недопустимо, так как вода ухудшает смазывающие свойства масел, вызывая окисление металлических поверхностей, а механические примеси способствуют износу трущихся деталей. Присутствие в масле воды и механических примесей способствует загрязнению маслопроводов циркуляционных систем, а так же нагарообразованию.

Температура вспышки масла в известной степени характеризует степень огнеопасности масла и его испаряемость, т.е. его фракционный состав (наличие низкокипящих компонентов). Наличие в масле легко испаряющихся частей резко ухудшает его смазывающую способность и вызывает нагарообразование. При рабочих температурах цилиндра испарение части масла приведет к уменьшению толщины смазывающего слоя и его сгущению, что увеличит трение.

Температура вспышки масла для компрессоров низкого давления не должна быть ниже 200°C. Как правило, масло

для смазывания компрессоров должно соответствовать марке, указанной в инструкции завода изготовителя.

Масло считается непригодным для дальнейшей работы, если:

- Вязкость его на 25% выше нормальной;
- Кислотность (по КОН) более 1,5 мг;
- Зольность более 0,06 процентов;
- Механических примесей более 0,02 процента;
- Наличие водорастворимых кислот и щелочей.

При наличии в масле 2,5 процента воды и более применять его не разрешается. Если в масле содержатся песок и абразивная пыль, то его нужно заменить.

Для соблюдения условий нормального смазывания компрессоров и сохранения масел в хорошем состоянии необходимо:

- При эксплуатации и хранении масел следить за тем, чтобы не смешивались различные сорта масел;
- Поступающее масло подвергать лабораторному анализу;
- Своевременно производить замену масла в картере компрессора, не допускать загрязнения масла и потери им требуемых качеств;
- Соблюдать нормы смазывания, установленные заводом изготовителем или во время испытания компрессоров;
- Заливку масла в расходные баки и смазочные насосы производить только через фильтры;
- Смазывание цилиндров компрессоров производить только свежим маслом, фильтрованные отработанные масла для этой цели не применять.

Системы смазывания компрессоров

В поршневых компрессорах применяются две разновидности циркуляционных систем смазывания: без смазочного насоса и с применением насоса. Циркуляционная система смазывания без смазочного насоса применяются только в поршневых, воздушных компрессорах малой производительности, которые не предназначены для длительной работы. Смазывание по такому принципу отличается простотой устройства, но не обеспечивает эффективного отвода теплоты от трущихся пар. В этих компрессорах подвод масла к трущимся парам механизма движения и цилиндрам осуществляется разбрызгиванием. При работе компрессора черпачок, прикрепленный к шатуну, или специальное кольцо, насаженное на вал, захватывают масло, в результате чего во внутренней полости картера образуются масляный туман и брызги, которые смазывают стенки цилиндров, поршневые пальцы, коренные и шатунные подшипники. При таком методе смазывания требуется строгий контроль, за уровнем масла в картере (раме) компрессора. В таких компрессорах масло не фильтруется и постепенно загрязняется, что влечет за собой преждевременный износ компрессора.

Масло из картера компрессора забирается смазочным насосом через сетчатый фильтр (заборник) и поступает



по трубке к фильтру тонкой очистки, затем через крышку подшипника нагнетается к коленчатому валу, далее по каналам коленчатого вала к шатунным подшипникам. Вытекающее из подшипников масло разбрызгивается подвижными деталями и образует в картере масляный туман и брызги, которые смазывают зеркала цилиндров, поршневые кольца и подшипники качения. Редукционный клапан, отрегулированный на давление 0,6 МПа, предназначен для снижения давления масла при пуске компрессора, когда непрогретое масло имеет большую вязкость. Это позволяет ограничить нагрузку на детали насоса и его привода. Предохранительный клапан отрегулирован на давление 0,3 МПа и предназначен для пропуска масла к точкам смазывания при сильном засорении фильтра или при пуске компрессора. Это предохраняет вкладыши шатуна от перегрева и от недостатка масла и, как следствие, от их разрушения. Давление масла контролируют по манометру.

У воздушных компрессоров типа ВР имеются две независимые системы смазывания — механизма движения и цилиндров.

Система смазывания механизма движения — циркуляционная от шестеренного насоса маслом индустриальным общего назначения И-50А или И-40А (ГОСТ 20799—75). Масло из нижней части станины через сетчатый фильтр грубой очистки забирается насосом и подается в фильтр тонкой очистки. Из фильтра масло подается на смазывание механизма движения. Часть масла по отверстиям в приводном валике и коленчатом валу направляется на смазывание шатунных вкладышей и по отверстиям в теле шатуна или по маслоотводным трубкам подводится к верхним головкам шатунов. Другая часть масла поступает на смазывание направляющих крейцкопфов. Коренные роликовые подшипники смазываются разбрызгиванием.

Для регулирования давления масла в системе служит перепускной клапан, установленный в корпусе масляного насоса. В компрессорах базы 2П давление масла регулируется путем изменения толщины набора сменных шайб.

По материалам компании «ЭнергоТехника»



СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРОВ

Исходя из требуемой холодо- или теплопроизводительности, системы охлаждения, кондиционирования воздуха, а также тепловые насосы должны проектироваться таким образом, чтобы выдерживать самые тяжелые условия эксплуатации, т.е. максимальные перепады температур. Как следствие, на всех промежуточных рабочих режимах холодопроизводительность избыточна.

Для согласования потребности в холоде с холодопроизводительностью можно периодически выключать компрессоры. Однако главным недостатком такого подхода является частое возникновение значительных колебаний температуры на стороне вторичного контура, что негативно влияет на эффективность системы, особенно при непродолжительных рабочих периодах. Более того, степень снижения холодопроизводительности ограничена минимальным рабочим временем, задаваемым системами управления холодильной установкой.

Эту ситуацию можно исправить, используя системы регулирования холодопроизводительности. Для этих целей предусмотрены различные методы, которые сравнивают по следующим показателям:

- точность регулирования (соответствие холодопроизводительности или тепловой мощности фактически требуемой);

- холодильный коэффициент, т.е. эффективность системы;
- стоимость системы;
- эксплуатационная надежность.

Системы регулирования холодопроизводительности

Обычно различают регулирование холодопроизводительности компрессора и системно-интегрированное регулирование, осуществляемое либо посредством перепуска хладагента со стороны высокого давления на сторону низкого давления, либо дросселированием на всасывании. В энергетическом отношении оба последние метода невыгодны. В случае перепуска энергопотребление компрессора при частичной нагрузке лишь незначительно снижается (благодаря небольшому снижению давления конденсации), а при дросселировании оно уменьшается лишь в соответствии с изменением давления всасывания.

В зависимости от условий эксплуатации возможны строгие ограничения диапазона применения компрессора. Таким образом, не считая систем с весьма специфическими требованиями, оба названных метода не рекомендуются для общего применения и не будут далее рассматриваться.

Большинство же методов регулирования холодопроизводительности компрессоров весьма эффективны и обла-

дают (в сочетании с интеллектуальной системой управления) превосходным потенциалом энергосбережения при частичных нагрузках.

Методы регулирования холодопроизводительности компрессора

Естественно, простейшим является метод пусков и остановок (ВКЛ/ВЫКЛ), но в зависимости от требований он может привести к плохой характеристике регулирования, сильным изменениям рабочих условий и большому числу пусков, в результате чего снижается эффективность и сокращается эксплуатационный ресурс компрессора и других элементов системы. Поэтому данный метод должен быть ограничен холодильными системами с высокой аккумулирующей способностью и/или относительно постоянной нагрузкой.

Значительно лучшие методы регулирования, но также сопровождаемые большими изменениями нагрузки, — *параллельная работа нескольких компрессоров, тандем компрессоров или разделение системы на несколько независимых контуров*. Однако подобные решения также не исключают значительного числа циклов регулирования (либо при очень высоких требованиях к точности регулирования, либо при очень быстром изменении требуемой холодопроизводительности). В таких случаях необходимо сочетание с *механическим регулированием* холодопроизводительности компрессора (ступенчатым или плавным) и с соответствующей системой управления.

В этой публикации речь идет лишь о поршневых, винтовых и спиральных компрессорах. К механическому регулированию их холодопроизводительности (встроенные регуляторы) возможны различные подходы, которые могут в корне отличаться в зависимости от типа компрессора.

Поршневые компрессоры:

- отжим всасывающих клапанов;
- внутренний перепуск пара;
- изменение мертвого объема цилиндра;
- сокращение хода сжатия;
- блокировка всасывающих каналов отдельных цилиндров или групп цилиндров;
- изменение частоты вращения.

Винтовые компрессоры:

- внутренний перепуск пара;
- внутренние управляющие поршни;
- регулирующий золотник, параллельный оси вала;
- изменение частоты вращения.

Спиральные компрессоры:

- внутренний перепуск пара;
- отжим спиралей;
- изменение частоты вращения.

Предпочтительные методы регулирования холодопроизводительности компрессора представлены на рис. 1.



Рис. 1. Сводная таблица методов регулирования холодопроизводительности компрессоров

Критерии выбора способа регулирования холодопроизводительности

В зависимости от конкретной холодильной системы требования к регулированию могут существенно различаться, причем следует тщательно рассмотреть следующие критерии:

- характеристика регулирования (грубое либо точное ступенчатое или плавное);
- энергопотребление (холодильный коэффициент);
- стоимость выбранного решения;
- эксплуатационная надежность;
- область применения компрессора;
- минимальное время работы компрессора;
- нагрузка электросети.

Известно, что полное энергопотребление холодильной установки, системы кондиционирования воздуха или теплого насоса в течение срока службы, являющееся значительной статьей расходов, зачастую многократно превышает начальные капиталовложения. Как следствие и с учетом косвенного воздействия на окружающую среду (выделение CO₂ при выработке электроэнергии) оптимальное регулирование холодопроизводительности должно быть направлено на точное соответствие потребности в холоде. В зависимости от аккумулирующей способности системы и изменений нагрузки методы, основанные на ступенчатом регулировании, могут быть достаточными, но, исходя из чисто энергетических соображений, плавное регулирование является предпочтительным.

В стационарных условиях работы при различных нагрузках существенные различия между ступенчатым и плавным регулированием не всегда можно заметить с первого взгляда. Но сравнительные исследования показали, что динамические свойства и конечная эффективность системы существенно зависят от способа регулирования. При грубом ступенчатом регулировании снижение холодопроизводительности вызывает значительное падение температуры конденсации, что ведет к частичному испарению хладагента при все еще высоком уровне температуры. Последствия включают сбои в регулировании поступления хладагента в испаритель, а также негативно отражаются на холодопроизводительности и эффективности. Подобным же образом резкое повышение холодопроизводительности приводит к резким колебаниям в цепи регулирования, включая значительное снижение температуры кипения, часто сопровождающееся недостаточным перегревом всасываемого газа. Как правило, с течением времени это приводит к значительным отклонениям от оптимальных рабочих условий.

Однако ограничения, касающиеся частичных нагрузок, распространяются даже на системы с очень хорошими характеристиками регулирования. Например, оптимальное поступление хладагента в испаритель с непосредственным кипением не гарантировано при низких массовых расходах. В таких случаях ниже определенной нагрузки необходимо, чтобы система периодически работала с минимальной холодопроизводительностью (из-за рабочих характеристик расширительного вентиля и для обеспечения надежной

поддачи масла). Более того, эффективное регулирование при частичной нагрузке также требует контролируемого снижения давления конденсации и увеличения давления всасывания. Кроме того, энергопотребление вспомогательных приводов (вентиляторы, насосы) должно быть точно определено, а значит, для этих элементов также потребуются эффективная система регулирования.

Компрессоры с механическим регулированием холодопроизводительности

В этой главе будут более подробно освещены только наиболее часто используемые конструктивные решения из перечисленных на рис. 1.

Поршневые компрессоры

Для этого типа компрессоров прежде всего используются методы «разгрузки цилиндра», требующие относительно низких затрат и применяемые обычно для многоцилиндровых компрессоров. Достижимая градация холодопроизводительности зависит от конструкции компрессора. В случае 4-, 6- и 8-цилиндровых компрессоров обычно отключают 2 цилиндра на каждой ступени нагрузки, что позволяет регулировать холодопроизводительность с интервалами (25)-50-(75)-100% или 33—66—100%. В комбинации с тандем-компрессорами или с параллельной работой компрессоров возможна даже более тонкая градация.

Для крупных промышленных компрессоров обычно применяются системы *отжима всасывающих клапанов* (кольцевые клапаны) с использованием гидравлического масляного привода. Газ, всасываемый соответствующими цилиндрами, при нагнетании поступает на сторону всасывания. При этом цилиндр работает практически на холостом ходу. Такой метод регулирования может также применяться для разгруженного пуска компрессора. Метод высокоэффективен, потери энергии возникают лишь вследствие механической работы трения колец и сопротивления во всасывающем клапане.

Для полугерметичных компрессоров часто использовались решения с применением *встроенного перепускного контура*. При этом между полостями высокого и низкого давления цилиндров, которые необходимо разгрузить, в перепускном канале устанавливается регулирующийся клапан (байпас), который прерывает поток газа. Дополнительный обратный клапан на стороне высокого давления предотвращает противоток уже сжатого газа. Данное конструктивное решение относительно просто, но недостаточно эффективно из-за значительных потерь при работе байпаса. К тому же термическое напряжение компрессора при частичных нагрузках весьма высоко, что в значительной мере ограничивает диапазон применения метода.

Другим вариантом регулирования является *изменение мертвого объема цилиндра*. Головка цилиндра оснащена дополнительной камерой высокого давления, которая посредством управляемого клапана может быть соединена с цилиндром, что увеличивает его мертвый объем.

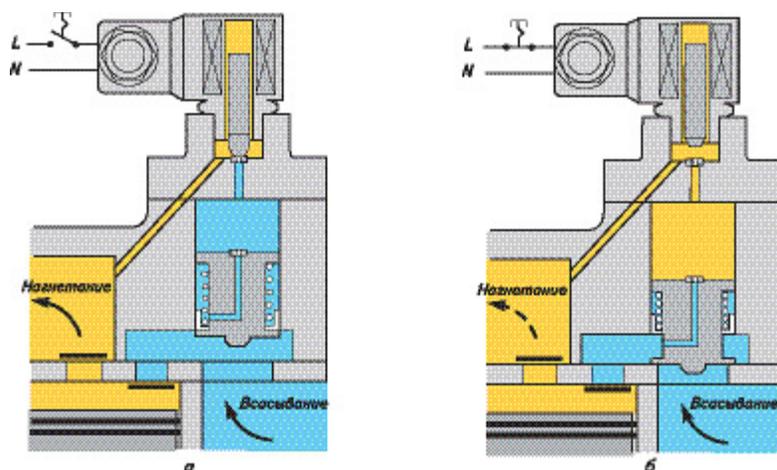


Рис. 2. Схема а и принцип регулирования холодопроизводительности б путем отключения цилиндра блокировкой всасывающего канала

В процессе сжатия часть газа отводится в ту же камеру, откуда он возвращается в цилиндр под высоким давлением при обратном ходе поршня. Это позволяет значительно уменьшить объем цилиндра при нормальной работе компрессора. Данная система применяется на компрессорах с числом цилиндров менее четырех. Однако высокие потери при обратном расширении приводят к существенному падению эффективности при частичной нагрузке. Более того, диапазон регулирования существенно зависит от отношения давлений. Так, при небольших отношениях давлений возможно лишь незначительное уменьшение холодопроизводительности.

Для герметичных компрессоров также используется другое решение — *механически изменяемый ход поршня* (сокращение хода сжатия).

Наиболее распространенным методом механического регулирования холодопроизводительности компрессоров для коммерческого холода является метод отключения цилиндров путем *блокировки всасывающих каналов* отдельных цилиндров или групп цилиндров (рис. 2). Эта концепция была разработана

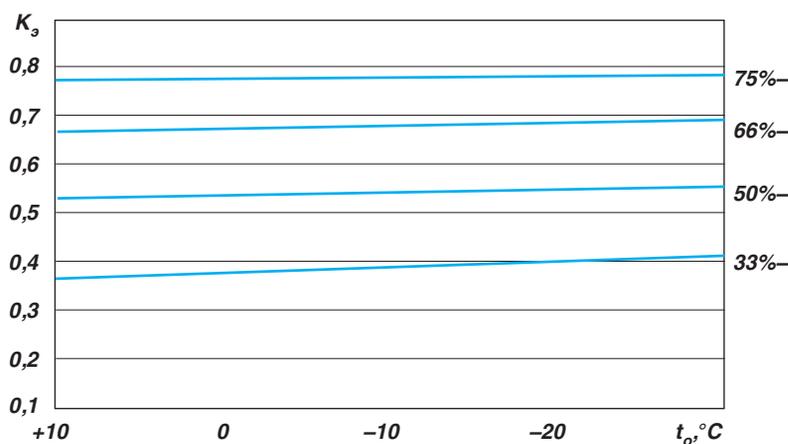


Рис. 3. Зависимость коэффициента энергопотребления $K_{э}$ компрессора при частичной нагрузке в постоянном рабочем режиме от температуры кипения t_0 при регулировании отключением цилиндров

BITZER уже в 70-е годы и благодаря постоянному усовершенствованию достигла непревзойденного уровня.

В режиме полной нагрузки работают все цилиндры компрессора; соленоидный клапан отключен. Как следствие, все газовые каналы в клапанной доске и головке цилиндра, а также регулирующий поршень находятся в открытом положении (рис. 2, а).

При работе в режиме частичной нагрузки включается соленоидный клапан, его якорь поднимается. В результате регулирующий поршень оказывается под действием высокого давления, движется вниз и закрывает общий всасывной канал в клапанной доске (рис. 2, б). Таким образом, поступление газа прекращается, и соответствующие поршни работают в режиме «холостого хода». Данный метод регулирования чрезвычайно эффективен, поскольку потери ограничиваются лишь механическим трением поршней. В широком рабочем диапазоне энергопотребление электродвигателя при частичной нагрузке уменьшается почти пропорционально снижению холодопроизводительности (рис. 3).

Благодаря относительной простоте и надежности конструкции число циклов регулирования может быть относительно большим, что обеспечивает его высокую точность. Из-за высокой эффективности компрессоры с такой системой регулирования могут использоваться в широком диапазоне областей применения.

Винтовые компрессоры

Для винтовых компрессоров малой холодопроизводительности в основном используются системы с одной или двумя ступенями регулирования, причем применяются различные конструктивные решения. Общим является только непосредственное вмешательство в рабочую зону винтов, причем уменьшение рабочего объема достигается посредством регулирующих поршней.

Очень простым и рентабельным решением является *внутренний перепуск пара*. Для этого в рабочей

зоне винтов выполняют радиальные отверстия, которые могут сообщаться со всасыванием посредством управляемого клапана. Это может быть, например, цилиндрический поршень (золотник), который располагается параллельно роторам в отдельном цилиндре. При частичной нагрузке предварительно сжатый газ возвращается в камеру всасывания, сокращая, таким образом, объемный расход. Однако данное конструктивное решение имеет несколько недостатков, особенно с точки зрения эффективности. Поперечное сечение радиальных перепускных отверстий весьма ограничено, поскольку при больших их диаметрах создается «сквозное окно» между замкнутыми рабочими полостями, находящимися под разными давлениями. При работе в режиме полной нагрузки это приводит к снижению эффективности (дополнительная утечка в процессе сжатия), а также к повышенному термическому напряжению в области перепуска при условии высокого перепада давлений.

С другой стороны, относительно небольшие перепускные отверстия обеспечивают лишь незначительную разгрузку. Независимо от расположения и размеров перепускных отверстий энергетические потери возникают из-за предварительного сжатия и высоких потерь газа.

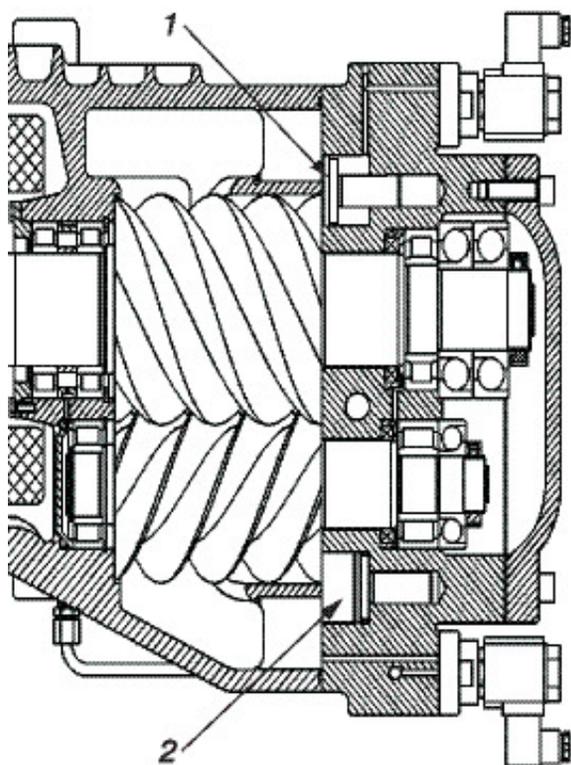


Рис. 4. Регулирование холодопроизводительности винтовых компрессоров с помощью регулирующих поршней:

1 — поршень выполнен заподлицо с фланцем и контуром ротора; 2 — каналы большого поперечного сечения, обеспечивающие малые потери и высокую эффективность

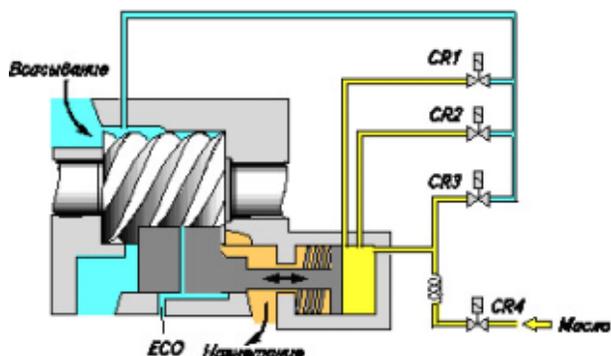


Рис. 5. Схема и принцип действия «двойного» золотникового регулирования холодопроизводительности винтовых компрессоров CSH65/75/85/95 и HS./OS.85

BITZER разработал значительно более эффективный способ ступенчатого регулирования холодопроизводительности, который успешно применяется в модельных рядах вплоть до HS./OS.74 на протяжении многих лет. Крупногабаритные регулирующие поршни находятся непосредственно в рабочей зоне — на торцевой стороне корпуса и/или радиально (рис. 4). Поскольку они точно адаптированы к контуру корпуса, предотвращаются внутренние перетечки в процессе сжатия. При воздействии на поршни они открывают широкие каналы, по которым всасываемый газ в уменьшенном объеме поступает непосредственно в рабочую полость. С помощью этого способа сокращается рабочая длина ротора, и при этом соответственно уменьшается объемная производительность. Эффективность данного способа значительно выше, чем у вышеописанных решений. Более того, благодаря большим поперечным сечениям каналов ступенчатое регулирование может быть расширено в область относительно низких частичных нагрузок.

