

ЗАЧЕМ НУЖЕН ЭТОТ ДИСК

Уважаемые подписчики!

Предлагаем вашему вниманию подборку бесплатного программного обеспечения.

Все мы так или иначе используем в своей работе компьютеры и различное программное обеспечение, установленное на них. И так уж исторически сложилось, что на большинстве компьютеров присутствует, в больших или меньших количествах, пиратское программное обеспечение. А это, особенно если учесть последние изменения в действующем законодательстве, чревато весьма неприятными последствиями — большими штрафами для организации, парой лет (хорошо еще если условно) для сисадмина, нарушением нормальной работы. Ничего хорошего в этом, конечно же, нет.

Есть два пути решения проблемы. Первый — закупка лицензионного программного обеспечения. Хороший, в принципе, путь. Но требует он, как правило, немалых сумм, да и другие неудобства имеются — надо аккуратно хранить все сопроводительные документы, не забыть закрепить лицензионные наклейки на корпусах компьютеров, ничего не перепутать и т.п. Поэтому стоит обратить внимание на другой путь решения проблемы. А второй способ заключается в использовании бесплатного программного обеспечения (Freeware) и, в частности, такой его разновидности, как программное обеспечение с открытым исходным кодом (Open Source).

Вы привыкли набирать документы в текстовом редакторе Microsoft Word и вести учет клиентов с помощью электронных таблиц Microsoft Excel? Не имеете возможности (или желания) покупать лицензию на офисный пакет Microsoft Office, в состав которого эти программы входят? Что же, прекрасно, переходите на OpenOffice.Org — в составе этого пакета есть и текстовый редактор, совместимый с Word, и электронные таблицы, совместимые с Excel, и много чего еще. И все это совершенно бесплатно!

Самую свежую версию OpenOffice.Org можно скачать с сайта одного из разработчиков (www.i-rs.ru), но вам, наши уважаемые подписчики, даже этого делать не нужно — дистрибутив вышеупомянутого офисного пакета мы уже скачали и помещаем на прилагаемом к журналу диске. Вы можете совершенно свободно установить его на любое

количество компьютеров, дать скопировать дистрибутив коллегам (и конкурентам — если захотите) и использовать, совершенно не опасаясь неприятностей со стороны проверяющих инстанций. Для установки и использования бесплатного свободно распространяемого программного обеспечения, согласно действующему законодательству, не требуется НИКАКИХ документов.

Конечно, не Microsoft Office единым жив человек. Но и другим платным программам, как правило, можно найти замену. Архиваторы, системные утилиты, органайзеры, программы для записи CD/DVD-дисков, графические редакторы и многое другое — для платных (а в России читай — пиратских) программ почти всегда можно найти бесплатную замену. На прилагаемом к журналу диске — подборка бесплатного свободно распространяемого программного обеспечения, с помощью которого можно заменить многие все еще широко распространенные в нашей стране пиратские программы.

Мы у себя в ИД «Панорама» уже давно отказались от использования пиратского программного обеспечения — вместо нелегальных платных программ используем их бесплатные аналоги. Платные же программы покупаем только тогда, когда у платной программы нет бесплатной альтернативы. А это, надо сказать, бывает не так уж и часто. Тем более, что компьютеры сейчас практически всегда продаются с предустановленной лицензионной Windows, и о покупке операционной системы вопрос, как правило, не стоит. Диск, который мы предлагаем вашему вниманию, как раз рассчитан на тех, кто использует лицензионную Windows, но хотел бы воздержаться как от затрат на покупку другого коммерческого ПО, так и от использования пиратских программ.

Со всеми вопросами по содержанию данного CD-ROM можно обращаться по телефону (495) 621-99-98 или по электронной почте igshel@list.ru.

С уважением,
Игорь Шелест,
директор по информационным технологиям
ИД «Панорама»



ПРОЕКТИРОВЩИКИ ЧЕРНОМОРСКИХ ЗДРАВНИЦ

Проектный институт «Краснодаркурортпроект» был создан в 1966 году Всесоюзным центральным советом профсоюзов (ВЦСПС). Он входил в состав проектного объединения «Союзкурортпроект».

О работе этой авторитетной проектной организации рассказывает ее генеральный директор **СКОКОВА СВЕТЛАНА ИВАНОВНА:**

– В настоящее время «Краснодаркурортпроект» преобразован в закрытое акционерное общество. Его структуру составляют архитектурно-строительная мастерская, отделы инженерного обеспечения, сметный отдел, технический отдел и отдел механизации и выпуска проектов.