В крупных винтовых компрессорах обычно применяются регулирующие золотники, расположенные параллельно осям роторов и обеспечивающие как ступенчатое, так и плавное регулирование холодопроизводительности. В современных компрессорах золотник устанавливают непосредственно между ведущим и ведомым роторами, при этом он точно адаптирован к контуру корпуса. Это решение обеспечивает самую высокую эффективность при частичной нагрузке, а также делает возможным изменение внутренней степени сжатия (V_i) в соответствии с потребностями.

На рис. 5 представлены принципиальное устройство и гидравлическая схема такого способа регулирования. При работе компрессора с полной нагрузкой золотник находится в крайнем левом положении. При этом вся рабочая зона заполняется всасываемым газом (100% холодопроизводительности). Чем дальше золотник движется к стороне нагнетания (вправо), тем меньше становится рабочая зона/активная длина ротора. Всасывается меньший объем газа, и холодопроизводительность снижается.

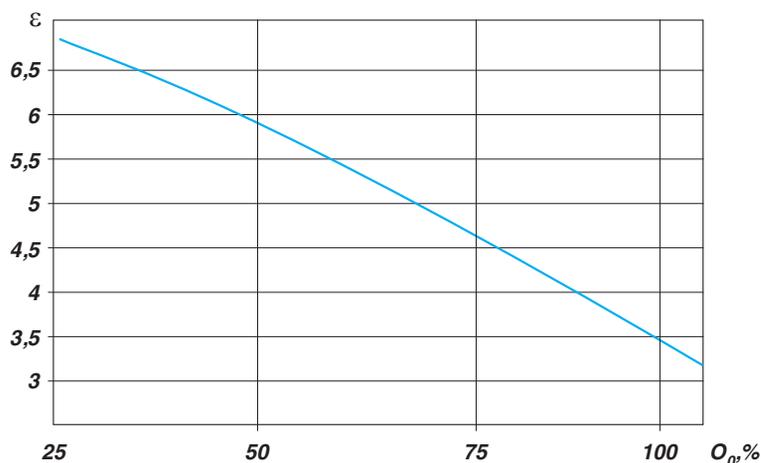


Рис. 6. Характеристики компрессора в режимах полной и частичной нагрузки при типичных для чиллера условиях работы (оценка EUROVENT):

ϵ — холодильный коэффициент; Q_0 — нагрузка (холодопроизводительность); рабочие условия при полной нагрузке ($Q_0 = 100\%$): температура кипения $t_0 = 2\text{ }^\circ\text{C}$, температура конденсации $t_k = 50\text{ }^\circ\text{C}$, перегрев на всасывании 5 К, переохлаждение 2 К

Особенностью винтовых компрессоров BITZER является «двойное регулирование холодопроизводительности». Без внесения каких бы то ни было изменений в компрессор становится возможным как 4-ступенчатое (25—50—75—100%), так и плавное (25—100%) регулирование. Различные режимы достигаются просто соответствующим управлением соленоидными клапанами. Наряду с движением золотника специальная его геометрия приводит к адаптации внутренней степени сжатия (V_i) к условиям частичной нагрузки. Это обеспечивает особенно высокую эффективность. Другой уникальной особенностью этих компрессоров является наличие канала экономайзера (ECO), интегрированного в золотник. В отличие от традиционных компрессоров это обеспечивает исключительно эффективную работу экономайзера во всем диапазоне регулирования (25—100%).

Весьма высокая эффективность компрессоров с такой системой регулирования при работе в режимах полной и частичной нагрузки становится особенно очевидной при их применении в жидкостных чиллерах (рис. 6). Оценка эффективности проводилась согласно нормам «Eurovent-Cecomaf» для холодопроизводительностей 100—75—50—25%. Оценка эффективности в соответствии с ARI 550/590 приводит даже к более высоким значениям холодильного коэффициента.

Спиральные компрессоры

Спиральные компрессоры, используемые в торговом холоде, по большей части регулируются *методом пуска и остановок*. Для некоторых областей применения все более популярным становится *метод изменения частоты вращения*.

Между тем разработаны также механические системы регулирования, но конструктивные особенности этого типа компрессоров оставляют мало места для их разнообразия.

Сравнительно простой подход реализован в системе внутреннего перепуска, конструктивное решение которой подобно используемому для винтовых компрессоров. Предварительно сжатый газ отводится из закрытой рабочей полости назад, на сторону всасывания, посредством электрически управляемого клапана. Поперечные сечения перепускных каналов ограничены толщиной стенок спирали. Чрезмерно большой их диаметр привел бы к внутренней циркуляции газа между

рабочими полостями с разными давлениями, что, в свою очередь, вызвало бы большие потери при полной нагрузке и повышенное термическое напряжение. Поэтому спиральные компрессоры, использующие данную систему, предназначаются только для одной ступени частичной нагрузки, но особенно при низких отношениях давлений это обеспечивает лишь ограниченное регулирование.

Более приемлемое решение в плане регулирования обеспечивает периодический отжим спирали. Разъединение спиралей прерывает процесс всасывания и сжатия, так что компрессор работает при нулевой нагрузке и по требованию может вернуться в режим полной нагрузки. В принципе данный метод включает «широко импульсную модуляцию» и обеспечивает почти плавное регулирование в широком диапазоне холодопроизводительности.

Ограничения по его применению существуют из-за цикличности рабочего режима. При каждом переходе в режим нулевой нагрузки процесс сжатия резко прерывается и сжатый газ отводится от рабочих ячеек назад, на сторону всасывания. При высокой доле циклов нулевой нагрузки (низкой частичной нагрузке) это приводит к явному снижению эффективности, а также к высокому термическому напряжению, например, электродвигателя. Кроме того, высокая цикличность является причиной больших механических напряжений, способных привести к неустойчивости подвижной спирали.

Параллельная работа компрессоров

Параллельная работа в одном холодильном контуре

Классическое *параллельное соединение* включает одновременную работу нескольких компрессоров на общий холодильный контур. Требуемая холодо- или теплопроизводительность распределяется по компрессорам, причем возможно их объединение как по одинаковым, так и по разным мощностям. С помощью интеллектуальной

стратегии управления можно обеспечить высокий уровень регулирования холодопроизводительности системы. К типичным примерам систем с параллельно работающими компрессорами относятся системы холодоснабжения супермаркетов, в которых требуемая нагрузка может изменяться в широком диапазоне. Оборудование компрессоров механическими (встроенными) системами регулирования холодопроизводительности в зависимости от потребности в холоде, а также частоты циклов или значительных изменений рабочих условий возможно или даже необходимо.

Изменение частоты вращения является еще одной возможностью регулирования, которая может использоваться, например, только на одном из компрессоров, обеспечивая непрерывный контроль нагрузки, так же как и выравнивание изменений, вызванных включением/выключением отдельных компрессоров.

В принципе все рассмотренные выше конструкции компрессоров хорошо работают при параллельном подключении, причем требования к распределению масла между отдельными компрессорами могут существенно различаться (в частности, при соединении компрессоров разных мощностей). Основываясь на проводимых испытаниях, BITZER разработал для каждого типа компрессоров решения, характеризующиеся простотой и высокой эксплуатационной надежностью (см. соответствующий список информационных брошюр в конце этого раздела).

Так, для параллельно работающих винтовых компрессоров серий HS и OS используется общий маслоотделитель, и подача масла через трубопроводы регулируется соленидными или встроенными запорными вентилями. Соответственно можно объединить компрессоры различной холодопроизводительности, которые могут работать даже с различными давлениями всасывания.

Альтернативным решением в регулировании холодопроизводительности является применение

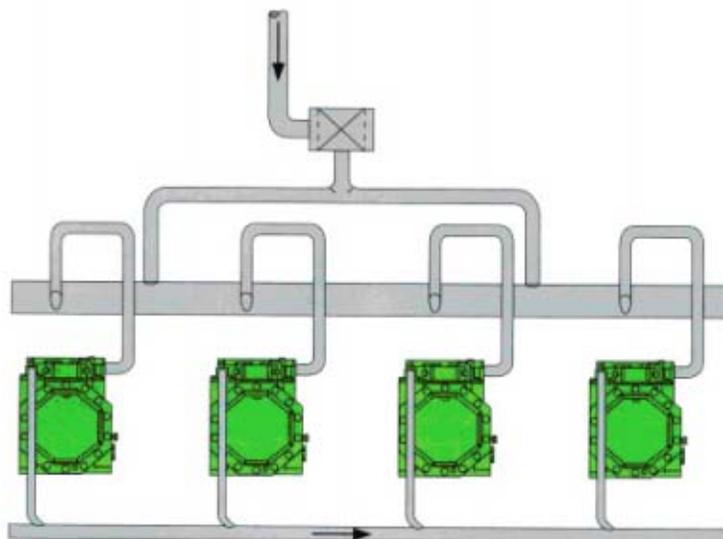


Рис. 7. Пример простой системы параллельно работающих компрессоров Octagon® с оптимизированным всасывающим коллектором

поршневых *тандем-компрессоров*. В этом случае выравнивание уровня масла обеспечивается конструктивно, так что принятия дополнительных мер обычно не требуется. BITZER предлагает широкую гамму тандем-компрессоров относительно малых описанных объемов (начиная с 2—11,4 м³/ч). Даже небольшие 4-цилиндровые модели Octagon® (начиная с 2—18 м³/ч) обеспечивают возможность установки регулятора для отключения цилиндра, с помощью которого возможно ступенчатое изменение холодопроизводительности: 25-50-75—100 %.

Параллельная работа отдельных холодильных контуров

При таком варианте несколько отдельных холодильных контуров скомбинированы в систему. При этом конденсаторы и испарители объединены в один агрегат с разделением на стороне хлад-агента, а контур промежуточного хладоносителя выполняется общим. Типичными образцами таких систем являются чиллеры, комплектуемые при больших холодопроизводительностях в основном компактными винтовыми компрессорами. Широкий диапазон регулирования данных компрессоров в сочетании с параллельной работой отдельных контуров охлаждения делают возможной высокую точность регулирования. Для меньших холодопроизводительностей используются также поршневые и спиральные компрессоры.

Преимущество данного системного решения заключается в относительно простой настройке индивидуальных контуров охлаждения и повышенной безопасности в случае утечки хладагента. К недостаткам можно отнести отчасти более высокие инвестиционные расходы и недостаточное использование теплообменника при частичных нагрузках. Несмотря на отдельные холодильные контуры, необходимо регулировать последовательность работы компрессоров. Так как контур промежуточного хладоносителя является общим, хладоноситель проходит также и через отключенные участки испарителя. Таким образом, между конденсатором и испарителем поддерживается постоянная разность давлений. Даже небольшие перетечки между сторонами высокого и низкого давления могут привести к перемещению хладагента на сторону всасывания, что может вызвать гидроудар при следующем пуске компрессора.

Изменение частоты вращения вала компрессора

Этот метод регулирования холодопроизводительности уже в течение многих лет применяется в компрессорах объемного типа, причем в основном в открытых компрессорах, приводимых через передачу с изменяемым передаточным числом, или в компрессорах, оснащенных специальными двигателями со скоростной модуляцией. Однако такие концепции привода были по большей части исключением и использовались лишь в случаях, когда классическое регулирование холодопроизводительности было невозможным или существовали специальные требования.

Лишь после появления преобразователей частоты (частотных инверторов) для изменения скорости обычных (недорогих) асинхронных двигателей это решение стало тиражироваться и в настоящее время широко используется в различных областях.

Многоскоростной электродвигатель

Многоскоростные электродвигатели относительно недороги, поэтому они применялись для различных конструкций газовых компрессоров, когда механическое регулирование производительности было затруднено по техническим или экономическим причинам. Между тем данный тип электродвигателя почти не используется для холодильных компрессоров. Кроме развития альтернативных систем причинами этого могут также быть серьезные недостатки привода.

Для холодильных компрессоров обычные многоскоростные электродвигатели могут быть оптимизированы по эффективности, вращающему моменту и коэффициенту мощности только для одной определенной частоты вращения. На любой другой частоте данный электродвигатель показывает значительно худшие результаты. Более того, каждое изменение частоты вращения эквивалентно новому пуску с высокими пусковыми токами, так что большая интенсивность циклов регулирования очень негативно влияет на срок службы компрессора и электродвигателя, а также на нагрузку электрической сети.

Электродвигатель с частотным инвертором

Как было сказано выше, частотные инверторы (рис. 8) обеспечивают регулирование частоты вращения обычных асинхронных двигателей, и поэтому могут весьма эффективно использоваться для большинства типов компрессоров. Тем не менее возникает вопрос, является ли данная относительно дорогая технология (из-за стоимости инвертора) экономически обоснованной по сравнению с ранее описанными методами. Общая единая оценка в данном случае затруднена — вопрос следует рассматривать с учетом полного спектра перечисленных ниже технических возможностей и требований к точности регулирования.

Возможность регулирования частоты вращения одно- и трехфазных асинхронных двигателей

- Плавное регулирование производительности в широком диапазоне: высокая точность регулирования; снижение числа пусков компрессора.

- Использование компрессоров, для которых рамки применения механических методов регулирования ограничены.

- Потенциальное увеличение холодопроизводительности компрессора посредством превышения синхронной частоты (в отличие от прямого энергоснабжения).

Мягкий пуск электродвигателя/компрессора.

- Значительно меньший пусковой ток при полном крутящем моменте: пусковой ток ограничен 100-160% максимального рабочего тока (отсюда отсутствие пиков пускового тока, низкая нагрузка на сеть); разгрузка при пуске не требуется ввиду высокого крутящего момента; низкая нагрузка на электродвигатель при пуске.

- Сниженная механическая нагрузка на компрессор, а также улучшенные условия смазки.

- Сниженный риск попадания жидкого хладагента в компрессор при пуске.

При использовании частотных инверторов для регулирования холодопроизводительности необходимо учитывать несколько основных соотношений. В асинхронных электродвигателях частота вращения определяется числом пар полюсов и частотой тока питающей сети. При фиксиро-

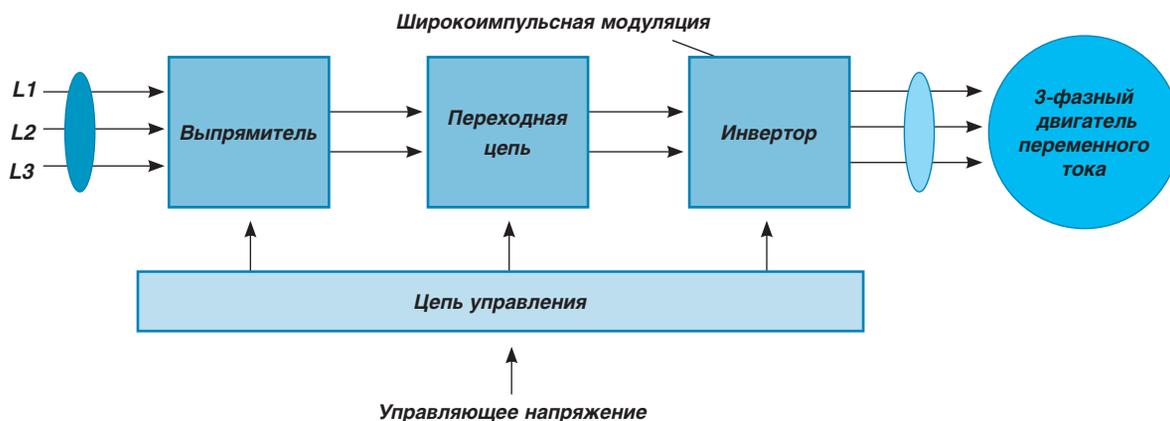


Рис. 8. Принципиальная схема частотного инвертора

ванном числе полюсов (стандартные электродвигатели) частота вращения пдв изменяется в зависимости от частоты тока сети f .

$$n_{дв} = 60f/N - n_{пр}$$

Здесь N — число пар полюсов; $n_{пр}$ — частота проскальзывания.

При этом, однако, для соответствующей адаптации магнитного потока требуется одновременное изменение напряжения питания, что влияет на вращающий момент привода. При определенных эксплуатационных условиях для объемных компрессоров, например поршневых, винтовых и спиральных, требуется практически постоянный вращающий момент во всем диапазоне частот вращения. Поэтому с точки зрения магнитных условий изменение напряжения U должно быть пропорциональным изменению частоты f : $U/f = \text{const}$.

При этом необходимо учитывать, что обычные инверторы не могут выдавать рабочее напряжение электродвигателя выше напряжения питания. Это значит, что на электродвигатель, рассчитанный на конкретное напряжение питания (например, 400 В, 50 Гц, 3 фазы), во время работы с превышением синхронной частоты ($f > 50$ Гц) будет подаваться «пониженное напряжение», т.е. электродвигатель не сможет обеспечить полного вращающего момента. Но при условии, что электродвигатель сохраняет достаточный резерв мощности при максимальной нагрузке компрессора (приблизительно 25% до 60 Гц), эта схема может даже быть предпочтительной. В случае отказа инвертора возможна работа в аварийном режиме непосредственно от источника электроснабжения.

Однако, если максимальный вращающий момент уже достигнут при нормальных условиях, необходим специальный электродвигатель. Иногда применяются так называемые усилители напряжения (при этом необходимо соблюдать пределы напряжения электродвигателя). В зависимости от конструкции и/или допустимого диапазона частот вра-

щения вала компрессора возможны следующие опции специальных электродвигателей на основе вышеуказанного питания 400 В, 50 Гц, 3 фазы (рис. 9):

- 400 В, 60 Гц, 3 фазы (прямая В на рис. 9). Используется до 60 Гц (+20% частоты вращения электродвигателя) с полным вращающим моментом электродвигателя.

- 230 В, 50 Гц, 3 фазы (прямая С на рис. 9). Используется до 87 Гц (+73% частоты вращения электродвигателя) с полным вращающим моментом электродвигателя. Необходимо соблюдение максимально допустимой частоты вращения вала компрессора.

Все компрессоры BITZER рассчитаны на работу с превышением синхронной частоты, а также могут работать при очень низких частотах (20...30 Гц, в зависимости от типа компрессора и рабочих условий), чем обеспечивается особенно широкий диапазон их холодопроизводительности. Дополнительная информация представлена в последующих разделах и в дополнительной документации, перечисленной в конце этого раздела.

Этапы развития и опыт эксплуатации

За более чем 20 лет большое число компрессоров BITZER с частотными инверторами было поставлено для самых различных сфер применения. Ниже приведено краткое описание этапов совершенствования инверторов и приобретенного опыта работы.

На первом этапе надежность силовой электроники была недостаточной для соответствия высоким требованиям в области охлаждения и кондиционирования воздуха. Более того, затраты на инвертор порой многократно превышали стоимость компрессора. Тем не менее компания, очень рано поняв преимущества данной технологии, начала в 1984 г. проводить всесторонние испытания и в том же году представила на выставке ИКК функциональную модель полугерметичного винтового компрессора с инверторным регулированием.

Первый чиллер на базе двух винтовых компрессоров с регулируемой частотой вращения (НСК7061—80) был введен в эксплуатацию в 1987 г. (система

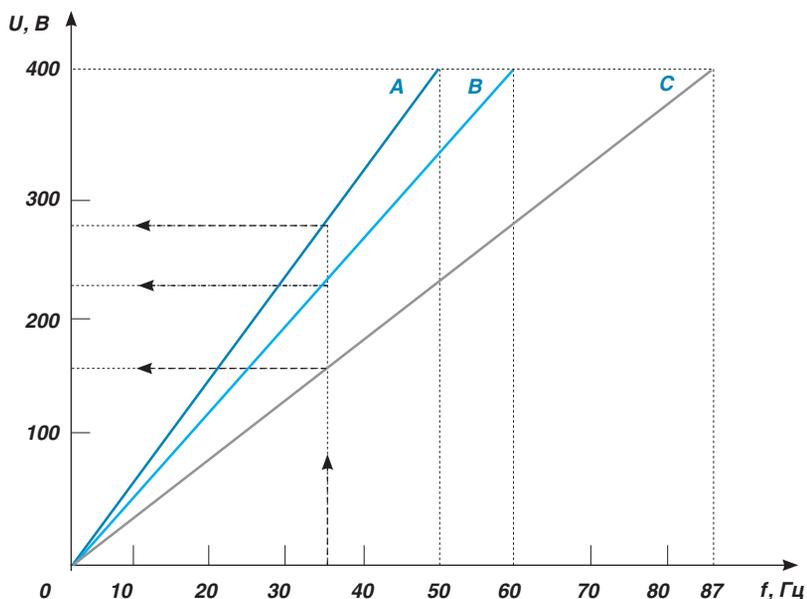


Рис. 9. Зависимость напряжения от частоты при постоянном вращающем моменте электродвигателя: А — электродвигатель 400 В, 50 Гц, 3 фазы; Б — электродвигатель 400 В, 60 Гц, 3 фазы; С — электродвигатель 230 В, 50 Гц, 3 фазы

кондиционирования воздуха в одном из офисных зданий в Мюнхене). Но уже годом ранее первые полугерметичные 4- и 6-цилиндровые поршневые компрессоры с частотными инверторами были установлены в железнодорожных пассажирских вагонах. На электродвигатель в этом случае подавалось пилообразное напряжение вместо обычного синусоидального.

Заслуживающей внимания инновацией стала разработка герметичных винтовых компрессоров (VSK31) с частотным инвертором, работающим в диапазоне 20...87 Гц (1200...5200 об/мин). Мало известно, что эти компрессоры уже с 1988 г. работают в поездах ICE (InterCityExpress) немецких железных дорог и за это время доказали свою надежность также в ряде других проектов.

Уже с начала 90-х годов многочисленные холодильные централи с поршневыми и винтовыми компрессорами обогатились частотными инверторами. В большинстве таких систем регулировалась частота вращения вала только ведущего компрессора. В сочетании с периодическим режимом работы и/или ступенчатым регулированием параллельно работающих компрессоров такое решение обеспечивает весьма рентабельное и качественное регулирование.