Основное направление деятельности «Краснодаркурортпроекта» – комплексное проектирование объектов нового строительства (в т.ч. жилищного), реконструкция и капитальный ремонт старых построек на территории Российской Федерации. На все виды работ у института имеется лицензия, выданная Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству.

По проектам института построены такие объекты, как пансионат «Шепси» (Туапсе), санаторно-оздоровительный комплекс «Нефтяник Кубани» (Анапа), санаторий №2 курорта «Тинаки» (Астрахань), столовые санатория «Жемчужина моря» (Геленджик), комплекс объектов санатория «Ейск». Разработаны проекты 9–14-этажных жилых домов с подземными автостоянками; торгово-развлекательные комплексы в Ейске, Тамани; комплекс спортивной детско-юношеской школы олимпийского резерва; коттеджная и многоэтажная застройка турбазы «Кубань» в Геленджике. Закончено строительство санатория-профилактория в Горячем Ключе для МПКБ «Очаково». «Краснодаркурортпроект» принимал участие в проектировании торговых комплексов «Ашан» и «Леруа Мерлен»; разработал эскизные проекты пляжей в Анапе, п. Джемете, проект торговой галереи в Краснодаре площадью 53,0 тыс. кв. м, схему генерального плана «Высокий берег» в Анапе (площадь участка – 32 га).

Приглашаем застройщиков для срочного и качественного выполнения проектно-изыскательских работ по умеренным ценам.

Институт «Краснодаркурортпроект»:

Адрес: 350063, Краснодар, ул. Кубанская Набережная, 7

Тел./факс: (861) 268-41-09

e-mail: zaokkp@mail.ru

http: www.krasnodarkurortprojekt.ru



ЗАО «КРАСНОДАРКУРОРТПРОЕКТ»

СОДЕРЖАНИЕ

СЛОВО ИЗДАТЕЛЯ	1
НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ	5
ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА	11
Единой концепции КРУ быть не должно	11
РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ	16
Обзор современных счетчиков электрической энергии и приборов для их поверки и калибровки	16
ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО	24
Особенности выбора автономной электростанции	24
Ремонт и техническое обслуживание высоковольтных вводов	31
Системы управления освещением зданий	36
Высоковольтные предохранители Thermo с высокой отключающей способностью	39
Анализ требований к типам заземления системы ГОСТ Р 50571.2 и стандарта МЭК 60364-3	42
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ	55
Методы контроля работы конденсатоотводчиков	55
Магнитные и электронные ингибиторы накипи	59
Алгоритм выбора МИНИ-ТЭЦ	63
ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ	69
Эффективная пневмосистема предприятия	69
Схемы управления компрессором	72

ЖУРНАЛ
**«ГЛАВНЫЙ
ЭНЕРГЕТИК» №4**

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»

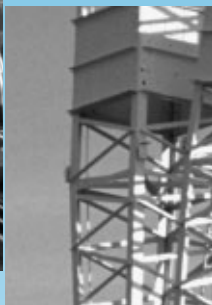
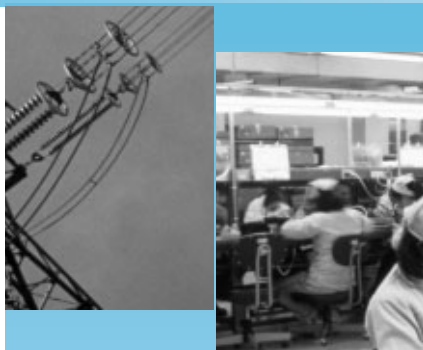
Тел.: (495) 625-93-50, 131-73-95

E-mail: glavenergo@mail.ru

<http://glavenergo.promtransizdat.ru>



Подписано в печать 28.03.2008
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 13. Заказ №



ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

74

Общая методика испытания изоляции электрооборудования

74

ОБМЕН ОПЫТОМ

83

Эффективность использования инфракрасных газовых излучателей для отопления производственных помещений ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»

83

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

86

Технико-экономическое обоснование внедрения регулируемого электропривода

86

ВОПРОС—ОТВЕТ

89

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

97

Контроль изоляции, обнаружение ее повреждений

97

ИНТЕГРАЦИЯ TRIM И PRIMAVERA: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ АЭС

НПП «СпецТек» завершил разработку модуля интеграции EAM-системы TRIM с системой управления проектами Primavera Enterprise. Лицензии на модуль поставлены на Курскую, Смоленскую и Нововоронежскую АЭС.