В процессе работы над серией Octagon®, выпущенной на рынок в 1998 г., создавалась особая конструкция компрессора для расширенного диапазона частот вращения. Был разработан 4-цилиндровый ряд компрессоров относительно малой холодопроизводительности, оптимизирован массовый баланс, применен короткий ход поршня, создана специальная центробежная система смазки. Такой подход обеспечивал безопасную и эффективную работу при частотах намного выше синхронной и стал наилучшей предпосылкой рентабельного применения частотных инверторов.

Один из проектов в рамках этой разработки — 2-ступенчатый компрессор из легкого сплава, специально предназначенный для работы при изменяющейся частоте вращения. Инвертор размещен непосредственно на компрессоре (рис. 10) и охлаждается газом промежуточного давления, т.е. нет необходимости в отдельной системе охлаждения.

Этот компрессор был разработан в соответствии с особыми требованиями для использования в рефрижераторных контейнерах на судах. Он работает в широком диапазоне температур (от высоких до низких) при частотах вращения 600...2900 об/мин (20...100 Гц), что позволяет достичь ранее невозможных уровней качества и эффективности регулирования. Несколько тысяч этих компрессоров работают по всему миру в рефрижераторных контейнерах. Результаты эксплуатации и надежность их отличные.

Достаточно долго данные компрессоры проходили также испытания в тепловых насосах «воздух-вода», в очередной раз подтвердив свою замечательную эффективность и характеристики регулирования.

Между тем также были разработаны компрессоры Octagon® на базе стандартных серий со смонтированными инверторами, охлаждаемыми всасываемым газом.

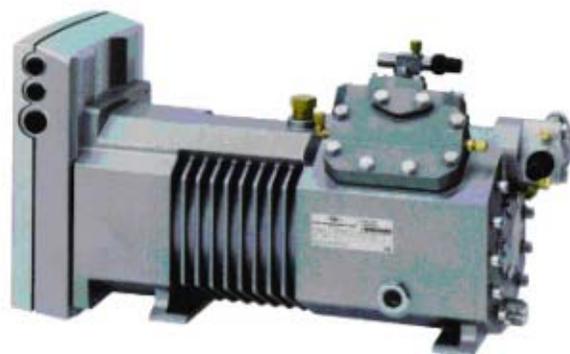


Рис. 10. Полугерметичный поршневой компрессор с размещенным на нем частотным инвертором

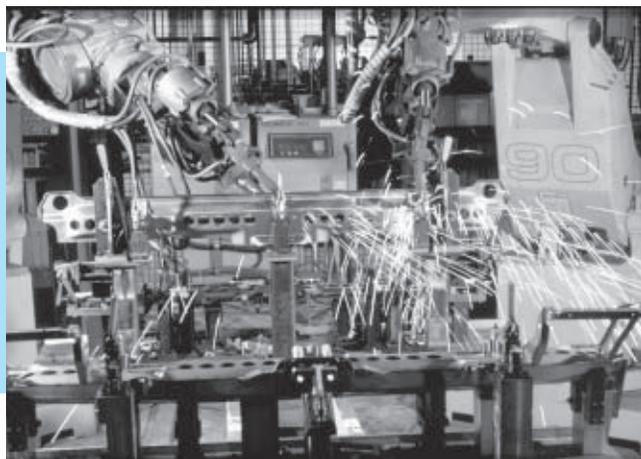


Рис. 11. Компрессорно-конденсаторный агрегат с воздушным охлаждением на базе поршневого компрессора с изменяемой частотой вращения

Они используются в новых сериях компрессорно-конденсаторных агрегатов EuroStar (рис. 11), отличающихся, в частности, высокой точностью регулирования и низким энергопотреблением.

Спиральные компрессоры BITZER тоже изначально предназначены для расширенного диапазона частот вращения (35...65 Гц). После всесторонних лабораторных испытаний значительное число спиральных компрессоров с частотными инверторами длительное время находилось в эксплуатации. Результаты работы отличные, и эффективность при частичных нагрузках значительно выше, чем при механических методах регулирования.

По материалам компании BITZER



В. А. Янсюкевич,
инженер службы
энергоснабжения
ООО «Севергазпром»

МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ

Область применения

Рекомендации настоящей методики применяются при проведении испытаний косинусных конденсаторов, конденсаторов связи, отбора мощности и конденсаторов применяемых для защиты вращающихся машин от перенапряжений.

Косинусные конденсаторы предназначены для повышения коэффициента мощности электроустановок переменного тока частоты 50 Гц как для групповой, так и для индивидуальной компенсации.

Конденсаторы устанавливаются на подстанциях предприятия на стороне высокого (6—10 кВ) и низкого (0,22—0,66 кВ) напряжения, а также у распределительных пунктов в цехах или отдельных приемников электрической энергии.

Подключение конденсаторов производится параллельно с индуктивным сопротивлением сети (поперечная компенсация), в большинстве случаев схема соединения конденсаторов в установках компенсации мощности — треугольник.

Конденсаторы применяемые для защиты вращающихся машин от атмосферных перенапряжений устанавливаются на стороне высокого напряжения в ЗРУ-10 кВ и подключаются параллельно вентильным разрядникам или ОПН. При этом три конденсатора собираются в звезду и общая точка схемы соединяется с землей.

Конденсаторы связи применяются в установках высокочастотной связи для разделения цепей высокого и низкого напряжения.

Конструкции конденсаторов и их технические данные.

Внешний вид косинусного конденсатора представлен на рис. 1.

Конденсатор состоит из герметического металлического корпуса, в котором размещаются секции. Секция конденсатора (рис. 2) представляет собой катушку, изготовленную путем намотки двух лент алюминиевой фольги, разделенных конденсаторной бумагой, на цилиндрическую оправу. После намотки секциям придается плоская форма для удобства размещения их в корпусе. Ленты из алюминия

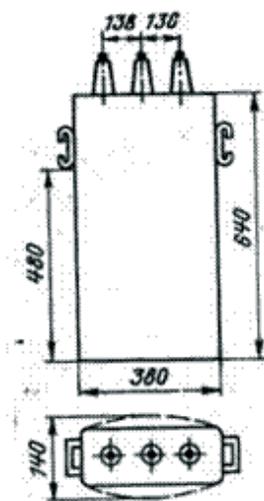


Рис. 1 Внешний вид и размеры косинусного трехфазного конденсатора на напряжение 0,4 кВ

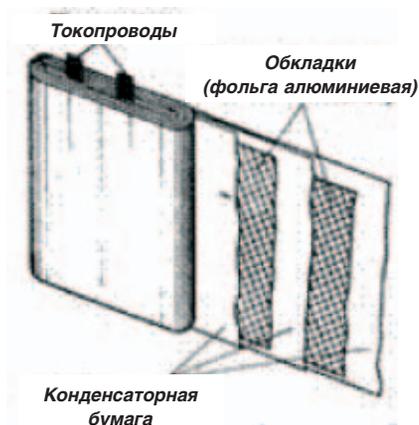


Рис. 2. Секция косинусного конденсатора

евои фольги являются обкладками конденсатора и имеют выводы. Секции конденсатора набираются в пакет и соединяются между собой последовательно или параллельно в зависимости от типа и мощности конденсатора. Выводы пакета через проходные изоляторы подключаются к зажимам. Конденсаторы изготавливаются однофазными или трехфазными на различные по величине напряжения и мощности.

Краткие данные некоторых типов конденсаторов, применяемых в электроустановках для компенсации реактивной мощности, приведены в таблице 1.

Буквы и цифры в обозначении типоразмеров означают: К — косинусные; М — пропитка маслом; С — пропитка

синтетическими жидкостями; 2 — второй габарит корпуса; 0,220,380,5 и т.д. — номинальное напряжение конденсатора в киловольтах; 4,5,13 и т.д. — номинальная мощность в киловольт-амперах реактивных.

В конденсаторах первого габарита количество секций в пакете равно 30. Конденсаторы второго габарита состоят из двух пакетов по 30 секций в каждом.

Секции в пакете изолируются друг от друга изолирующими прокладками, затем весь пакет помещается в металлический корпус. В корпусе пакет подвергается термической обработке для удаления из изоляционной влаги и воздуха, затем корпус заполняется маслом или синтетической жидкостью и герметически закрывается.

Отдельные конденсаторы устанавливаются в ячейки — шкафы, в дополнение к конденсаторам монтируется аппаратура управления: контакторы, ключи, автоматы и т.п. Конденсаторная установка применяется для компенсации реактивной мощности на подстанциях, предприятиях и отдельных электроприемниках.

Внешний вид конденсаторной установки фирмы VEV представлен на рисунке 3.

Конденсаторные установки оснащаются регуляторами реактивной мощности и могут работать как в ручном, так и в автоматическом режиме. Конденсаторы в установках включаются обычно не одновременно, а по секциям, при этом каждая последующая секция увеличивает емкость уже подключенной к сети батареи.

В настоящее время конденсаторные установки выполняются из отдельных конденсаторов малой емкости (порядка 70 мкФ), из которых собирают общую емкость ступеней. Причем каждая из секций состоит из отдельных

Таблица 1

Типоразмеры конденсаторов	Номинальные			Масса (кг)	Высота с изоляторами (мм)	Вид исполнения
	напряжение (В)	мощность (кВА)	емкость (мкФ)			
КМ-0,22-4,5	220	4,5	296	26	408	Трехфазные или однофазные
КМ-0,38-13	380	13	286		408	
КМ-0,5-13	500	13	165		408	
КМ-0,66-13	660	13	95		422	
КМ-3,15-13	3150	13	4,17	24	445	Однофазные
КМ-6,3-13	6300	13	1,04		475	
КМ-10,5-13	10500	13	0,376		530	
КМ2-0,22-9	220	9	592	52	726	Трехфазные и однофазные
КМ2-0,38-26	380	26	572		726	
КМ2-0,5-26	500	26	330		726	
КМ2-3,15-26	3150	26	8,34	48	760	Однофазные
КМ2-6,3-26	6300	26	2,08		790	
КМ2-10,5-26	10500	26	0,752		845	
КС-0,22-6	220	6	395	28	408	Трехфазные и однофазные
КС-0,22-8	220	8	526		408	
КС-0,38-18	380	18	397		408	
КС-0,38-25	380	25	551		408	
КС-0,5-18	500	18	229		408	
КС-0,66-20	660	20	146		422	
КС-0,66-25	660	25	183		422	



Рис. 3. Внешний вид конденсаторной установки

элементов которые управляются несколькими коммутационными аппаратами. Коммутационные аппараты одной секции включаются одновременно.

Кроме компенсации реактивной мощности некоторые типы конденсаторов применяются для защиты электроустановок от перенапряжений, в качестве делителей напряжения, в установках связи и для отбора мощности.

Объект испытания

При проведении испытаний конденсаторов производится:

- Внешний осмотр
- Измерение сопротивления изоляции
- Измерение сопротивления разрядного резистора
- Измерение емкости
- Измерение тангенса угла диэлектрических потерь
- Испытаний повышенным напряжением
- Испытание батарей конденсаторов.

Внешнему осмотру (визуальному контролю) подвергаются корпуса и изоляторы конденсаторов, состояние коммутационной аппаратуры конденсаторных установок и батарей.

Разрядный резистор конденсаторной батареи или отдельного конденсатора служит для снижения уровня напряжения на конденсаторе после отключения его от сети, путем разряда на себя. Сопротивление может быть вмонтировано

в конденсатор или установлено снаружи между выводами конденсатора.

Сопротивление изоляции измеряется между выводами конденсатора и корпусом.

Емкость конденсатора является определяющим параметром для оценки работоспособности конденсатора или конденсаторной батареи.

Определяемые характеристики

Внешний осмотр.

Производится путем визуального контроля.

При обнаружении течи (капельной или иной) жидкого диэлектрика конденсатор бракуется независимо от результатов остальных испытаний.

Измерение сопротивления изоляции

Измерение сопротивления изоляции конденсатора или конденсаторной батареи производится между замкнутыми между собой выводами и корпусом (землей). Сопротивление изоляции не нормируется. Измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500В.

Измерение сопротивления разрядного резистора конденсаторов

Сопротивление разрядного резистора не должно превышать 100 МОм.

Измерение емкости

Емкость измеряется у каждого отдельно стоящего конденсатора с выводом его из работы или под рабочим напряжением (путем измерения емкостного тока или распределения напряжения на последовательно соединенных конденсаторах).

Измерение емкости является обязательным после испытания конденсатора повышенным напряжением.

Отклонение измеренных значений емкости конденсаторов от паспортных значений не должны выходить за пределы, указанные в таблице 2.

При контроле конденсаторов под рабочим напряжением оценка их состояния производится сравнением измеренных значений емкостного тока или напряжения конденсатора с исходными данными или значениями, полученными для конденсаторов других фаз (присоединений).

Таблица 2

Наименование	Допустимое изменение измеренной емкости конденсатора относительно паспортного значения, %	
	При первом включении	В эксплуатации
Конденсаторы связи, отбора мощности и делительные	±5	±5
Конденсаторы для повышения коэффициента мощности и конденсаторы, используемые для защиты от перенапряжений	±5	±10
Конденсаторы продольной компенсации	+5, -10	±10

Таблица 3

Конденсаторы для повышения коэффициента с номинальным напряжением, кВ	Испытательное напряжение частоты 50Гц, (кВ)	Испытательное выпрямленное напряжение, (кВ)
0,22	2,1	4,2
0,38	2,1	4,2
0,5	2,1	4,2
1,05	4,3	8,6
3,15	15,8	31,6
6,3	22,3	44,6
10,5	30,0	60
Конденсаторы для защиты от перенапряжений типа:		
СММ-20/3-0,107	22,5	25
КМ2-10,5-24	22,5-25,0	45-50

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь

Измерение производится на конденсаторах связи, конденсаторах отбора мощности и конденсаторах делителей напряжения.

Измеренное значение $\operatorname{tg} \delta$ не должно превышать 0,3% (при температуре 20°C) при первом включении и 0,8% в эксплуатации.

Испытание повышенным напряжением

Испытывается изоляция относительно корпуса при закороченных выводах конденсатора.

Величина и продолжительность приложения напряжения регламентируется заводскими инструкциями.

Испытательные напряжения промышленной частоты для различных конденсаторов приведены ниже в табл. 3.

Испытания напряжением промышленной частоты могут быть заменены одномоментным испытанием выпрямленным напряжением, приведенным в таблице 3.

Испытание батареи конденсаторов.

Испытание производится трехкратным включением батареи на номинальное напряжение с контролем значений токов по фазам. Токи в фазах не должны отличаться более чем на 5%. Контроль тока может осуществляться по приборам конденсаторной установки. Перед включением конденсаторной установки на номинальное напряжение желательно провести наладку регулятора с помощью приборов — например с применением прибора «РЕТОМ-41». Это позволит проверить коммутационные аппараты и работоспособность регулятора.

Условия испытаний и измерений

Испытание конденсаторов производят при температуре окружающей среды не ниже +20°C, в сухую погоду (или в помещении).

Влажность окружающего воздуха имеет значение при проведении высоковольтных испытаний, т.к. конденсат на конденсаторах и их изоляторах может привести к пробоям изоляции и, соответственно, к выходу из строя оборудования (как испытательного, так и испытуемого). Перед проведением высоковольтных испытаний конденсаторы следует протереть от пыли, грязи и влаги.

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

Средства измерений

Измерение сопротивления разрядного сопротивления конденсаторов производят с помощью мостов постоянного тока типа Р333, ММВ и других. Кроме того, в большинстве случаев для измерения сопротивления разрядного резистора подойдет различные мультиметры.

Измерение сопротивления изоляции производится с помощью мегаомметра на напряжение 2500В, например МС-05.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производят с помощью различных установок, которые состоят из следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. К таким аппаратам можно отнести установку АИИ — 70, АИД — 70, а также различные высоковольтные испытательные трансформаторы, которые обладают достаточным уровнем защиты и надлежащим уровнем подготовлены для проведения испытаний.

Измерение емкости конденсаторов и тангенса угла диэлектрических потерь производится с помощью мостов переменного тока типа Р2056 и прибора «ВЕКТОР». Кроме того, измерение емкости можно произвести с помощью многофункционального измерительного прибора MS-2000.

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

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

Порядок проведения испытаний и измерений

Измерение сопротивления изоляции конденсаторов

Измерение сопротивления изоляции конденсаторов производится при закороченных выводах конденсатора относительно корпуса (земли). Схема для проведения измерения сопротивления изоляции представлена на рисунке 4.

Измерение сопротивления изоляции конденсаторов в установках с составными батареями конденсаторов производится по схеме представленной на рисунке 4.1. Так как невозможно произвести объединение всех выводов конденсаторов для производства одного измерения необ-

ходимо производить измерение отдельно для каждого полюса конденсаторов относительно корпуса.

Первое измерение производят после объединения силовых шин конденсаторной установки. Это позволяет произвести одно измерение для сопротивления изоляции всех конденсаторов в установке с той стороны, которая подключена к силовым шинам непосредственно (смотри схему).

Вторые обкладки конденсаторов подключаются к силовым шинам после включения коммутационных аппаратов, поэтому, измерить сопротивление изоляции этих обкладок, можно только непосредственно с коммутационных аппаратов как показано на рисунке 4.1.

Предохранители силовых цепей снимать нет необходимости, так как они позволяют объединить все силовые цепи конденсаторной установки.

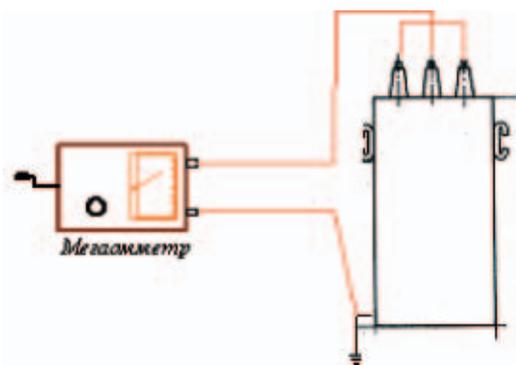


Рис. 4. Схема измерения сопротивления изоляции конденсатора

Измерение сопротивления разрядного резистора конденсаторов

Измерение с применением ММВ производится по схеме, приведенной на рисунке 5, поочередно для каждой из фаз конденсатора.

При измерении сопротивления резистора в фазах А-В и А-С (смотри рисунок) сопротивление резистора принимается равным показанию прибора, а при измерении сопротивления фаз В-С сопротивление резистора равно показанию прибора деленному на два. В некоторых случаях лучше производить измерение с отключением разрядных сопротивлений от конденсаторов. Это возможно если разрядные сопротивления стоят с внешней стороны конденсаторов (например на немецких конденсаторных установках типа VEM).

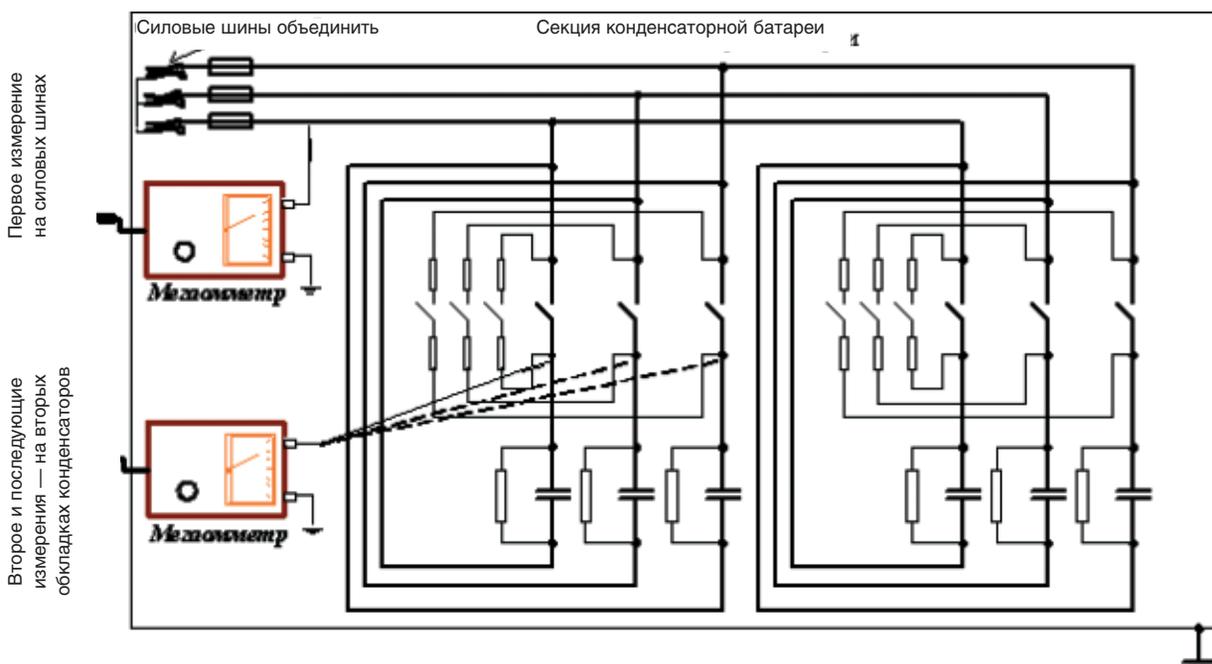


Рис. 4.1. Схема измерения сопротивления изоляции конденсаторов в установках с наборными секциями конденсаторов

Измерение емкости

Измерение емкости конденсаторов производится в соответствии со схемой, представленной на рисунке 6.

Измерение емкости с помощью амперметра — вольтметра производится по схеме, представленной на рисунке 7, с подачей переменного напряжения частоты 50 Гц. При этом величина напряжения должна быть определена расчетным путем и не должна превышать номинальное значение конденсатора.

После производства измерений однофазных конденсаторов методом амперметра — вольтметра необходимо произвести расчет емкости конденсатора по полученным значениям тока и напряжения:

$$C_x = 10^6 \times I / (\omega \times U);$$

где

C_x — значение емкости (мкФ);

I — измеренный ток (А);

U — измеренное напряжение (В);

ω — угловая частота (314).

Аналогичные измерение производят при определении емкости трехфазных конденсаторов. Но в этом случае существуют некоторые особенности. Схема измерения представлена на рисунке 8. Производится три измерения.

Полученные результаты обрабатываются следующим образом:

- Определяется емкость в каждом измерении по формуле, приведенной выше, исходя из значений тока и напряжения

- Емкость каждой фазы определяется по формулам:

$$C_{B-C} = (C_{x A-C} + C_{x B-C} - C_{x A-B}) / 2$$

$$C_{A-B} = (C_{x A-B} + C_{x B-C} - C_{x A-C}) / 2$$

$$C_{A-C} = (C_{x A-B} + C_{x A-C} - C_{x B-C}) / 2$$

- Полная емкость конденсатора определяется по формуле:

$$C = (C_{B-C} + C_{A-B} + C_{A-C}) / 3$$

Емкости отдельных фаз не должны отличаться более чем на 5%.

Аналогичным образом производится измерение емкости трехфазных конденсаторов с применением мостов переменного тока и прибора MS-2000.

Определение емкости отдельных конденсаторов в установках с наборными секциями удобно производить с использованием прибора MS-2000. Производится это по схеме представленной на рисунке 8.1. Прибор необходимо включить кнопкой «POWER», нажать кнопку «FUNC» и выбрав в меню закладку «CAPACITANCE» нажать кнопку «SET» — произвести измерение.

Силовые предохранители лучше снять для исключения влияния соседних секций. Измерения производятся для каждой группы конденсаторов в секции, при этом конденсаторы, управляемые одним коммутационным аппаратом, не должны отличаться друг от друга более чем на 10%. Ориентироваться необходимо именно на конденсаторы, подключенные к одному коммутационному аппарату (пус-

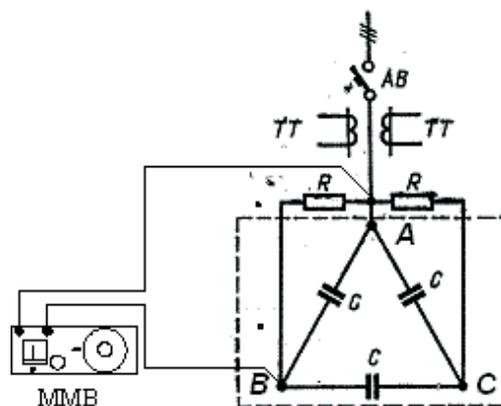


Рис. 5. Измерение сопротивления разрядного резистора конденсатора

Мост пер. тока

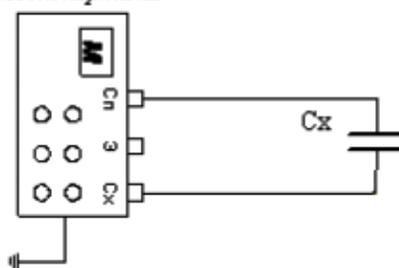


Рис. 6. Измерение емкости конденсатора

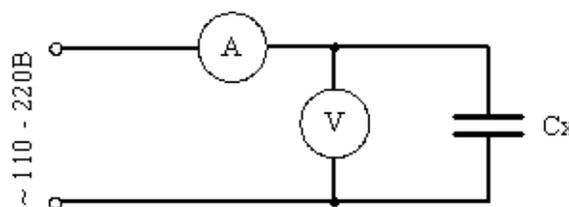


Рис. 7. Измерение емкости методом амперметра-вольтметра

кателю), потому, что конденсаторы в секции могут отличаться по емкости в несколько раз.

Проводить измерение с применением прибора MS-2000 очень удобно, так как можно сразу сравнить полученные результаты и нет необходимости собирать сложные схемы измерений.

Измерение емкости можно производить с применением прибора «ВЕКТОР». Для этого необходимо собрать схему аналогичную показанной на рисунке 6, для однофазных конденсаторов, или на рисунке 8 для трехфазных. С помощью пульта управления необходимо перейти в режим «ИМПЕДАНС» и произвести измерение. Сначала на дисплее высветятся значения емкости и активного сопротивления объекта. С помощью пульта (нажав кнопку «ВЫБОР») можно перейти к показаниям частоты и фазы

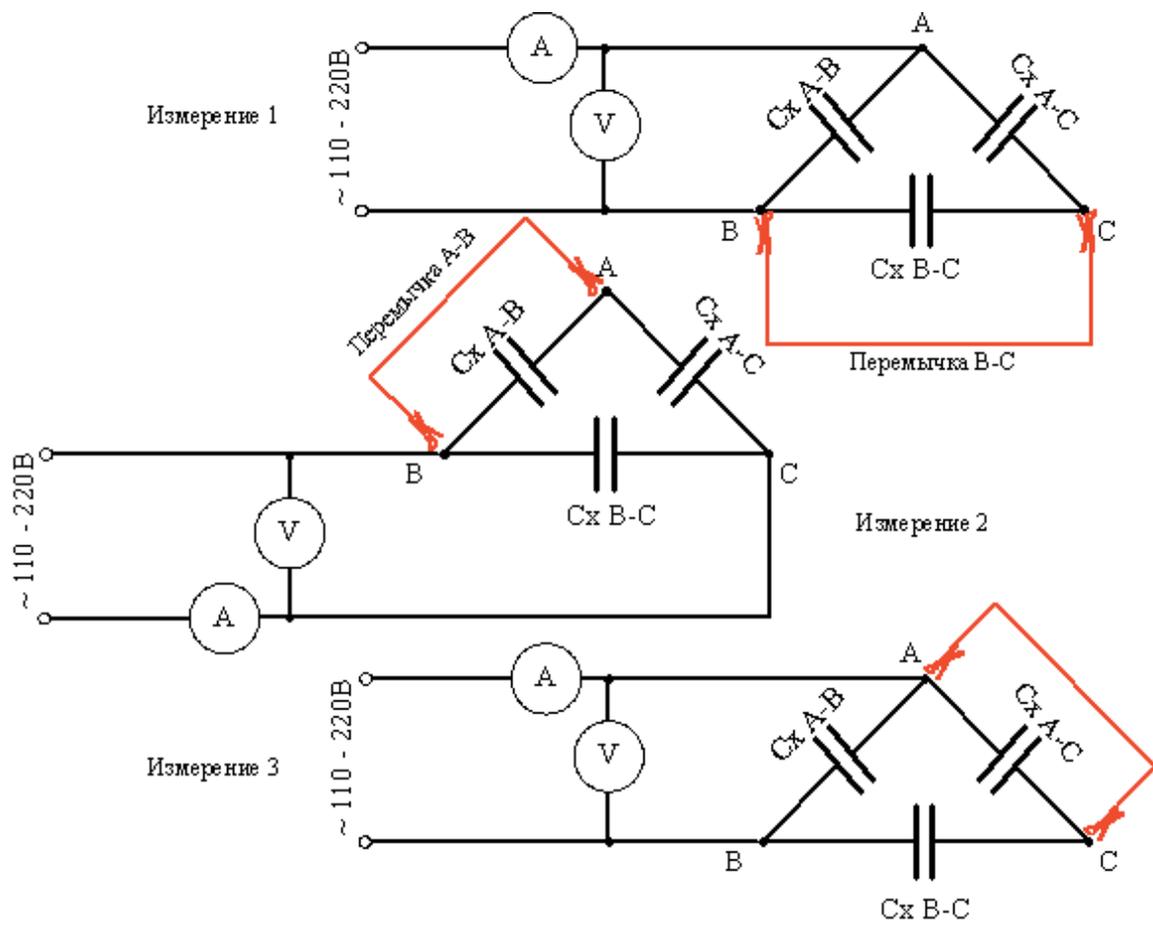


Рис. 8. Измерение емкости трехфазного конденсатора методом амперметра-вольтметра

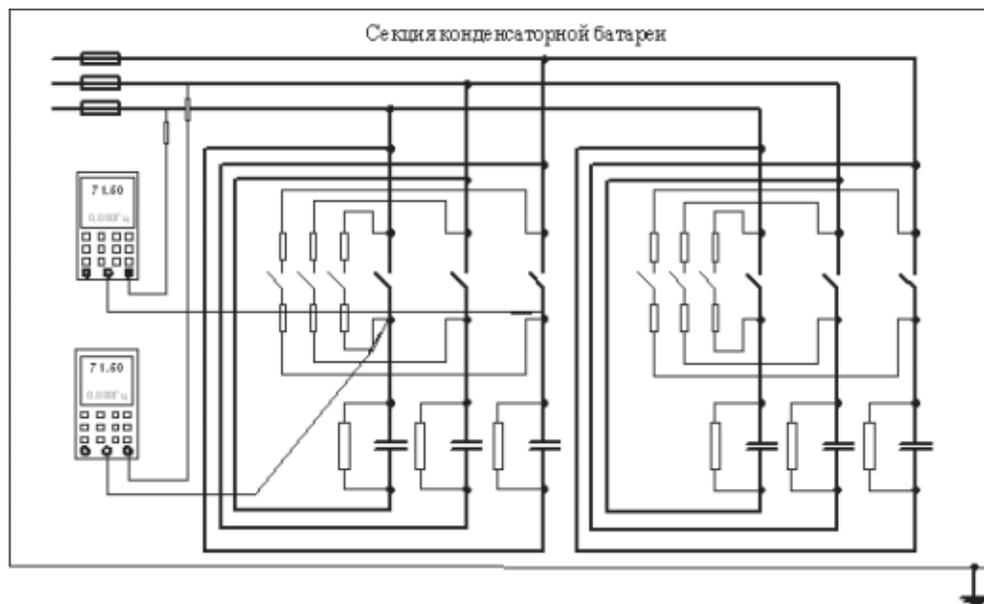


Рис. 8.1. Схема измерения емкости конденсаторов в установках с наборными секциями

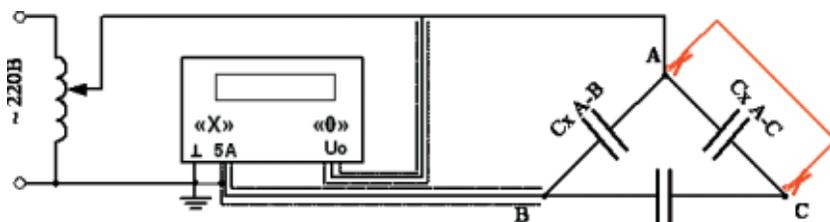


Рис. 8.2. Подключение прибора «Вектор» для измерения емкости конденсатора

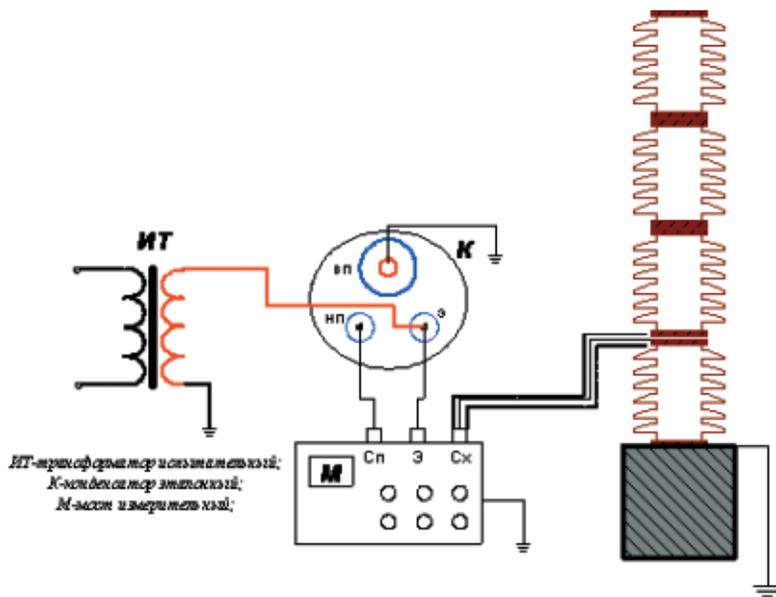


Рис. 9. Схема измерения tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи и конденсатора делителей напряжения по «перевернутой схеме» (отдельно по секциям)

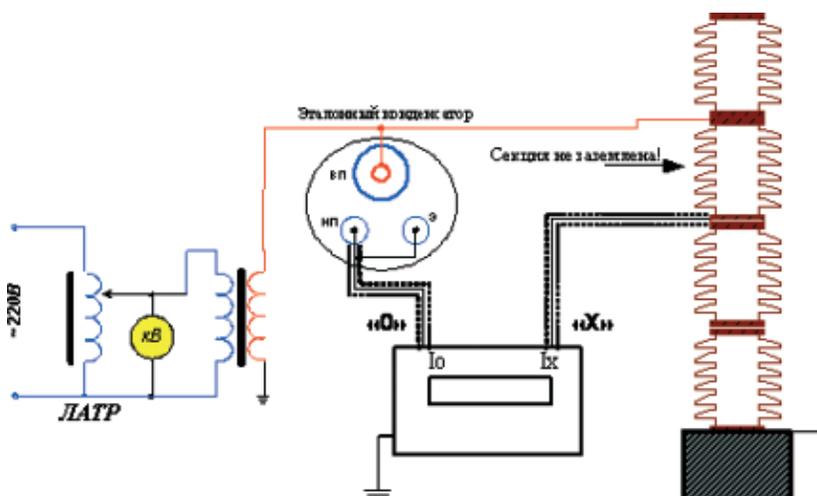


Рис. 9.1. Схема измерения tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи с помощью «Вектора» по прямой схеме

(Гц и градусы), затем к показаниям полного сопротивления и фазы (Ом и градусы) и затем к показаниям напряжения и тока (U_0 и I_x — вольты и амперы).

Следует обратить внимание на то, что при измерении больших емкостей прибор «ВЕКТОР» следует подключать через понизительный трансформатор или ЛАТР (через ЛАТР удобнее — можно подрегулировать напряжение). Схема подключения прибора «ВЕКТОР» представлена на рисунке 8.2.

После проведения измерений необходимо произвести пересчет емкости по формуле приведенной выше. Данные по току и напряжению необходимо зафиксировать для занесения в протокол.

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь

Измерение тангенса угла диэлектрических потерь конденсатора связи производится по схеме, представленной на рис. 9 (измерение по перевернутой схеме подключения моста).

Необходимо сделать два замера — для исключения влияния полярности питающего напряжения (для смены полярности необходимо поменять нуль и фазу на вилке питания). Первое измерение производится для первой секции, второе и последующие — при подключении схемы ко второму и следующему за ним элементу, при этом заземление подключается к верхнему оголовку первой секции, потом второй и т. д, в зависимости от числа секций конденсатора.

Напряжение испытательного трансформатора при проведении измерений мостом переменного тока Р5026 и прибором «ВЕКТОР» должно быть равным 10кВ.

Измерения по «прямой схеме» производятся с подачей высокого напряжения на объект испытания, при этом корпус прибора заземлен, а испытания по «обратной схеме» — с подачей высокого напряжения на корпус прибора, объект испытания — заземлен. «Прямая схема» с прибором «ВЕКТОР» представлена на рис. 9.1. «Обратная схема» приведена на рис. 9 и 9.2.

Для проведения измерения «Вектор» переводится в режим «Диэлектрические параметры». В этом режиме можно нажатием на кнопку «ВЫБОР» перейти в дополнительные режимы с «Компенсацией токов влияния» и «Компенсацией помех общего вида». Во всех режимах прибор измерит I_0 и I_x (мА) — (кнопка «ВЫБОР») емкость и tg (pF и %) — (кнопка «ВЫБОР») рабочее напряжение на объекте и C_0 (кВ и pF) — (кнопка «ВЫБОР») частота и фаза (Гц и градус).

Испытание повышенным напряжением

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производится по схеме на рисунке 10. Выводы конденсатора закорачиваются, и испытание производится относительно земли.

Испытание выпрямленным напряжением производится с применением аппаратом со встроенным выпрямителем. Схема для проведения испытаний на выпрямленном напряжении аналогична схеме на рисунке 10.

После проведения всех испытаний конденсаторов установки компенсации реактивного тока (если испытания проводились для этих конденсаторов) необходимо произвести проверку регулятора реактивной энергии, а затем включать установку под рабочее напряжение. Проверку регулятора необходимо выполнять по заводским инструкциям и схемам.

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
- результаты внешнего осмотра
- используемую схему

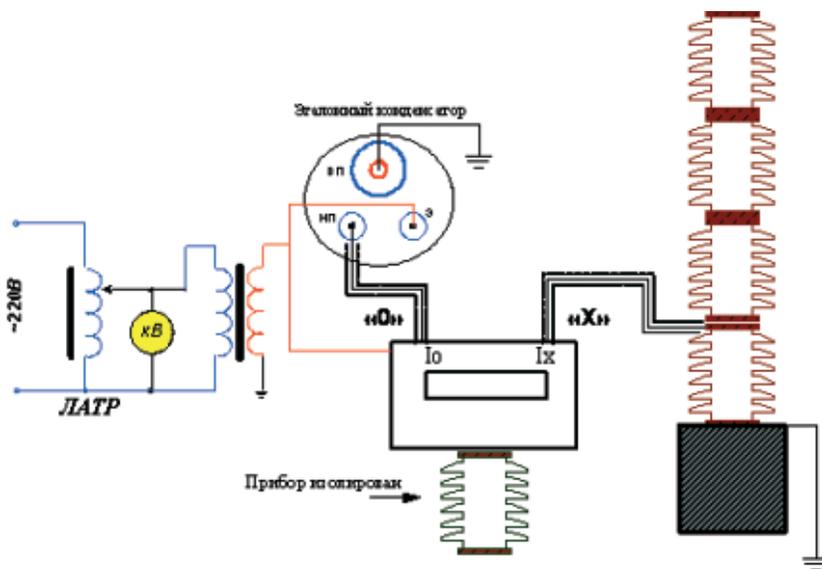


Рис. 9.2. Схема измерения tg угла диэлектрических потерь конденсатора связи с помощью «Вектора» по обратной (инверсной) схеме

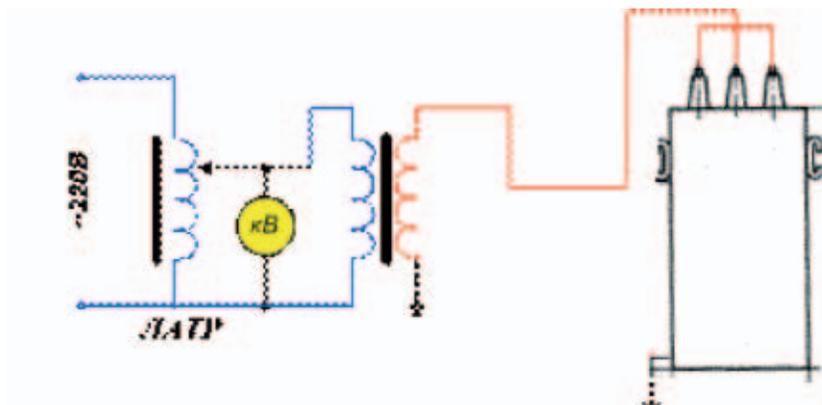


Рис. 10. Схема испытания конденсаторов приложенным напряжением частоты 50 Гц

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД, и на основании сравнения выдается заключение о пригодности объекта к эксплуатации.

При необходимости определения реактивной мощности испытуемого конденсатора (батареи конденсаторов) осуществляют расчет по следующим формулам:

$$Q = C_x \omega U^2 / 1000;$$

где

C_x — значение емкости (мкФ);

U — измеренное напряжение (кВ);

ω — угловая частота (314).

По формуле приведенной выше рассчитывается мощность однофазного конденсатора. При необходимости определения мощности батареи конденсаторов в формулу необходимо добавить коэффициенты, соответствующие схеме соединения конденсаторов в батарее:

$$Q = 3 C_x \omega U^2 / 1000; \text{ (соединение в треугольник)}$$

$$Q = \sqrt{3} C_x \omega U^2 / 1000; \text{ (соединение в звезду)}$$

Данные измерений, произведенных при завышенной (заниженной) температуре окружающего воздуха не требуется приводить к температуре заводских данных или к какой-либо определенной, нормируемой температуре.

Исключение в данном случае составляют результаты измерения тангенса угла диэлектрических потерь, так как нормирование величины тангенса в НТД ведется при температуре 20 °С. Поэтому полученные при испытаниях величины необходимо привести к температуре 20 °С для проведения сравнения с нормами.

Для приведения используют следующую формулу:

$$X = X_1 (t_2 + 235) / (t_1 + 235)$$

где

X — значение параметра (тангенса);

X_1 — значение измеренного параметра (тангенса) при t_2 ;

t_1 — температура в 20 °С;

t_2 — температура при испытании (°С) при которой было проведено испытание.

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.

Пред окончанием работ необходимо:

- Убрать рабочее место восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- Сделать запись в рабочую для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведенные работы

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000В — по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегаомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании силовых кабельных линий.

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе 5.1 Правил Безопасности, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям электрооборудования с соответствующей группой.

Испытания электрооборудования, в том числе и вне электроустановок, проводимые с использованием передвижной испытательной установки, должны выполняться по наряду.

Проведение испытаний в процессе работ по монтажу или ремонту оборудования должно оговариваться в строке «Поручается» наряда.

Испытания электрооборудования проводит бригада, в составе которой производитель работ должен иметь группу IV, член бригады — группу III, а член бригады, которому поручается охрана, — группу II.

Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло и т.п.) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым ограждениями, а двери снабжены блокировкой, допускается выполнять работнику, имеющему группу III, единолично в порядке текущей эксплуатации с использованием типовых методик испытаний.

Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери и невозможность подачи напряжения при открытых дверях. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая, извещающая о включении напряжения до и выше 1000В, и звуковая сигнализация,

извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки.

Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу Ш, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в различных помещениях или на разных участках РУ разрешается нахождение членов бригады, имеющих группу III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от производителя работ. Эти члены бригады должны находиться вне ограждений и получить перед началом испытаний необходимый инструктаж от производителя работ.

Снимать заземление, установленное при подготовке рабочего места и препятствующее проведению испытаний, а затем устанавливать их вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в строке «Отдельные указания» наряда.

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напряжением 380/220В вывод высокого напряжения ее должен быть заземлен.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах заземления, должно быть не менее 4 мм².

Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом или через штепсельную вилку, расположенную на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующие эти сети.

Соединительный провод между испытательной установкой и испытываемым оборудованием сначала должен быть присоединен к ее заземленному выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее указанного в таблице 1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

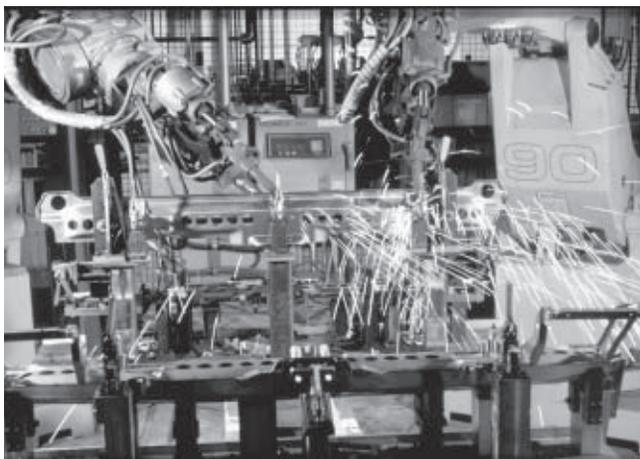
Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- Проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений;
- Проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;
- Предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220В.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие — либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить ее от сети напряжением 380/220В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытаний отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.



ПИРОМЕТРЫ. КАК СДЕЛАТЬ ПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР?

Прежде чем рассуждать о выборе пирометра, сначала надо определиться, что такое пирометры и какими они бывают.

Итак, пирометр или бесконтактный термометр — это приборы для бесконтактного измерения температуры непрозрачных тел по их излучению в оптическом диапазоне спектра, применяются при контроле температурных технологических процессов и для диагностики оборудования.

Принцип действия пирометра прост — все тела, находящиеся при температуре отличные от абсолютного нуля, излучают в пространство лучистую энергию. Различные тела при одинаковой температуре излучают неодинаковые количества энергии при прочих равных условиях. Это объясняется различным физическим состоянием их поверхности, степенью частоты ее обработки, наличием на ней пленок и т.д. Лучистый поток, испускаемый нагретым телом, концентрируется линзой объектива на термоприемник, который преобразует энергию излучения в электрическую. Электрический сигнал измеряется с помощью электроизмерительного прибора. При известных геометрических параметрах оптической системы, пропускании промежуточной среды, коэффициенте преобразования лучистой энергии в электрическую можно измерить энергетическую яркость, и, следовательно, определить температуру нагретого тела.

Классифицировать пирометры можно по следующим признакам:

Спектральный диапазон:

- **Яркостные**
- **Радиационные:**
 - Частичного излучения
 - Полного излучения
- **Цветовые:**
 - Спектрального отношения
 - Многоспектральные



Пирометр FLUKE

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Температурный диапазон:

- Низкотемпературные
- Высокотемпературные

Исполнение:

● **Переносные:**

Пистолетного типа
Корпус «Видеокамера»
В едином корпусе
С выносной измерительной головкой:

Проводные
Оптоволоконные
Беспроводные

● **Стационарные:**

Корпус «Видеокамера»
В едином корпусе
С выносной измерительной головкой:

Проводные
Оптоволоконные
Беспроводные

Устройство прицеливания:

● **Оптический (визир)**

Паралаксный: с индикацией,
без индикации
Беспаралаксный: с индикацией,
без индикации

● **Лазерный:**

Луч со смещением
Двойной лазер
Круговой лазер
Коаксиальный (указка)
Кросс-лазер
Точечный круговой лазер

Показатель визирования:

- Малый 1:10
- Средний 1:50
- Узконаправленный

Регистрация:

● **Дисплей**

● **Фото/видео**

● **Аналоговый выход:**

Термопарный выход
Токовый
Напряжения

● **Цифровой выход:**

CAN
RS-232
RS-485

● **Малая память**

● **Самописец**

Назначение:

- Пирометры для бытовых нужд (экспресс диагностика оборудования на возможное отклонение от нормативной температуры).
- Пирометры для высокоточных измерений (управление технологическими температурными процессами).

Выбирая пирометр, покупатель в первую очередь должен определить для каких целей будет применяться прибор. Итак, задача определена, что дальше? Зачастую покупатель, определив задачу, начинает искать пирометр с приемлемой ценой, обычно, чем ниже, тем лучше, и нужным температурным диапазоном. И, как правило, не обращая внимания на тот факт, что на цену прибора существенно влияют дополнительные функции, заложенные в прибор, а также наличие сертификации и свидетельств о поверке.

Примеры:

Задача 1: необходимо проверить нагрев электрических контактов находящихся на удалении 10 м от места измерения.

Покупатель: Есть ли у вас пирометры, позволяющие измерять нагрев электрических контактов?

Поставщик: Да. Вот по такой цене и по такой.

Покупатель (мысленно): Если два прибора с разной ценой позволяют решить мою задачу, то надо брать прибор с низкой ценой.

И берет прибор соответственно своим рассуждениям с показателем визирования 6:1, вместо 100:1.

Результат: при показателе визирования 6:1 с 10 м снимается средняя температура с пятна диаметром 1.7 м, что никак не является истинной температурой нагрева электрических контактов.

Задача 2: необходимо осуществить контроль нагрева трубы до определенной температуры с заданной погрешностью.

Приборы закупаются, устанавливаются, измеряют, все хорошо. Вдруг, гром среди ясного неба, с предприятия закупающего трубы начинают поступать рекламации с претензией на то, что идет брак, который связан с неправильной температурной обработкой. Начинаются разбирательства, скандал, суд. Изготовитель труб предъявляет в качестве доказательства пирометры, и тут оказывается, что приборы не имеют свидетельство о поверке, да и вообще не сертифицированы. Суд проигран, возмещаются убытки.

Задача 3: необходимо измерить температуру стенок печи. Предприятием приобретается пирометр, который по своим характеристикам подходит под необходимые параметры измерений, но вот беда он показывает температуру отличную от температуры термопар. В чем же причина? А причина оказывается банальной, при заявке на прибор были указаны технические параметры измерений, но не были указаны условия эксплуатации, такие как задымленность и т.п., следовательно, предприятие приобрело многоспектральный пирометр, вместо пирометра спектрального отношения, который игнорировал бы помехи в виде дыма, пламя и т.п.

В заключение хотелось бы отметить, что прежде чем выбирать пирометр, определитесь с целями и задачами, которые он будет решать, а так же с условиями, в которых он будет эксплуатироваться. И только в этом случае предприятие поставщик сможет поставить вам именно тот прибор, который необходим и по оптимальной цене.

По материалам ООО «Энергозффект»



**И. А. Заплотинский,
В. И. Радько**

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ОБЪЕМОВ КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ КОТЛОВ И ТРУБОПРОВОДОВ НА ПРИМЕРЕ КИЕВЭНЕРГО

Необходимость технического диагностирования (ТД) состояния котлов и трубопроводов, а также других объектов повышенной опасности установлена действующими нормативными документами и, к сожалению, при нарушении этого требования подтверждена реальными разрушениями объектов, вовремя не прошедших ТД.

Как известно, основными этапами ТД являются:

- определение (установление) технического состояния объекта диагностирования;
- установление мест и причин отказов (в т. ч. выявление недопустимых дефектов, еще не приведших к разрушению);
- определение остаточного ресурса расчетным или исследовательским путем, или установление условий дальнейшей работы и срока очередного диагностирования.

В данном докладе будут рассматриваться проблемы ТД одной из многочисленных групп объектов повышенной опасности — паровых и водогрейных котлов и трубопроводов пара и горячей воды.

Первое. В качестве исходного условия предполагается принять, что контроль качества металла до начала эксплуатации объектов был выполнен изготовителем и монтажной организацией в соответствии с Правилами котлонадзора, которые существуют уже более 50 лет и должны выполняться, и объект принят в эксплуатацию, как годный, с установленным сроком службы (ресурсом).

Второе. Предлагается рассмотреть оборудование, выходные параметры которого составляют:

- для паровых котлов — рабочее давление до 4,0 МПа, температура до 450 С;
- для водогрейных котлов — рабочее давление до 2,5 МПа, температура от 115 С;
- для трубопроводов пара и горячей воды с параметрами: давление до 4,0 МПа, температура до 450 С (не входящие в состав энергетических установок высокого давления).

Третье. Проблемы ТД энергооборудования с параметрами выше указанных и технологических трубопроводов, входящих в комплект этого оборудования на данный момент

достаточно хорошо изучены и рассмотрены в отраслевой нормативной документации Минтопэнерго. Объемы и применяемые методы контроля оптимизированы, выверена и до реальных пределов сокращена периодичность контроля. Эффективность этого контроля подтверждена 50-летним опытом.

Почему выделена указанная выше группа?

Ответ: потому что ряд действующих инструкций (положений) ТД изобилует большими (в сравнении с энергооборудованием высокого давления) объемами контроля, которые, к сожалению, не обеспечивая высокой надежности, приводят к огромным затратам средств как на контроль так и на подготовку к контролю (снятие — нанесение теплоизоляции и обмуровки, зачистка и в ряде случаев сооружение лесов).

Известны случаи, когда после ТД с положительным результатом указанного оборудования имели место аварии.

В начале предлагается рассмотреть причины, вызывающие изменение состояния оборудования в процессе эксплуатации.

Предлагается отдельно рассмотреть поверхности нагрева и трубопроводы, в т.ч. в пределах котла, коллекторы, барабаны, встроенные сепараторы и т.д.

1. Трубопроводы, коллектора и т.д.

1.1. Температурный фактор (ТФ).

Начинает сказываться при температурах от 390 С и выше в виде графитизации. Чаще всего проявляется на стыках и гibaх. Может иметь место остаточная деформация при высоких температурах (для углеродистых и молибденовых сталей — от 400С).

1.2. Коррозионный фактор (КФ).

Внутренняя коррозия проявляется, как следствие протекания процессов химической коррозии (ХК), электрохимической коррозии (ЭХК), коррозии под напряжением (КН), термоусталостной коррозии (ТК), водородной коррозии (ВК), стояночной коррозии (СК). СК, ХК, ЭХК приводят к утонению металла, КН и ТК — к трещинообразованию, ВК — к охрупчиванию, расслоению, обезуглероживанию. Чаще всего причинами этих видов коррозии является водно-химический режим. Наружная коррозия может быть результатом подтекания воды со стороны.

1.3. Эрозионный фактор (ЭФ).

Проявляется в следствии воздействия водяной или пароводяной струи за счет больших перепадов давления, приводящих к возникновению кавитационных процессов, к резкому изменению скорости потока, и как следствие обоих процессов — к утонению стенок.

1.4. Фактор напряженного состояния оборудования (ФНСО).

Проявляется вследствие перегрузок, возникающих по различным причинам, например, как следствие возникновение нерасчетных тепловых перемещений, в т.ч. из-за защемления или провисания (проседания) опор и подвешиваний.

Может привести к нарушению овальности гибов, барабанов, коллекторов, труб трубопроводов, деформации элементов, растрескиванию сварных соединений или отдельных элементов конструкций. ФНСО может проявляться и как следствие работы на нерасчетных переходных режимах при превышении расчетных параметров, в результате работы при превышении установленных для данного оборудования числа циклов нагружения и т.п.

1.5. Фактор состояния металла (ФСМ).

Определяется изменением механических свойств и структуры металла в процессе эксплуатации. Практика наблюдений показывает, что механические свойства углеродистых сталей при температурах до 350 С при отсутствии перегревов практически не меняются при эксплуатации до 300 тыс. часов. Последнее подтверждается действующими Нормами расчетов на прочность ОСТ 108.031-08-85 (приложение № 1).

2. Поверхности нагрева (ПН) котлов.

Рабочие температуры металла водяных экономайзеров и экранов, как правило, до 250 С для перегревателей — до 450 С.

На состояние металла ПН очень сильно влияет ТФ, КФ, ФНСО. может иметь место ФСМ, но он проявляется при перегревах.

Зачем был сделан такой анализ казалось в общем-то хорошо известных вещей?

Ответ: для того, что бы подвести к мысли, что по так называемому «большому счету» при назначении объемов контроля, особенно при выборочном контроле следует подходить не только с учетом конструкции котла, категории трубопровода, как это сделано в ряде НД а, прежде всего, с учетом напряженного состояния и условий эксплуатации (химводоочистка, нарушение режимов работы, повреждаемость, состав возвратного конденсата и т.д.). При этом, не снижая качество ТД, в ряде случаев объемы могут быть меньше, чем при использовании типовых объемов.

Для чего это надо?

Ответ: с целью повышения эффективности НК и ТД, а также с целью экономии средств, которые расходуются на ТД и, особенно, на подготовку объектов к ТД. Предлагается применить гибкую систему установления индивидуальных объемов контроля вместо жестких типовых программ, которые приняты сегодня. Учитывая выше перечисленные факторы, принципиально при высокой квалификации специалистов по ТД можно составлять индивидуальные программы. Конечно, при этом вырастает ответственность диагностирующих организаций и, вероятно, не все такие организации смогут решать задачу ТД по описанной схеме, Для осуществления такого проекта следует повысить квалификацию специалистов, введя, как в России, высшую категорию экспертов, которым можно будет доверять сложные работы, в т.ч. составление индивидуальных программ контроля без согласования с другими организациями.

Автор допускает, что будут возражения со стороны специалистов по ТД, по поводу сокращения объемов контроля. Но предлагаемая система не будет обязательной. Она должна быть альтернативной.

На чем же построена уверенность в том, что предлагаемая система имеет право на существование?

Например, на результатах статистической обработки работ, выполненных в Киевэнерго в 2002—2004 гг. по диагностированию котлов указанной группы.

Было проведено ТД 82 котлов, в т.ч. 51-паровых, давлением до 2,5 МПа, 31-водогрейных с температурой выше 115 С. Продолжительность эксплуатации котлов с 1958 по 1984. Диагностирование выполнялось по НД Минпромполитики.

Что же мы обнаружили? На паровых котлах, во-первых, прежде всего, утонения труб ПН, выход их из ряда, пережоги, утонения гибов трубопроводов вследствие коррозии. Во-вторых — повышенную овальность гибов трубопроводов в пределах котлов, и барабанов (на 4-х котлах). Повышенная овальность гибов была выявлена на старых котлах, которая допускалась при выпуске котлов до 1984 года (до выхода ОСТ 108.03.133—84). И, кстати, в отличие от котлов высокого давления, по которым были директивы по замене гибов с овальностью более 8%, по котлам с давлением до 4 МПа подобных предписаний было. Утонения обечаек выявлено на 2-х котлах, коррозия вальцовок — на 5.

Причина повышенной овальности барабанов проста — повышенные сварочные напряжения возникающие при замене вальцовок на сварных соединениях привели к деформации обечаек.

Ни одного сварного шва не было забраковано! Следов эрозионного износа не выявлено. Растрескивания поверхностей днищ и обечаек барабанов не выявлено. На лазах 9 барабанов выявлены следы коррозионного растрескивания. На коллекторах водогрейных котлов полуоткрытой компоновки выявлены коррозионные утонения в зоне подвесок.

На водогрейных котлах выявлены прежде всего (по количеству) повреждения ПН. На ПН 14-и котлов выявлен выход труб из ряда, на 70% котлов — утонения труб ПН. На гибох труб в пределах котла выявлены 4 случая — накладные латки (результат ремонтов с отступлением от норм) и утонения сжатой стенки гибок на 45% (последнее — за счет нарушения технологии при изготовлении).

В сварных соединениях приварки гибов и секторных отводах 3-х котлов выявлены дефекты.

Небезинтересно, что на 4-х котлах выявлены повреждения обмуровки, а на 10-и котлах — следы пережогов и коррозионные повреждения амбразур лазов.

На одном из котлов типа ПТВМ выявлены трещины на наружной поверхности коллекторов.

Приведенный довольно убедительный по масштабности пример свидетельствует, что объемы контроля ряда элементов можно сокращать, т.е. проводить выборочный контроль в сокращенном объеме.



Котел ДКВР

Очевидно, анализируя вышеизложенное, можно все виды повреждений, которые развиваются в процессе эксплуатации, по причинам их вызывающих, сгруппировать по 3-м направлениям:

- утонения стенки (все виды ХК ЭХК, ЭФ);
- изменение напряженного состояния и деформации;
- изменение состояния металла.

Повреждаемость из-за коррозионно — эрозионных процессов (1-е направление) уверенно позволяет выявлять толщинометрия. Эффективным дополнительным методом контроля в этом направлении является тепловизионный контроль (ТК), который помогает выявить не только утонения труб, но и заносы отложениями. Кроме того, ТК позволяет оценить состояние тепловой изоляции и выявлять скрытые от глаз подтекания. Ухудшения механических свойств (2-е направление) позволяют выявлять, прежде всего, исследования на вырезках, исследования по месту (что для углеродистых сталей почти не дает результатов, за исключением подтверждения перегревов).

Ну, а оценка напряженного состояния (3-ье направление) позволяет выявить аномальные зоны, в которых очень вероятно развитие дефектов или, по крайней мере, их зарождение. Это во-первых визуальный осмотр конструкции с неснятой изоляцией, во-вторых осмотр опорно-подвесных систем, состояния трассировки, в третьих, применение физических методов как, например, акустической эмиссии (АЭ), метода магнитной памяти (ММП), коэрцитивметрического метода, магнитометрического метода. Эти методы позволят оценивать напряженное состояние оборудования интегрально.

По результатам контроля по 3-ьему направлению в случае выявления аномальных мест должен проводиться контроль обычными физическими методами, но он проводится не выборочно («наугад»), а по конкретным показаниям. Если по результатам контроля по 3-ьему направлению не выявлено аномалий, то контроль можно не проводить. Особое место здесь занимает визуальный контроль, объем которого должен определяться результатами осмотра элементов при неснятой изоляции: следы намокания, трещин в изоляции.

Возникает вопрос: следует ли описанную схему применять для всех случаев?

Пожалуй, нет. Так, в ряде случаев влияние условий эксплуатации вызывает повышенную ускоренную повреждаемость металла. Это имеет место, например, в установках, обслуживающих сахарную промышленность, в ряде химических производств.

Резюмируя, можно сказать, что принципиально проведение ТД возможно по индивидуальным программам, которые учитывают реальное состояние оборудования, анализа результатов предыдущего контроля. Такой минимизированный контроль может с высокой вероятностью обеспечивать выявление недопустимых дефектов и обеспечить качественное диагностирование.

Нет прямых оснований считать необходимым сочетать техническое освидетельствование с техническим диагностированием. Сроки диагностирования должны исходить именно из ресурса. В промежутках между процедурами ТД, может проводиться контроль, необходимость которого вызвана условиями эксплуатации (например, УЗТ) или состоянием оборудования (например, изменение механических свойств; повреждаемость и т.п.) В странах Европы такой жесткой системы, как это предусмотрено в действующих у нас НД, нет. Там диагностирование, прежде всего, связано со страхованием оборудования, от технических рисков.

У нас работы по ТД обычно связаны с плановыми ремонтами и потому проводятся в жесткие сроки. В Германии, Франции, Чехии, Польше необходимость ремонтов определяют по фактическому состоянию оборудования.

Предлагается ТД проводить по следующей схеме. Вначале проводить анализ условий эксплуатации, повреждаемости, изучение предыдущих результатов ТД. Затем, осмотр состояния изоляции, опорно-подвесной системы. Эти результаты ложатся в основу составления индивидуальных программ.

Программой, прежде всего, предусматриваются проведение работ по оценке напряженного состояния оборудования указанными выше методами, проведения толщинометрии, измерением овальности, прогибов, оценке состояния механических свойств. С учетом результатов указанных работ выполняются соответствующие расчеты на прочность (об этом несколько ниже). И, в заключение, выполняется по дополнительной программе дефектоскопический контроль выявленных аномальных мест (соответственно напряженные места, пониженная толщина, изменившаяся овальность, прогиб).

То есть по сути составляются две рабочие программы: первичная и дополнительная (уточняющая). После выполнения работ по такой схеме проводится анализ текущего состояния металла и можно перейти к определению остаточного ресурса.

В дополнение к изложенному выше следует упомянуть о роли расчетов на прочность при проведении ТД.

Для ТД требуется, прежде всего, проводить расчеты на прочность с учетом тепловых перемещений, с уче-

том реальных размеров, фактического состояния пружин и подвесок, с учетом реальных данных перемещений. И при этом не следует считать, что температура ниже 100 °С уже не играет роли: здесь следует вспомнить о зазорах в стыках железнодорожных рельсов, где температура достигает до 80 °С, а длина стандартных рельсов от 11 м. Такие расчеты покажут места максимальных напряжений, в которых следует проводить выборочный контроль.

Теперь взгляд на требования ряда НД выполнить поверочный расчет на прочность от внутреннего давления.

Если толщина стенки находится в пределах $SR + C$ (где SR — минимально допустимая толщина стенки, C — суммарная прибавка), то специальный расчет не нужен. Расчет будет нужен (и не поверочный, а прямой!), если будет определяться допустимое рабочее давление на основании фактических механических свойств, определенных на вырезках или по табличным значениям из норм расчета на прочность, если будет определяться понижение давления или температуры. Либо может быть специальный расчет, позволяющий определить возможность работы труб с утоненными стенками ниже расчетной (т. е. SR). Такие расчеты существуют и применяются не только в тепловой энергетике, но и в атомной.

В заключение о ресурсе

В практике контроля при принятии решения о возможности эксплуатации утоненных элементов известен прием: из вырезок изготавливают образцы, проводятся механические испытания, определяется фактические значения допустимых напряжений и далее на основании расчета на прочность определяется возможность дальнейшей эксплуатации.

Из этого следует такое предложение. Срок службы котлов и трубопроводов давлением до 4 МПа в значительной мере определяется расчетом на прочность, где допустимые напряжения берутся из таблиц, в которых указаны нижние пределы. Предполагается устанавливать индивидуальный срок службы на основании фактического значения допускаемых напряжений в т.ч. для нового оборудования на основании механических испытаний на вырезках.

То же касается установления остаточного ресурса. Сейчас ТД проводится с периодичностью 4 года (после 1-го ТД — через 8 лет). Предлагается устанавливать ресурс с учетом реального состояния оборудования, на основании расчетов и испытаний.

Еще раз следует отметить, что реализация этих предложений требует обеспечения персоналом высокой квалификации (экспертами высшей категории, специалистами III уровня квалификации по соответствующим методам НК, специалистами по расчетам на прочность) имеющими соответственные полномочия для организации и проведения указанных работ.

В заключение можно сделать вывод: предлагаемые мероприятия могут существенно удешевить процедуру ТД, не снизив надежности.



На вопросы читателей отвечает
Юрий Владимирович Харечко

**ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ
ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ: GLAVENERGO@MAIL.RU**

— Как обеспечить селективную работу автоматических выключателей?

— Селективную работу последовательно включенных автоматических выключателей при токах перегрузки обеспечить достаточно легко. Для этого автоматический выключатель, размещенный ближе к источнику питания (первый), должен иметь номинальный ток, превышающий номинальный ток расположенного за ним (второго) автоматического выключателя. Сложнее обеспечить селективную работу последовательно включенных автоматических выключателей при токах короткого замыкания. Большой номинальный ток первого автоматического выключателя не является достаточным условием для обеспечения селективной работы при коротких замыканиях. Поясним это утверждение.

Рассмотрим широко распространенный вариант последовательного включения двух автоматических выключателей бытового назначения, имеющих время-токовые характеристики, условно показанные на рисунке 1, которые соответствуют параметрам стандартных время-токовых зон, представленным в таблице 6 ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95)¹ «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения».

На рисунке 1 видно, что при возникновении в электрической цепи (после автоматического выключателя QF2) любого тока перегрузки² или тока короткого замыкания,

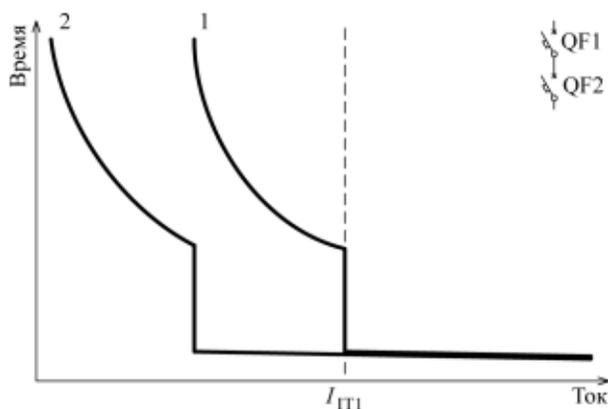


Рис 1. Время-токовые характеристики последовательно включенных автоматических выключателей бытового назначения:

1, 2 — автоматических выключателей соответственно QF1 и QF2

меньшего чем ток мгновенного расцепления I_{T1} автоматического выключателя QF1, автоматические выключатели будут оперировать по-разному. Время расцепления первого автоматического выключателя превышает время расцепления второго автоматического выключателя. Более того, в области малых токов перегрузки первый автоматический выключатель не будет срабатывать, поскольку эти токи

¹ В настоящее время действует стандарт МЭК 60898-1 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 1. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе» (International standard IEC 60898-1 «Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation»), датированный июлем 2003 г.

² Имеется в виду сверхток, превышающий номинальный ток второго автоматического выключателя.

ВОПРОС – ОТВЕТ

меньше его условного тока нерасцепления³, равного $1,13 I_n$. То есть при появлении любого сверхтока, значение которого меньше тока мгновенного расцепления автоматического выключателя QF1, обеспечена селективная работа автоматических выключателей QF1 и QF2.

Если сверхток в электрической цепи равен току мгновенного расцепления автоматического выключателя QF1 или, тем более, превышает его, оба автоматических выключателя оперируют одинаково. Они должны расцепиться за промежутки времени менее 0,1 с (см. таблицу 6 ГОСТ Р 50345, испытание «е»). Современные автоматические выключатели могут срабатывать одновременно, поскольку их фактическое время расцепления не превышает 0,01 с. То есть при появлении любого сверхтока, значение которого равно току мгновенного расцепления автоматического выключателя QF1 или превышает его, нельзя обеспечить селективную работу автоматических выключателей QF1 и QF2.

Значение тока мгновенного расцепления I_{IT1} автоматического выключателя QF1 может быть определено только во время его испытания. На этапе проектирования электроустановки здания ток мгновенного расцепления первого автоматического выключателя не известен. Поэтому, как условно показано на рисунке 2, вместо указанной характеристики автоматического выключателя можно использовать стандартные диапазоны токов мгновенного расцепления. С их помощью возможна приближенная оценка областей сверхтока, в которых автоматические выключатели должны, могут или не могут работать селективно. Рассмотрим это на примере последовательно включенных автоматических выключателей со следующими характеристиками:

первый автоматический выключатель QF1, установленный на вводе вводно-распределительного устройства электроустановки индивидуального жилого дома, имеет номинальный ток 50 А и тип мгновенного расцепления С;

второй автоматический выключатель QF2, установленный в вводно-распределительном устройстве и защищающий от сверхтока групповую электрическую цепь штепсельных розеток, имеет номинальный ток 16 А и тип мгновенного расцепления В.

Определим область сверхтока, в которой не может быть обеспечена селективная работа указанных автоматических выключателей. Вместо тока мгновенного расцепления I_{IT1} первого автоматического выключателя необходимо использовать верхнюю границу стандартного диапазона токов мгновенного расцепления $I_{IT1 \max}$, которая равна $10 I_n$ или 500 А. То есть при любом сверхтоке, равном или превышающем 500 А, нельзя обеспечить селективную работу рассматриваемых автоматических выключателей. Они, как правило, будут срабатывать одновременно.

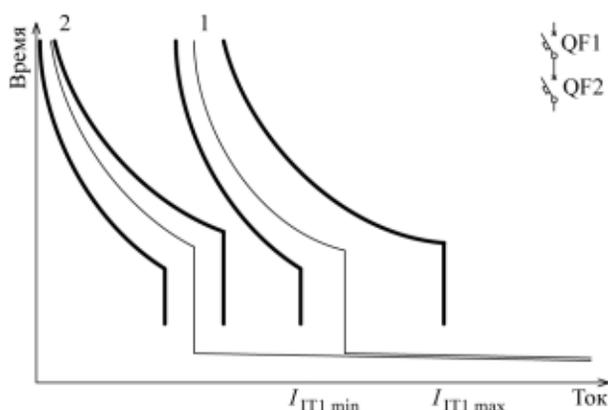


Рис 2. Стандартные время-токовые зоны последовательно включенных автоматических выключателей бытового назначения:

1, 2 — автоматических выключателей соответственно QF1 и QF2

Определим область сверхтока, в которой может быть обеспечена селективная работа указанных автоматических выключателей. Область сверхтока, в которой автоматические выключатели будут работать селективно, расположена до нижней границы стандартного диапазона токов мгновенного расцепления $I_{IT1 \min}$, которая равна $5 I_n$ или 250 А. То есть при любом сверхтоке, не превышающем 250 А, обеспечена селективная работа рассматриваемых автоматических выключателей. В этой области второй автоматический выключатель будет срабатывать раньше, чем сработает первый автоматический выключатель.

Если в электрической цепи обоих автоматических выключателей появляется сверхток, превышающий 250 А, но меньший 500 А, автоматические выключатели могут работать как селективно, так и не селективно. То есть область сверхтока более 250 А, но менее 500 А представляет собой ту сверхтоковую область, для которой нельзя дать однозначного ответа о возможности обеспечения селективной работы автоматических выключателей.

Таким образом, селективную работу последовательно включенных автоматических выключателей бытового назначения можно обеспечить лишь при небольших сверхтоках, которые обычно представляют собой токи перегрузки. При больших сверхтоках (токах короткого замыкания) нельзя обеспечить их селективную работу.

Автоматические выключатели производят также в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50030.2–99

³ Под условным током нерасцепления I_{nt} понимают такой электрический ток, который автоматический выключатель способен проводить условное время без расцепления. Условное время — промежуток времени, равный 1 ч для автоматических выключателей с номинальным током до 63 А включительно и 2 ч — с номинальным током свыше 63 А.

⁴ В настоящее время действует стандарт МЭК 60947-2 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Автоматические выключатели» (International standard IEC 60947-2 «Low-voltage switchgear and controlgear. Part 2: Circuit-breakers»), датированный 2006 г.

(МЭК 60947-2-98)⁴ «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели», который применяют совместно с ГОСТ Р 50030.1-2000 (МЭК 60947-1-99)⁵ «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».

ГОСТ Р 50030.2 содержит требования к автоматическим выключателям следующих категорий применения:

автоматические выключатели категории применения А, к которым относят автоматические выключатели, специально не предназначенные для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания относительно других устройств защиты от коротких замыканий, последовательно присоединенных к ним со стороны нагрузки. Эти автоматические выключатели не имеют заданной кратковременной выдержки времени, необходимой для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания. Характеристика «номинальный кратковременно выдерживаемый ток» для них не установлена;

автоматические выключатели категории применения В, к которой относят такие автоматические выключатели, которые специально предназначены для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания относительно других устройств защиты от коротких замыканий, последовательно присоединенных к ним со стороны нагрузки. Такие автоматические выключатели имеют заданную кратковременную выдержку времени, необходимую для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания, а также характеристику «номинальный кратковременно выдерживаемый ток».

Автоматические выключатели категории применения В специально предназначены для обеспечения селективной работы при коротких замыканиях с включенными после них автоматическими выключателями категории применения А или автоматическими выключателями бытового назначения. Селективность при коротких замыканиях обеспечивается за счет наличия у автоматических выключателей категории применения В кратковременной задержки времени срабатывания, предпочтительные значения которой установлены в ГОСТ Р 50030.2 равными 0,05 (минимальное значение); 0,10; 0,25; 0,50 и 1,00 с. В течение этого промежутка времени автоматические выключатели, установленные после автоматических выключателей категории применения В, отключают токи коротких замыканий.

То есть время-токовая характеристика автоматического выключателя категории применения В расположена выше время-токовой характеристики включенного за ним автоматического выключателя, как условно показано на рисунке 3. Поэтому время расцепления первого автоматического выключателя категории применения В превышает время расцепления второго автоматического выключателя.

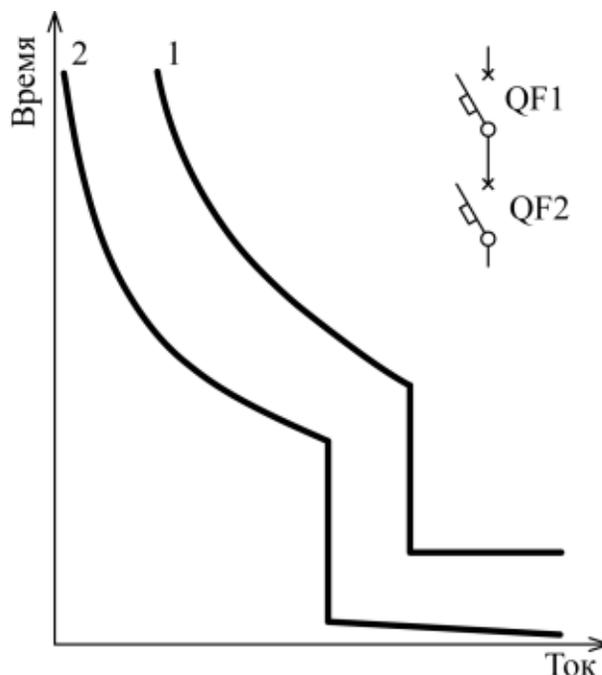


Рис. 3 Время-токовые характеристики последовательно включенных автоматических выключателей:

- 1 — автоматического выключателя категории применения В QF1;
- 2 — автоматического выключателя категории применения А или автоматического выключателя бытового назначения QF2

Автоматический выключатель категории применения В обеспечивает селективную работу вплоть до величины его номинального кратковременно выдерживаемого тока I_{cw} . Для автоматических выключателей, имеющих номинальный ток I_n до 2500 А включительно, значение номинального кратковременно выдерживаемого тока должно быть не менее следующих значений: или $I_{cw} = 12 I_n$, или $I_{cw} = 5$ кА (выбирают большее значение). Для автоматических выключателей, номинальный ток которых превышает 2500 А, минимальное значение номинального кратковременно выдерживаемого тока установлено в стандарте равным 30 кА.

Заключение. Селективную работу последовательно включенных автоматических выключателей можно обеспечить при условии, если первым автоматическим выключателем является автоматический выключатель категории применения В, а в качестве второго автоматического выключателя использован автоматический выключатель категории применения А или автоматический выключатель бытового назначения. Однако автоматические выключатели, соответствующие требованиям ГОСТ Р 50030.2, как правило, нельзя применять в местах, доступных обыч-

⁵ В настоящее время действует стандарт МЭК 60947-1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» (International standard IEC 60947-1 «Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules»), датированный 2007 г.

ным лицам⁶, например, в распределительных устройствах электроустановок индивидуальных жилых домов и квартир. В этих случаях используют последовательно включенные автоматические выключатели бытового назначения, селективную работу которых можно обеспечить лишь при небольших сверхтоках, обычно представляющих собой токи перегрузки.

— На мой взгляд требования ПУЭ к системам заземления изложены неудачно. Будет ли опубликован в журнале их анализ?

— Действительно, требования к пяти типам заземления системы, изложенные в главе 1.7 «Заземление и защитные меры электробезопасности» Правил устройства электроустановок седьмого издания, содержат большое число недостатков и ошибок.

Глава 1.7 ПУЭ введена в действие с 1 января 2003 г. Основной причиной разработки новой редакции главы 1.7 являлась необходимость приведения ее требований в соответствие с требованиями стандартов комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» и других нормативных документов, разработанных на основе стандартов Международной электротехнической комиссией (МЭК).

В главе 1.7 ПУЭ учтены требования ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364-3-93) «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики» к типам заземления системы, требования ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током» к мерам защиты от поражения электрическим током и требования ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54-80) «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники» к заземляющим устройствам и защитным проводникам. При этом некоторые нормативные требования, сформулированные в указанных стандартах не совсем определено, были уточнены в главе 1.7 ПУЭ.

Однако многие требования главы 1.7 ПУЭ все еще противоречат требованиям национальных стандартов, разработанных на основе стандартов МЭК. Эти противоречия, во-первых, объясняются использованием в ПУЭ устаревших понятий, которые не применяют в стандартах МЭК и в соответствующих им национальных стандартах.

Во-вторых, определения многих терминов, приведенные в главе 1.7 ПУЭ, сформулированы недостаточно определено. Это обстоятельство серьезно затрудняет однозначное восприятие изложенных в ней нормативных требований.

В-третьих, стандарты комплекса ГОСТ Р 50571 содержат общие требования к электроустановкам зданий, которые являются низковольтными электроустановками, а требования главы 1.7 ПУЭ распространяются как на низковольтные, так и на высоковольтные электроустановки. В главе 1.7 ПУЭ дана единая классификация электротехнических мер и для низковольтных, и для высоковольтных электроустановок, хотя меры по обеспечению электрической безопасности в указанных электроустановках существенно отличаются друг от друга. «Тип заземления системы» также является характеристикой низковольтной системы распределения электроэнергии. Поэтому изложение требований и к низковольтным, и к высоковольтным электроустановкам в одной главе ПУЭ серьезно осложняет работу с этим нормативным документом.

В п. 1.7.3 ПУЭ записано: «Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения: система TN...; система TN-C...; система TN-S...; система TN-C-S...; система IT...; система TT...». То есть здесь приведены определения типов заземления системы, которые являются характеристикой низковольтной системы распределения электроэнергии. Однако эта характеристика требованиями главы 1.7 ПУЭ необоснованно установлена только для электроустановок напряжением до 1 кВ.

Кроме того, в главе 1.7 ПУЭ не определены исходные термины «система распределения электроэнергии», «тип заземления системы», «источник питания». Вместо полных наименований терминов — «тип заземления системы TN-C», «тип заземления системы TN-S» и т.д. в п. 1.7.3 ПУЭ использованы только краткие их наименования — «система TN-C», «система TN-S» и т.д. Для исправления этого недостатка в главе 1.7 ПУЭ целесообразно указать полное наименование рассматриваемого термина, а также отметить, что наряду с полным можно употреблять краткое наименование термина — «система» с обозначением конкретного ее типа (TN-C, TN-S и т.д.).

Определения типов заземления системы, приведенные в главе 1.7 ПУЭ, имеют большое число недостатков. Так, например, в определении термина «система TN» — «... система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников» ошибочно упомянуты только нулевые защитные проводники.

Однако система TN включает в себя три типа заземления системы: TN-C, TN-S и TN-C-S. В системе TN-C открытые проводящие части электрооборудования класса I присоединяют к PEN-проводникам, а не к нулевым защитным проводникам. При типе заземления системы TN-C-S

⁶ Под обычным лицом понимают лицо, которое не является ни квалифицированным лицом, ни обученным лицом. В отличие от обученного и квалифицированного лица, обычное лицо не прошло специального обучения и поэтому не может надлежащим образом осознавать риски и избегать опасностей, создаваемых электричеством. В помещениях здания, доступных обычным лицам, нельзя применять некоторые виды электрооборудования, например, автоматические выключатели по ГОСТ Р 50030.2, а также использовать некоторые меры защиты от поражения электрическим током. Более 99% населения нашей страны следует классифицировать в качестве обычных лиц. Обученные и квалифицированные лица составляют менее одного процента населения.

также возможно присоединение открытых проводящих частей к PEN-проводникам. Поэтому в процитированном определении термин «нулевой защитный проводник» следует заменить термином «защитный проводник», который характеризует защитные проводники вообще и, в том числе PEN-проводник.

Кроме того, вместо термина «нейтраль» в рассматриваемом определении целесообразно использовать термин «токоведущая часть», поскольку у источника питания может отсутствовать нейтраль. Например, у однофазного трансформатора или электрогенератора, имеющего только два вывода⁷, нет нейтрали. При соединении обмоток трехфазного электрогенератора или трансформатора в треугольник у источника питания также не будет нейтрали. В системах TN, имеющих такие источники питания, заземляют токоведущие части, к которым присоединяют фазные проводники.

В определении термина «система TN-C» — «... система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении» слова «на всем ее протяжении» целесообразно заменить словами «во всей системе». В процитированном определении и в определениях других терминов главы 1.7 ПУЭ термин «нулевой рабочий проводник» необходимо заменить термином «нейтральный проводник». В ПУЭ следует привести полное наименование рассматриваемого термина, который можно определить так:

тип заземления системы TN-C — тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Открытые проводящие части электрооборудования класса I в низковольтной электроустановке имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связи во всей системе распределения электроэнергии используют PEN-проводники.

В определении термина «система TN-S» — «... система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении» слова «на всем ее протяжении» целесообразно заменить словами «во всей системе». В ПУЭ следует использовать полное наименование рассматриваемого термина, определив его следующим образом:

тип заземления системы TN-S — тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Открытые проводящие части электрооборудования класса I в низковольтной электроустановке имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связи во всей системе распределения электроэнергии используют защитные проводники.

В п. 1.7.3 ПУЭ представлено также следующее определение термина «система TN-C-S»: «... система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего

проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания». В ПУЭ следует использовать полное наименование рассматриваемого термина, определив его так:

тип заземления системы TN-C-S — тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Открытые проводящие части электрооборудования класса I в низковольтной электроустановке имеют электрическую связь с заземленной токоведущей частью источника питания. Для обеспечения этой связи в части системы распределения электроэнергии используют PEN-проводники, а в другой ее части — защитные проводники.

В определении термина «система IT» — «... система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены» термин «нейтраль» следует заменить термином «токоведущая часть» в соответствующем числе. Как уже отмечалось, у многофазного источника питания может не быть нейтрали. У однофазного источника переменного тока нейтрали также может не быть. Для ПУЭ можно рекомендовать следующее определение рассматриваемого термина:

тип заземления системы IT — тип заземления системы, при котором токоведущие части источника питания изолированы от земли или одна из токоведущих частей заземлена через сопротивление. Открытые проводящие части электрооборудования класса I в низковольтной электроустановке заземлены. Для их защитного заземления используют заземляющее устройство низковольтной электроустановки.

В определении термина «система TT» — «... система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника», следует говорить о заземляющих устройствах, которые имеют электрически независимые заземлители. Рассматриваемый термин можно определить так:

тип заземления системы TT — тип заземления системы, при котором одна из токоведущих частей источника питания заземлена. Открытые проводящие части электрооборудования класса I в низковольтной электроустановке также заземлены. Для их защитного заземления используют заземляющее устройство низковольтной электроустановки, которое имеет заземлитель, электрически независимый от заземлителя заземляющего устройства источника питания.

После определения систем в п. 1.7.3 ПУЭ представлены разъяснения букв, использованных для обозначения типов заземления системы. Первая буква указывает «... состояние нейтрали источника питания относительно земли:

⁷ В однофазных трехпроводных электрических системах могут применяться однофазные источники переменного тока, имеющие три вывода, средняя токоведущая часть которых представляет собой нейтраль.

<< 40

с требованиями и нормами инстанций (теплосети, водоканалы, энергосбыт), а также сложность процесса координации и внедрения приборов различных фирм-производителей в существующую автоматизированную систему коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ).

В целях удовлетворения потребностей компаний в организации эффективного энергоменеджмента, «ИТЭЛМА-РЕСУРС» представила на рынке новую модульную систему «Все учтено», включающую в себя элементы водо-, электро- и теплоучета. Модульная система «Все учтено» предполагает различные сочетания модулей-компонентов для домового и квартирного учета энергоресурсов, которые формируются в соответствии с индивидуальными требованиями покупателя.

Предложение компаний «ИТЭЛМА-РЕСУРС» решений по комплексной организации энергоучета — установка счетчиков воды, тепла и электроэнергии, монтаж узлов учета, интеграция в АСКУЭ «Аметист» — позволяет сократить время, затрачиваемое организациями на поиск партнеров и заключение договоренностей. Выполнение специалистами компании «ИТЭЛМА-РЕСУРС» полного объема подготовительных работ — разработка проекта, утверждение его в соответствующих инстанциях, консультирование, обучение — полностью избавляет клиентов от временных затрат на данном этапе и предоставляет экономические выгоды. Открытая архитектура АСКУЭ «Аметист», входящей в систему «Все учтено», позволяет без каких-либо серьезных трудозатрат добавлять и исключать модули — приборы учета как собственного производства, так и других производителей.

Справка о модульной системе «Все учтено»:

Модульная система энергоучета «Все учтено» компании «ИТЭЛМА-РЕСУРС» создана для применения в различных сферах энергетического хозяйства: на объектах ЖКХ (от уров-

T — заземленная нейтраль;

I — изолированная нейтраль».

Словосочетание «состояние нейтрали источника питания относительно земли» нельзя признать удачным. Его следует заменить более точной формулировкой, указывающей, что первая буква в обозначении типов заземления системы устанавливает наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания. Рассматриваемые требования можно сформулировать так:

Первая буква в обозначении типов заземления системы устанавливает наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания:

T — одна из токоведущих частей источника питания заземлена;

I — все токоведущие части источника питания изолированы от земли или одна из токоведущих частей заземлена через сопротивление.

Вторая буква определяет, как записано в п. 1.7.3 ПУЭ, «... состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T — открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N — открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания».

Здесь также использована неудачная формулировка — «состояние открытых проводящих частей относительно земли». В разъяснении к букве «T» также сказано об отношении к земле нейтрали источника питания и упомянута любая точка питающей сети, хотя речь должна идти о наличии заземления токоведущей части источника питания или об его отсутствии. Поэтому из разъяснения необходимо убрать последние слова «или какой-либо точки питающей сети». В требованиях необходимо указать, что буква «N» устанавливает наличие электрической связи между открытыми проводящими частями и заземленной токоведущей частью источника питания. Цитированные требования целесообразно изложить следующим образом:

Вторая буква указывает на заземление открытых проводящих частей низковольтной электроустановки (электрооборудования класса I) или на наличие связи между открытыми проводящими частями и заземленной токоведущей частью источника питания:

T — открытые проводящие части заземлены независимо от наличия или отсутствия заземления какой-либо токоведущей части источника питания;

N — открытые проводящие части имеют электрическое соединение с заземленной токоведущей частью источника питания.

Следующие за N буквы указывают на «... совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S — нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

C — функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник)».

Представленные требования весьма расплывчаты. В них ничего не сказано о том, для какого объекта выполняется разделение или совмещение функций двух проводников. В требованиях следует особо указать, что защитные и нейтральные проводники разделены (совмещены) во всей системе распределения электроэнергии. Необходимо также добавить объяснение комбинированного буквенного обозначения «C — S», используемого в обозначении типа заземления системы TN-C-S. Указанные требования можно сформулировать следующим образом.

Следующие (за N) буквы указывают на особенности устройства защитных и нейтральных проводников в системе распределения электроэнергии:

S — функции защитного (PE) и нейтрального (N) проводников обеспечивают раздельными проводниками во всей системе распределения электроэнергии;

C — функции защитного и нейтрального проводников обеспечивают во всей системе распределения электроэнергии одним общим проводником (PEN-проводником);

88 >>

C-S — в головной части системы распределения электроэнергии (от источника питания) функции защитного и нейтрального проводников выполняют PEN-проводником, а в остальной части системы распределения электроэнергии обеспечивают отдельными проводниками.

В главе 1.7 ПУЭ целесообразно также отметить, что, помимо обозначения особенностей устройства защитных и нейтральных проводников, буквы «С», «S» и их комбинация «C-S» указывают на способ осуществления связи между заземленной токоведущей частью источника питания и открытыми проводящими частями электроустановки здания, другой низковольтной электроустановки или электрооборудования класса I. Это разъяснение можно сформулировать так:

Указанные буквы определяют, как в системе распределения электроэнергии осуществляют связь между заземленной токоведущей частью источника питания и открытыми проводящими частями низковольтной электроустановки (электрооборудования класса I):

S — во всей системе распределения электроэнергии связь между заземленной токоведущей частью источника питания и открытыми проводящими частями низковольтной электроустановки (электрооборудования класса I) обеспечивают с помощью защитных проводников;

C — во всей системе распределения электроэнергии указанную связь выполняют с помощью PEN-проводников;

C-S — в головной части системы распределения электроэнергии (от источника питания) эту связь осуществляют с помощью PEN-проводников, а в остальной части системы — с помощью защитных проводников.

Рисунки 1.7.1—1.7.5, приведенные в главе 1.7 ПУЭ, иллюстрируют системы TN-C, TN-S, TN-C-S, IT и TT. Они заимствованы из ГОСТ Р 50571.2, однако содержат большое число ошибок и погрешностей. Рассмотрим основные ошибки.

В надписях к рисункам сказано, что цифрой «1» (цифрами «1—1», «1—2» и «2») обозначен заземлитель нейтрали источника питания, хотя на всех рисунках (кроме рис. 1.7.4) этой цифрой обозначен защитный проводник (возможно — заземляющий проводник), идентифицированный соответствующим знаком —. Указанные цифры на рисунках должны обозначать заземляющее устройство, к которому присоединяют токоведущую часть источника питания.

В системах постоянного тока, представленных на этих рисунках, указан PEN-проводник, однако в электрических цепях постоянного тока функции защитного заземляющего и среднего проводников может выполнять только PE-проводник, а не PEN-проводник, который используют исключительно лишь в электрических системах переменного тока.

На рисунке 1.7.5 ПУЭ элемент, обозначенный цифрой «3», ошибочно назван заземлителем открытых проводящих частей электроустановки, хотя на рисунке 1.7.4 этот элемент поименован правильно — заземляющее устройство электроустановки. Заземление проводящих частей, в том числе открытых проводящих частей, выполняют, как указа-

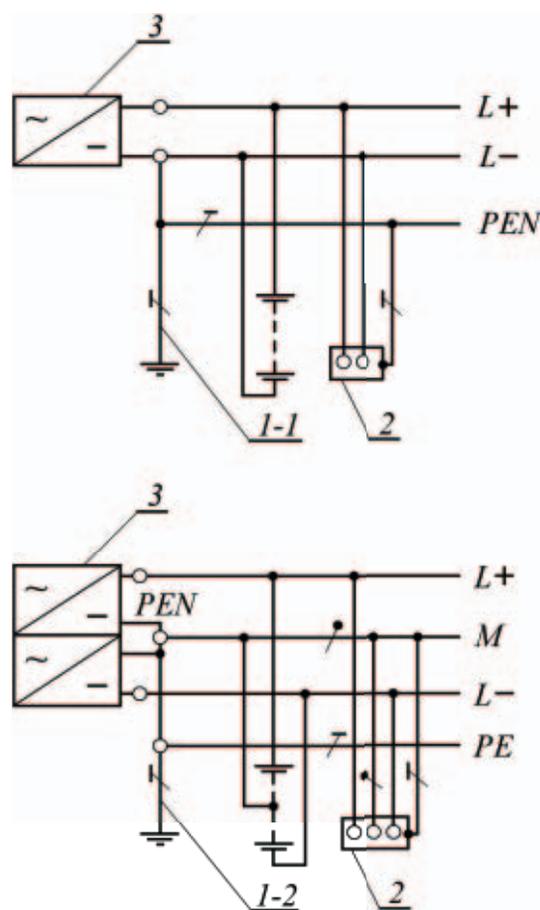


Рис. 4. Система TN-S постоянного тока. Нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены:

- 1—1 — заземлитель вывода источника постоянного тока;
- 1—2 — заземлитель средней точки источника постоянного тока;
- 2 — открытые проводящие части;
- 3 — источник питания

но в п. 1.7.28 ПУЭ, посредством их электрического соединения с заземляющим устройством.

На рисунке 1.7.2 ПУЭ, фрагмент которого воспроизводит рисунок 4, при типе заземления системы TN-S открытые проводящие части присоединены к PEN-проводнику, которого здесь не может быть. Открытые проводящие части в системе TN-S следует подключать к защитному проводнику (PE). На этом же рисунке ошибочно показано, что в электрической системе постоянного тока открытые проводящие части присоединены к среднему проводнику (M), а не к защитному проводнику (PE).

В надписи к рисунку 1.7.4 ПУЭ сказано: «Нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через большое сопротивление». В то же время на рассматриваемом рисунке представлен источник питания постоян-

<< 86

ня отдельных ТСЖ, кооперативов до уровня крупных управляющих компаний или объединений), на предприятиях различного масштаба.

Модульная система «Все учтено» «ИТЭЛМА-РЕСУРС» реализует коммерческий и технологический учет энергоресурсов: холодная и горячая вода, тепловая и электрическая энергия, газ. Один из модулей системы «Все учтено» АСКУЭ «АМЕТИСТ» отражает параметры качества поставляемых энергоресурсов, а также параметры состояния первичных приборов учета и технических средств — элементов АСКУЭ, что наиболее востребовано на объектах: многоквартирные дома бытового сектора различной этажности, объекты мелкомоторного сектора и промышленные предприятия.

www.ielectro.ru

В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НАЧНУТ ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ И ФИТИНГОВ ИЗ ХПВХ

Тюменская компания «Аделант» запустила первое в России производство труб и фитингов нового поколения из ХПВХ (хлорированный поливинилхлорид), сообщает NewsProm.ru.

Этот уникальный материал широко применяется в США и Европе для холодного и горячего водоснабжения, отопления, промышленных систем, в том числе для транспортировки агрессивных сред и систем спринклерного пожаротушения.

Церемония официального открытия завода «Аделант», где будут присутствовать представители иностранных партнеров, официальные лица из правительства Тюменской области, руководители профильных компаний, состоится в областном центре 19 июня.

www.rosbalt.ru

ного тока, у которого нет нейтрали. В рассматриваемой подрисуночной подписи речь должна идти или о заземлении токоведущих частей источника питания через большое сопротивление, или об их изолировании от земли.

В подписи к рисунку 1.7.5 ПУЭ сказано: «Открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземления, электрически независимого от заземлителя нейтрали». Здесь допущена путаница в двух разнородных понятиях. Заземление является действием, направленным на соединение проводящих частей с локальной землей (с заземляющим устройством). Заземлитель есть элемент, представляющий собой часть заземляющего устройства. Поэтому процитированная подрисуночная подпись должна быть заменена следующей:

Открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, имеющего заземлитель, электрически независимый от заземлителя заземляющего устройства, к которому присоединена токоведущая часть источника питания.

В главе 1.7 ПУЭ следует определить термин «электрически независимый заземлитель», который использован при формулировании требований к типу заземления системы ТТ:

электрически независимый заземлитель — заземлитель, расположенный на таком расстоянии от других заземлителей, что электрические токи, протекающие между ними и Землей, не оказывают существенного влияния на электрический потенциал независимого заземлителя.

В главе 1.7 ПУЭ необходимо привести определения следующих исходных понятий, которые позволят разъяснить суть характеристики «тип заземления системы», а также исключить имеющуюся неопределенность в нормативных требованиях:

система распределения электроэнергии — низковольтная электрическая система, которая включает в себя распределительную электрическую сеть и низковольтную электроустановку или электрооборудование;

источник питания — электрооборудование, предназначенное для производства электрической энергии или изменения ее характеристик;

распределительная электрическая сеть — низковольтная электрическая сеть, к которой подключают низковольтные электроустановки или электрооборудование;

тип заземления системы — комплексная характеристика системы распределения электроэнергии, устанавливающая наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания, наличие заземления открытых проводящих частей низковольтной электроустановки или электрооборудования, наличие и способ выполнения электрической связи между заземленными токоведущими частями источника питания и указанными открытыми проводящими частями.

Представленный выше анализ показывает, что в требованиях к типам заземления системы, изложенным в главе 1.7 ПУЭ, не устранены недостатки, которые имеются в аналогичных требованиях ГОСТ Р 50571.2 и стандарта МЭК 60364-3⁸. Кроме того, рассмотренные требования ПУЭ содержат большое число ошибок, которые следует исправить.

⁸ См. статью Харечко Ю.В. «Анализ требований к типам заземления системы ГОСТ Р 50571.2 и стандарта МЭК 60364-3», опубликованную в четвертом номере журнала «Главный энергетик» в 2008 г.



СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА

М.: Изд-во «КОЛОС», 2007. — 464 с.

За последние годы отечественной промышленностью выпущено большое число различных видов нового электрооборудования с применением автоматики на основе микропроцессорной техники. Заметно выросло количество импортного электрооборудования, в том числе и изготовленного на совместных предприятиях в России. В то же время на промышленных предприятиях и, особенно, в сельском хозяйстве эксплуатируется значительное количество как морально устаревшего, так и изношенного электрооборудования, отработавшего свой нормативный срок службы.

В этой связи издание справочной литературы по действующему и новому электрооборудованию является актуальной задачей. Настоящая книга в значительной степени учитывает запросы специалистов, занимающихся эксплуатацией электрических сетей промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, жилых и общественных зданий. Она представляет собой новое издание, выпущенной издательством «Колос» в 2004 году Справочной книги электрика, существенно доработанной и дополненной в соответствии с пожеланиями и рекомендациями читателей.

Среди авторов справочника: Киреева Э. А., Харитон А. Г. и Чохонелидзе А. Н. — члены редколлегии журнала «Главный энергетик». Справочник состоит из двух разделов.

В первом разделе содержатся общетехнические сведения и справочные материалы по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ: силовым трансформаторам, КТП и КРУ, высоковольтным выключателям, плавким предохранителям, конденсаторным установкам для компенсации реактивной мощности, счетчикам электроэнергии, автоматическим выключателям, контакторам, магнитным пускателям, вакуумным дугогасительным камерам, кабельным и воздушным линиям, электродвигателям. В этот раздел включены также сведения по современным диагностическим средствам для электрооборудования и освещению

производственных помещений. Новый для справочника материал содержится в главе «Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений».

Во втором разделе помещены таблицы физических величин, единиц и констант, обозначений электрических схем, необходимые для работы каждому электрику сведения об электрических материалах и электрических измерениях, температурных режимах работы и степенях защиты электрооборудования, режимах работы нейтрали. Здесь же приведены примеры расчета сечений проводов и жил кабелей до и выше 1 кВ, рекомендации по выбору плавких предохранителей и автоматических выключателей, сечений проводов и жил кабелей.

В книге 464 стр., выпущена она в твердом переплете. Приобрести ее можно по адресу:

107996, Москва, Садовая-Спаская, 18, Издательство «Колос», тел. 607-22-95,

тел./факс отдела реализации: 975-55-27, 607-19-45.

E-mail: koloc1918@mail.ru

ОАО «Центрэлектроремонт» предлагает справочники

1. Двигатели асинхронные трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из круглого провода. Объем — 340 с. формата А4.

2. Двигатели (генераторы) трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из прямоугольного провода. Объем — 160 с.

3. Двигатели (генераторы) постоянного тока напряжением до 460 В с обмоткой якоря из круглого провода. Объем — 478 с.

4. Роторы фазные с волновой стержневой обмоткой. Обмоточные данные, схемы, цена ремонта. Объем — 112 с.

5. Роторы синхронные с явно выраженными полюсами. Обмоточные данные, материалы, трудоемкость и цена ремонта. Объем — 90 с.

Справки по тел.: (499) 264-85-20.

РОЩИН В.А.

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Производственно-практическое пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2007—112 с.



В пособии рассмотрены различные схемы включения счетчиков электрической энергии, применяемых на энергообъектах. Показаны примеры негативных последствий от неправильного подключения счетчиков. Приведены результаты экспериментального определения погрешностей счетчиков и трансформаторов тока. Даны практические рекомендации по проверке схем подключения счетчиков, по порядку их замены и др.

Для специалистов метрологических служб, энергетических предприятий, энерго-сбытовых организаций. Может быть рекомендовано специалистам Госстандарта (Ростехрегулирования) России, инспекторам по энергетическому надзору, ответственным за электрохозяйство потребителей электроэнергии.

ОСИКА Л.К.

ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Производственно-практическое пособие. М.: ЭНАС, 2007. — 192 с.



В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике. Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего, в Великобритании.

Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в общенациональном масштабе.

Для специалистов в области коммерческого учета электроэнергии, менеджеров электросетевых и энергосбытовых компаний, потребителей электроэнергии, ОКУ.

Может быть полезна студентам и аспирантам энергетических и экономических специальностей вузов.

Отдел реализации:

Тел./факс: (495) 913-66-20 (21)

115114, Москва, Дербеневская набережная, 11.

E-mail: adres@enas.ru, www.enas.ru

Склад-магазин:

115201, Москва, Каширский проезд, 9, стр. 1.

Метро «Варшавская».

Тел.: 8-499-610-0910.

Ю. Попова

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ НА ВЫСТАВКЕ «ЭЛЕКТРО-2008»

С 9 по 13 июня под сводами павильонов Экспоцентра проходила 17-я Международная выставка «Электрооборудование для энергии, электротехники и электроники; энерго- и ресурсосберегающие технологии; бытовая электротехника» — «Электро-2008». Она состоялась при поддержке Министерства промышленности и торговли РФ и под патронатом ТПП РФ и Правительства Москвы. Благодаря сотрудничеству Экспоцентра с ОАО «Стандартэлектро» и ООО «Майер Джей Экспо», которые помогли в проведении выставки, она снова оправдала репутацию самого крупного в России и странах СНГ профессионального смотра в сфере электротехники. Площадь экспозиции увеличилась на 15% и составила около 15 тыс. кв. метров. Если в прошлой выставке участвовали 632 компании из 27 стран, то в нынешней на 13% больше — уже 714 компаний из 29 стран. И российские экспоненты числом 390 составили лишь немногим более половины всех участников. За два года, прошедшие с прошлой выставки, спектр выпускаемой фирмами и продаваемой на российском рынке продукции обновился и обогатился.

Группа «Электрощит» (Самара) (фото 1) предложила унифицированное КРУ серии СЭЩ-70, вобравшее в себя достоинства всех предыдущих: это короткие сроки изготовления, универсальность конструкции, безопасность оперирования за счет расположения выдвижного элемента в средней части шкафа с выводом в ремонт на инвентарную тележку, возможность одностороннего обслуживания за счет верхнего расположения сборных шин. В ячейке будет организован

тепловизионный контроль. Стоить КРУ будет меньше себе подобных от других производителей. Осенью начнется ее серийный выпуск.

Среди новых комплектов для распределительных устройств — трехфазная группа измерительных трансформаторов НАЛИ-СЭЩ-6 (10)-1. Новинка не имеет аналогов у российских производителей и запатентована как изобретение. Это единственный антирезонансный трансформатор, выполненный в литом корпусе. Изделие состоит из трех трансформаторов напряжения и трансформатора нулевой последовательности.

Низковольтное комплектное устройство на переменном токе до 1 кВ НКУ-СЭЩ производства «Электрощит» имеет следующие преимущества. Быстрота монтажа за счет унифицированной конструкции, повышенная пожаро- и электробезопасность за счет полного отделения силовой токоведущей части от оперативно-эксплуатируемой зоны, большая сейсмостойкость благодаря применению профилно-каркасной конструкции, оптимальный доступ при обслуживании за счет единообразной системы несущих конструкций и сборных шин, которая позволяет создавать щиты, как с задним, так



Фото 1

и с передним присоединением.

Компания «**ВолгаЭлектроМонтаж**» из Н.Новгорода представила блочную трансформаторную подстанцию в бетонном корпусе КТПБ «Енисей» мощностью 100-2500 кВА, номинального напряжения на стороне ВН 6 и 10 кВ, на стороне НН 0,4 кВ. Номинальный ток сборных шин на стороне ВН 630 А, на стороне НН — 400; 630; 800; 1600; 2000; 2500 и 3150 А. Ток термической стойкости сборных шин на стороне ВН 20 кА/2с, ток электродинамической стойкости 51 кА, ток термической стойкости на стороне НН 20; 50; 100 кА/1с, ток электродинамической стойкости 40; 110; 220 кА. Климатическое исполнение по 15150 — У1 и УХЛ1. Среди преимуществ подстанции — простота конструкций и короткие сроки монтажа, ввод в эксплуатацию в течение 1—2 дней, возможность применения любых силовых трансформаторов, надежность и безопасность благодаря применению вакуумных или элегазовых выключателей, возможность разработки индивидуального проекта для каждого объекта. Оборудование работает при температуре от -60° до $+45^{\circ}$. Срок службы подстанции — не менее 25 лет.

ООО «**Сторге**» привезло распределительные трансформаторные подстанции РТП в железобетонной оболочке (до 1600 кВА), от тепловых подстанций они отличаются малыми габаритами. Чтобы запустить подстанцию в кирпичном здании, его нужно поставить, нужно изготовить оборудование, привезти его, смонтировать. Железобетонные подстанции отличаются высокой заводской готовностью, устанавливаются в течение 3—4 дней и стоят в 1,5—2 раза дешевле.

Комплектные трансформаторные подстанции киоскового типа производства «Сторге» служат для приема, преобразования и распределения электроэнергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 6 (10) кВ на стороне высокого напряжения 0,4 кВ и на стороне низкого напряжения. Номинальная мощность трансформатора — 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1250 кВА. С этого года фирма приступила к выпуску бюджетного варианта подстанций — малогабаритных однострансформаторных КТП мощностью до 250 кВА в металлическом корпусе, тупикового и проходного типа. В ней отсек НН находится над отсеком силового трансформатора: это сокращает объем подстанции, и ее стоимость становится на 30% ниже стоимости стандартной КТП. Тупиковая малогабаритная КТП может быть изготовлена как с воздушным, так и с кабельным вводом. КТП киоскового типа ООО «Сторге» соответствуют климатическому исполнению У или ХЛ, категории размещения 1 (ГОСТ 15150).

Компания «**Питер Белл**» (Санкт-Петербург) представила контейнер блок-модульный универсальный БКМУ-3 с дизельной электростанцией. Он отделан профилированным листом для шумоглушения, утеплен минераловатным теплошумоизоляционным материалом. Повышенное шумопоглощение может быть актуальным для промышленных организаций, находящихся в черте города. В контейнере все предусмотрено для энергокомплекса, в том числе системы отопления, охранно-пожарная сигнализация. В нем установлен комплекс «Багира» — GSM-модем, который позволяет получать



Фото 2

на телефон абонента sms-сообщение обо всех событиях, происходящих с контейнером. Также предусмотрен удаленный мониторинг. Он позволяет управлять станцией и отслеживать все ее параметры, отображая их на удаленном компьютере до 1,5 км. При необходимости это может быть и несколько десятков километров. Оператор может управлять станцией и видеть все, что там происходит.

Кроме того, компанией разработана система маслоподкачки для контроля уровня масла в двигателе электростанции — система контроля, подкачки масла, откачки отработанного масла и т.д. Позволяет провести замену масла в автоматическом режиме, что увеличивает межсервисный промежуток: электростанция может работать до 1000 ч без сервисного обслуживания.

ОАО «**Свердловский завод трансформаторов тока**» (фото 2) начал производить комплектно-распределительные устройства. По лицензионному соглашению, по чертежам Schneider Electric «СЗТТ» освоил выпуск КРУ серии Nexima для распределительных устройств 6 (10) кВ. Наибольшее рабочее напряжение 7,2—12 кВ. Номинальный ток главных цепей 630, 1250 и 2500 А. Если номинальный ток 630 А, то ширина ячейки — 650 мм, если 1250—800 мм, 2,5 тыс. — 900 мм. Высота остается такой же.

Ячейки К-63 были очень неудобны в эксплуатации, громоздки. Ячейки Nexima благодаря малым габаритам удобны в эксплуатации. Легко выкатываются на тележке. Возможно как одностороннее, так и двухстороннее обслуживание. Безопасны: снабжены механической, электрической и прочими защитами. Аварии из-за ошибок персонала исключены, поскольку последующее действие не сделаешь, если пропущено предыдущее.

Из ячеек Nexima строятся целые подстанции. Существуют ячейки разного типа в зависимости от подключения: линии, вводные, ячейки трансформаторов напряжения, ячейка шинного перехода, ячейка собственных нужд габаритом 900 мм со встроенным силовым трансформатором.

Укомплектованы выключателями Evolis Schneider Electric. Очень экономичны.

Концерн **Русэлпром** (фото 3) также свои усилия направляет на энергосбережение. Одним из первых освоил серию



Фото 3

энергосберегающих электродвигателей. Владимирский электромоторный завод, входящий в состав концерна, выпустил ряд общепромышленных электросберегающих электродвигателей с ВОВ 280 и 315 мм с повышенным КПД. Взрывозащищенные двигатели серии ВА с ВОВ 250 имеют КПД на 0,3—3,6%, а 280 мм — на 0,1—2,5%. Ряд двигателей ВА280 считаются энергосберегающими по ГОСТу Р 51677–2000, а по классификации СЕМЕР соответствуют классу eff1.

Член концерна Русэлпром ОАО «Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения» совместно с компанией Wagon (Франция), которая поставляет частотные преобразователи, создает первую в РФ и СНГ энергоэффективную серию общепромышленных асинхронных электродвигателей. Уже освоены новые электродвигатели с асинхронным частотным регулированием привода на 800 и 1250 кВт для приводов роторов, лебедки, насосов буровых установок.

Завод низковольтной аппаратуры Коренево (фото4) из Курской области (ОАО «НВА») с июня выпускает усовершенствованную серию плавких предохранителей ПН-2. От предыдущей серии они отличаются меньшими габаритами. Более прочная керамика обеспечивает прочность и безопасность изделий, стеатитовые изоляторы позволили снизить материалоемкость. В качестве плавкого элемента применена прецизионная фольга. Это существенно уменьшило потери мощности. При номинальном токе 100 А разница мощности потерь нового и старого ПН-2 составляет 22 Вт, то есть за месяц тратится в 2,5 раза меньше средств. А на примере распределительного шкафа ШРС и распределительных устройств ВРУ экономия может составить около 9 тыс. руб.

Разработаны новые выключатели нагрузки серии ВНК. Сейчас выпускаются трехполюсные аппараты на токи 250 и 400 А и в разработке аппараты на токи 630 и 1000 А. Пружинный механизм сам выполняет включение и выключение, что освобождает от зависимости от скорости движения рук оператора. Номинальное рабочее напряжение для главной цепи — 660 и 380 В переменного тока, постоянного тока — 440 и 220 В. Номинальное напряжение изоляции 1000 В.

Множество новинок произвело за год ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод. В частности, расширена линейка кабелей связи симметричных высокочастотных с пленко-пористо-пленочной полиэтиленовой изоляцией по ТУ 16. К01—48—2005 и с кордельно-полистерольной изоляцией в свинцовой оболочке по ТУ 16. К11-59-95.

Линейка кабелей исполнения «нг», «нг-LS» и «нг-FRLS» расширилась за счет постановки на производство кабелей силовых и контрольных, не распространяющих горение, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций без галогенов ТУ 16. К71—304-2001 марок ППГнг-НФ, ПБбПнг-НФ, ПвПГнг-НФ, КППГнг-НФ, КППГЭнг-НФ, КБббПнг-НФ.

В компании **Комплектэлектро** (Москва) за последний год возникло новое направление — поставка светосигнальных устройств южнокорейской компании Patlite. Их встраивают в технологическое оборудование, устанавливают в станки. При перегревании, поломке электротехнической цепи устройства подают световые и звуковые сигналы. Светодиодная сигнальная башня LU5 проста в установке и демонтаже, имеет до 5 модулей, которые можно переставлять без использования специальных инструментов. Конструкция — пыле- и водонепроницаемая. Не содержит свинца.

Последняя серия частотных преобразователей С-7 для управления цепи электродвигателей, в нее включены все функции, которые были в предыдущих сериях и которые есть у конкурентов. Аналог этой серии — частотный преобразователь компании Schneider. Очень много дополнительных возможностей в плане плат расширения, коммуникационных плат. Туда можно встроить контроллер, его можно программировать, используя внешний контроллер. Предусмотрены функции контроллера и программирования.



Фото 4

ВЫСТАВКИ

АО «УралЭлектро» (фото 5) начало поставку на рынок продукцию австрийской фирмы Watt Drive.

Серии частотных преобразователей ECO-line, OPTI-line и Profi-line для управления электродвигателями в диапазоне мощностей от 0,2 до 132 кВт предназначены для автоматизации технологических процессов. Серия Profi-line имеет максимальный набор функций, позволяет осуществлять интеллектуальное управление, осуществлять позиционирование, управлять приводом. Управление осуществляется с помощью 16 программируемых процессорных блоков или ввода команд. Управление векторное. Преобразователи имеют тормозной контакт, интерфейс для обмена данными по протоколу CAN-ореп. Бывают как однофазными напряжением 230 В, так и трехфазными — 400-460 В.

Предлагаются мотор-редукторы, которые имеют низкий люфт и обеспечивают высокую динамику привода. Среди них цилиндрические мотор-редукторы мощностью 0,12—75 кВтН, крутящий момент 48—14000 Нм, передаточное число 1—8600. Его корпус обработан со всех сторон, поэтому возможны различные способы монтажа. Использована новая геометрия передач, что дает исключительную плавность работы. Комплекуются двойным уплотнением для работы в неблагоприятных условиях.

Российская электротехническая компания **EKF electrotechnika** под торговой маркой Flavir поставляет различную электротехническую продукцию.

Силовые автоматические выключатели ВА-99С предназначены для оперативных включений и отключений тока, защиты от токов перегрузки и коротких замыканий в электроустановках с номинальным напряжением 690 В переменного тока частотой 50 Гц с токами от 12,5 до 630 А. Имеют высокие отключающие способности, корпус из термостойкой АВС-пластмассы. Конструкция упрощена, уменьшены размеры и вес. Могут комплектоваться дополнительными устройствами — независимым расцепителем, расцепителем минимального напряжения, вспомогательными контактами, ручным поворотным и электромагнитным приводами.

Серия автоматических воздушных выключателей серии ВА-45 с микропроцессорным управлением на номинальном токе от 630 до 5000 А — это силовые выключатели выдвигного-выкатного типа. Микропроцессорные блоки защиты и управления позволяют информировать персонал о состоянии оборудования: информация отражается на дисплее блока и передается на диспетчерский пульт. Среди их преимуществ — полный номенклатурный ряд аппаратов, селективная программируемая защита, встроенный электропривод для дистанционного управления.

Фирма **Graphoplast** из Италии привезла принтер для нанесения маркировки на продукцию электрической промышленности — электрощиты, провода и т.д. Он облегчит труд операторов, которые до сих пор наносят шифры, этикетки вручную или полуавтоматически, а надписи в обратном направлении. Система позволяет легко снимать с планки маркировочные элементы, чтобы составлять нужное условное обозначение слева направо. Таким образом, экономится 30—40% времени по сравнению с другими системами маркировки. Система маркировки запатентована как единственный в мире метод, который



Фото 5

может идентифицировать с помощью одних и тех же приемов и теми же маркировочными элементами любую поверхность, где нельзя применять другие способы крепления. Благодаря унификации маркировочных элементов кабели можно нумеровать как в больших, так и в малых сериях, что дает экономию места при складировании. Специально для российского рынка подготовлено программное обеспечение на русском языке.

Компания **National Electric** — официальный представитель в России компании LS Industrial Systems, Южная Корея. Их новинка — воздушные автоматические выключатели серии Susol ACB, которая летом поступает в продажу. Это воздушные автоматические выключатели в корпусах трех типоразмеров. Их максимальная отключающая способность — 150 кА. Они имеют все необходимые функции: защиту от сверхтоков, координацию с другими аппаратами защиты, мониторинг питающей сети, измерение, диагностику, анализ и передачу данных. Если в прошлой серии приходилось дополнительно заказывать выводы, то здесь выводы легко комбинировать, переворачивать, откручивать. Можно использовать разные способы присоединения проводников. Большой выбор дополнительных принадлежностей облегчает применение выключателей. Увеличилась линейка по амперажу: в предыдущей серии она заканчивалась на 5000 А, здесь 6300. Но несмотря на усовершенствованные технические и конструктивные характеристики, цена изделий остается прежней.

На стенде **Electronicacanterno** (Италия) — многоцелевой преобразователь частоты Sinus Penta, управляющий асинхронными электродвигателями. По сравнению с преобразователем Sinus K он может управлять большим количеством двигателей. Питающие напряжения — 200-690 В, питается от сети постоянного тока 280-970 В, мощность — от 1,3 до 1200 кВт. Исполнение — настенное и шкафное. Возможны сохранение и перенос данных на другие преобразователи.

Во время выставки были организованы научно-практическая конференция «Энергетическая стратегия России. Оборудование и материалы для ее реализации», V Международная научно-практическая конференция «Возобновляемые источники энергии. Ресурсы. Системы энергогенерирования на возобновляемых источниках энергии», международный конкурс «Лучшее электрооборудование» и другие мероприятия.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЗРЫВОЗАЩИТЕ

Классификация взрывоопасных зон

Взрывоопасной зоной по ГОСТ Р 51330.9—99 называется зона, в которой имеется или может образоваться взрывоопасная газовая смесь в объеме, требующем специальных мер защиты при конструировании, изготовлении и эксплуатации электроустановок.

Взрывоопасная газовая смесь — смесь горючих газов или паров с воздухом при нормальных атмосферных условиях, у которой при воспламенении горение распространяется на весь объем несгоревшей смеси.

Взрывоопасные зоны в зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной газовой смеси подразделяют на три класса:

Зона класса 0: зона, в которой взрывоопасная газовая смесь присутствует постоянно или в течение длительных периодов времени.

Зона класса 1: зона, в которой существует вероятность присутствия взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации.

Зона класса 2: зона, в которой маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси в нормальных условиях эксплуатации, а если она возникает, то редко, и существует очень непродолжительное время.

Классификация взрывоопасных смесей

По ГОСТ Р 51330.11—99 взрывоопасные смеси подразделяются на категории:

- I — метан подземных выработок;
- II — пары и газы, кроме метана подземных выработок.

Установлены следующие категории взрывоопасности газов и паров в зависимости от БЭМЗ (безопасного экспериментального максимального зазора):

IIA — БЭМЗ 0,9 мм

IIB — БЭМЗ более 0,5 мм, но менее 0,9 мм

IIС-БЭМЗ 0,5 мм

Согласно МВТ (минимальным воспламеняющим токам) установлены следующие категории взрывоопасности газов и паров:

IIA — соотношение МВТ более 0,8

IIB — соотношение МВТ от 0,45 до 0,8 включительно

IIС — соотношение МВТ менее 0,45

Категория взрывоопасности может быть определена согласно сходству химической структуры (ГОСТ Р 51330.11—99), пример — табл. 1.

Взрывоопасные смеси газов и паров подразделяются на группы в зависимости от величины температуры самовоспламенения согласно ГОСТ 12.1.011—78 (табл. 2)

Маркировка взрывозащиты присваивается изделиям испытательной организацией и наносится на видных частях электрооборудования, обозначается по ГОСТ Р 51330.0—99.

Пример маркировки: 1ExdeIICT4

Описание маркировки:

1 — уровень взрывозащиты: взрывобезопасное оборудование, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, кроме поврежденных средств взрывозащиты.

Ex — знак, указывающий на соответствие оборудования требованиям ГОСТ Р 51330.0—99.

d — вид взрывозащиты «d» — взрывонепроницаемая оболочка по ГОСТ Р 51330.1—99.

e — вид взрывозащиты «e» по ГОСТ Р 51330.8—99

IIС — знак подгруппы электрооборудования, соответствующий категории взрывоопасных смесей, для которых оборудование является взрывозащищенным.

T4 — знак температурной группы смесей, в которых оборудование является взрывозащищенным.

Таблица 1

Вещества	CENELEC EN50018	France C12—320	Germany VDE0171	U. S. A. UL698	ГОСТ 12.1.011—78
Присутствующие в смеси	Group	Group	Class	Group	Категория и группа
Метан	I	IA OR IB	1	D	I
Пропан	IIA	IIA OR IIB			IIAT1
Этилен	IIB	IIIA	2	C	IIBT2
Водород	IIC	-	3a	B	IICT1
Сероуглерод	IIC	-	3b	-	IICT5
Ацетилен	IIC	-	3c	A	IICT2

Таблица 2

Температура, самовоспламенения, С	CENELEC S5501Pt1 (EN50 014)	IEC 79-1	U.S.A. UL698	ГОСТ 12.1.011-78
450	T1	T1		T1
300	T2	T2		T2
280			T2A	
260			T2B	
230			T2C	
215			T2D	
200	T3	T3	T3	T3
180			T3A	
165			T3B	
160			T3C	
135	T4	T4	T4	T4
120			T4A	
100	T5	T5	T5	T5
85	T6	T6	T6	T6

Степени защиты персонала и электрооборудования

Для надежной и безопасной работы электрооборудования его помещают в корпуса (оболочки), которые предохраняют обслуживающий персонал от соприкосновения с движущимися частями или частями, находящимися под напряжением, а также препятствуют попаданию в электрооборудование твердых посторонних тел и воды.

Степень защиты обозначается по ГОСТ 14254 буквами IP (Index of protection) и двумя цифрами. Первая цифра характеризует степень защиты от попадания внутрь оболочки твердых посторонних тел, а вторая — степень защиты от проникновения воды.

Степени защиты оборудования приведены в табл. 3.

Климатические исполнения и категории размещения электрооборудования

Электрооборудование и изделия, предназначенные для эксплуатации в определенных макроклиматических районах на суше, реках и озерах, выпускают в следующих

климатических исполнениях по ГОСТ15150 и обозначают соответственно буквами русского и латинского алфавита:

- У (N) — умеренный
- УХЛ (NF) — умеренный и холодный
- ТВ (ТН) — тропический влажный
- ТС (ТА) — тропический сухой
- Т (Т) — тропический сухой и влажный
- О (U) — общеклиматическое исполнение (для всех районов на суше, кроме районов с очень холодным климатом)
- ХЛ (F) — холодный

Имеются также климатические исполнения, предназначенные для эксплуатации в районах с морским климатом, которые обозначаются соответственно:

- М (M) — умеренно холодный морской
- ТМ (ТМ) — тропический морской
- ОМ (MU) — умеренно холодный и тропический морской (для судов неограниченного района плавания)

В (W) — все климатическое исполнение для всех районов на суше и на море, кроме районов с очень холодным климатом.

Температурные данные по исполнениям и категориям размещения приведены в табл. 4

Таблица 3

Цифровое обозначение	Определение по	
	первой цифре	второй цифре
0	Специальная защита отсутствует	
1	Защита от попадания твердых тел размером более 50 мм(рука)	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие
2	Защита от проникновения твердых тел размером более 12 мм (пальцы)	Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие при его отклонении на угол до 15 град. Относительно нормального положения
3	Защита от проникновения твердых тел: размером более 2.5 мм (инструмент, проволока м т.п.)	Дождь, падающий на оболочку под углом 60 град, от вертикали, не должен оказывать вредного воздействия на изделие
4	Защита от проникновения внутрь оболочки твердых тел размером более 1 мм	Вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного воздействия на изделие
5	Проникновение пыли в оболочку не предотвращено полностью, однако пыль не может проникнуть в количестве достаточном для нарушения работы изделия	Струя воды, выбрасываемая в любом направлении, не должна оказывать вредного воздействия на изделие
6	Проникновение пыли предотвращено полностью	Волна при волнении не должна попадать внутрь оболочки в количестве, достаточном для повреждения изделия
7		Вода не должна проникать в оболочку, погруженную в воду, при определенных давлении и времени, в количестве, достаточном для повреждения изделия
8		Изделия пригодны для длительного погружения в воду при условиях, установленных изготовителем

Таблица 4

Исполнение	Категория размещения	Температура воздуха				
		Рабочая		Предельная рабочая		
		MAX	MIN		MAX	MIN
У (N)	1,2	40	-45	10	45	-50
	3	40	-10	10	45	-10
ХЛ (F)	1,2	40	-60	10	45	-60
	3	40	-10	10	45	-10
УХЛ (NF)	1,2	40	-60	10	45	-60
	3	40	-10	10	45	-10
ТВ (TH)	1,2	45	1	27	50	1
	3	25	10	20	40	1
Т. ТС (T, TA)	1,2,3	45	-10	27	55	-10
	4	45	1	27	55	1
О (U)	1,2	45	-60	27	55	-60
М (M)	1	40	-45	10	45	-50
ТМ (MT)	1	45	1	27	50	1
ОМ (MU)	1	45	-60	27	55	-60
В (W)	1	45	-60	27	55	-60



Номер госрегистрации: В9301966
Акт № 50
Дата принятия: 15.10.96 г.
Комитет по муниципальному хозяйству.
Рекомендация.

Утверждены
Приказом Комитета
Российской Федерации
по муниципальному хозяйству
от 15.10.93 № 50

(Продолжение, начало в №№10, 11, 12 (2007), 1, 2, 6,7 (2008))

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ЖИЛИЩНОГО, ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

РАЗДЕЛ IV

НОРМАТИВЫ ЧИСЛЕННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЕЙ, СПЕЦИАЛИСТОВ, СЛУЖАЩИХ И РАБОЧИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ, НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ДИЗЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

4.1.1.8. Организация ремонта электросчетчиков

Примерный перечень выполняемых работ

Организационное и техническое руководство ремонта электросчетчиков. Организация планирования, учета, составление и своевременное представление отчетности о производственной деятельности службы (участка). Проверка технического состояния оборудования, качества ремонтных работ, приемка вновь поступающего оборудования, в необходимых случаях оформление документации на списание оборудования или передачу другим предприятиям.

Обеспечение подготовки ремонтных работ. Осуществление контроля за соблюдением установленных сроков составления ведомостей дефектов, заявок на проведение ремонта. Ведение учета и паспортизации оборудования.

Примерный перечень должностей

Начальник службы (участка), мастер (старший, I, II, III группы).

Таблица 7

Количество электросчетчиков, находящихся в ремонте, ед.	Нормативная численность, чел.
до 15000	1
15001—30000	2

4.1.1.9. Организация обслуживания и ремонта стационарных напольных электроплит

Примерный перечень работ

Организационное и техническое руководство эксплуатацией и ремонтом электроплит. Обеспечение выполнения в установленные сроки плановых заданий по ремонту и эксплуатации оборудования.

Составление планов капитального и планово-предупредительного ремонта электроплит, обеспечение их выполнения в установленные сроки. Ведение паспортизации и инвентаризации электроплит. Контроль качества выполненных работ в соответствии с требованиями технических условий.

Примерный перечень должностей

Начальник службы (участка), мастер (старший, I, II, III группы).

Таблица 8

Объем работы участка по обслуживанию напольных электроплит, усл. ед.	Нормативная численность, чел.
до 800	1
свыше 800 до 1400	2
свыше 1400 до 2000	3
свыше 2000 до 2600	4

4.1.1.10. Организация изготовления изделий собственного производства (запасных частей) для ремонтных работ

Примерный перечень выполняемых работ

Руководство производственно-хозяйственной деятельностью. Обеспечение выполнения плановых заданий, ритмичного выпуска продукции. Организация планирования, учет, составление и своевременное представление отчетности о производственной деятельности. Обеспечение технически правильной эксплуатации оборудования и других основных средств и выполнение графиков их ремонта.

Примерный перечень должностей

Начальник службы (участка), мастер (старший, I, II, III группы).

Таблица 9

Среднесписочная численность рабочих службы (участка), чел.	Нормативная численность, чел.
до 20	1
21—40	2

4.1.2. Дизельные электростанции

А. Дизельные электростанции мощностью свыше 5000 кВт

4.1.2.1. Общее руководство, комплектование и расстановка кадров, организация технической эксплуатации дизель-генераторов и электроэнергетических устройств, технико-экономическое планирование, организация труда и заработной платы, бухгалтерский учет и финансовая деятельность, материально-техническое снабжение, организация охраны труда и техники безопасности, общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Примерный перечень должностей

Директор, главный инженер, главный бухгалтер, начальник отдела (цеха, района, службы, гаража), инженер (ведущий, I, II категории), экономист (ведущий, I, II категории), бухгалтер (ведущий, I, II категории), инспектор, мастер (старший, I, II, III группы), диспетчер предприятия, диспетчер района (I, II, III группы), агент по снабжению (I, II, III группы), техник (I, II группы), кассир, заведующий складом, механик, секретарь-машинистка, машинистка (I, II категории), заведующий хозяйством.

Таблица 10

Наименование функций управления	Среднесписочная численность работников предприятия, чел.		
	До 100	101—250	251—350
	Нормативная численность, чел.		
Всего:	9—11	11—14	14—16
В т. ч. по функциям управления:			
1. Общее руководство	2	2	2
2. Комплектование и расстановка кадров	0,5	1	1
3. Техничко-экономическое планирование, организация труда и заработной платы	1	1	1
4. Бухгалтерский учет и финансовая деятельность	2	2—3	3—4
5. Организация технической эксплуатации дизельгенераторов и электро-энергетических устройств	1—2	2—3	3—4
6. Материально-техническое снабжение	1	1—2	2
7. Организация охраны труда и техники безопасности	1	1	1
8. Общее делопроизводство и хозяйственное обслуживание	0,5	1	1

Примерный перечень работ по функциям

Общее руководство

Руководство всеми видами деятельности предприятия. Организация работы и эффективного взаимодействия производственных единиц и других структурных подразделений предприятия. Обеспечение выполнения предприятием установленных количественных и качественных показателей, обязательств перед государственным бюджетом, потребителями и банками. Организация производственно — хозяйственной деятельности. Определение технической политики, перспектив развития предприятия и путей реализации комплексных программ по всем направлениям совершенствования, реконструкции и технического перевооружения действующего производства.

Комплектование и расстановка кадров

Учет личного состава предприятия, его подразделений. Оформление приема, перевода и увольнения работников в соответствии с трудовым законодательством, положениями, инструкциями и приказами руководителя предприятия. Оформление необходимой документации и составление установленной отчетности о работе с кадрами.

Организация технической эксплуатации дизельгенераторов и электроэнергетических устройств

Организационное и техническое руководство эксплуатацией и ремонтом оборудования. Участие в разработке и введении мероприятий по повышению надежности работы оборудования, снижению потерь энергии, сокращению простоя оборудования в ремонте, подготовке оборудования к зиме. Рассмотрение технических проектов, составление заключений по ним. Участие в приемке оборудования после капитального ремонта и монтажа. Разработка планов проведения ремонтов и испытаний оборудования, графиков вывода его в ремонт, по обеспечению бесперебойной и экономичной работы оборудования и контроль за их выполнением. Подготовка технических условий на подключение новых энергопотребителей, заданий на проектирование реконструкций и расширения действующих и строительство новых объектов. Ведение учетно — отчетной документации.

Продолжение в следующем номере

ПОДПИСКО

ПОДПИСКО

ПОДПИСКО

ПОДПИСКО