Программное обеспечение Primavera занимает лидирующую в мире позицию в классе систем управления проектами, с 1983 г. разрабатывается компанией Primavera Systems, Inc., представленной в России, странах СНГ и Балтии Группой компаний «ПМСОФТ». Комплекс TRIM — это система управления техобслуживанием и ремонтами (ТОиР) от ведущего отечественного разработчика программного обеспечения класса EAM (Enterprise Asset Management), компании НПП «СпецТек». СпецТек, первая российская ИТ-компания, вышедшая на отечественный рынок с программным продуктом для ТОиР (1992 г.), ведет разработку TRIM с 1994 года.

Задача интеграции TRIM и Primavera возникла в рамках работ по их внедрению в Концерне «Росэнергоатом». Программное обеспечение Primavera принято здесь в качестве корпоративного стандарта для управления проектами крупных планово-предупредительных ремонтов энергоблоков. На основе же комплекса TRIM специалистами НПП «СпецТек» и Концерна ведется внедрение информационных систем поддержки управления ТОиР на нескольких атомных станциях, в частности, на Смоленской АЭС (система находится в промышленной эксплуатации), на Курской и Нововоронежской АЭС.

В итоге, разработанный специалистами НПП «СпецТек» модуль интеграции TRIM и Primavera обеспечивает следующее взаимодействие систем. Весь объем предстоящих работ

по ТОиР определяется в TRIM и формируется в виде сложных работ с многоуровневой структурой или в виде линейных списков работ, объединенных в один проект. При этом готовится следующий массив данных: объект, наименование работы, привлекаемые трудовые ресурсы, машины и механизмы, сроки, статус, связи между работами. Количество сформированных таким образом работ по одному планово-предупредительному ремонту энергоблока достигает нескольких тысяч.

Далее все эти данные передаются в Primavera, где строится календарно-сетевой график, анализируется полученный критический путь, загрузка ресурсов, проводится оптимизация графика по минимуму срока выполнения работ. Полученный таким образом план-график ТОиР передается в TRIM, где далее фиксируются данные о его исполнении — текущие статусы работ, фактические даты выполнения и т.д. Взаимодействие систем на этом не заканчивается, так как вся текущая информация о работах передается из TRIM в Primavera для анализа, в случае необходимости производится корректировка плана-графика с передачей данных в TRIM. Процесс обмена информацией происходит итерационно до завершения работы по проекту.

Благодаря реализованной информационной связи между системами создаются условия для решения важнейших задач управления ремонтами. Например, для прогнозирования и анализа вариантов «что — если» в отношении наличия или нехватки трудовых и нетрудовых ресурсов, соблюдения граничных параметров бюджета, изменения сроков выполнения работ и всего проекта. В конечном счете, принимаемые решения позволяют минимизировать время нахождения энергоблока в ремонте, а значит повысить итоговую выработку электроэнергии.

Модуль на вышеперечисленных АЭС сможет работать как локально, на одном рабочем месте планировщика, так и на сервере, когда доступ

к модулю осуществляется непосредственно из TRIM, с рабочих мест пользователей.

НПП «СпецТек»

ОАО «ЗВЕЗДА-ЭНЕРГЕТИКА» ПОСТРОИТ ГАЗОПОРШНЕВУЮ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ ДЛЯ ХОЛДИНГА «ЕВРОЦЕМЕНТ ГРУП»

Петербургская энергомашиностроительная копания «Звезда-энергетика» построит теплоэлектростанцию собственных нужд для завода «Катавский цемент» (г. Катав-Ивановск, Челябинская обл.), входящего в холдинг «Евроцемент групп».

Электрическая мощность автономной газопоршневой теплоэлектростанции составит 26,19 МВт. Она будет создана на базе трех агрегатов 20V34SG производства компании Wartsila единичной мощностью 8,73 МВт. Также в состав электростанции войдет система утилизации тепла, мощность которой составит 13,5 МВт. ТЭС будет работать параллельно с энергосистемой. В соответствии с контрактом, ОАО «Звезда-энергетика» осуществит строительство станции под ключ: выступит генеральным проектировщиком и подрядчиком, выполнит поставку оборудования на объект, проведет монтажные, шеф-монтажные, пусконаладочные работы и обучение персонала заказчика. Строительство теплоэлектростанции планируется завершить в первом квартале 2010 года.

Ввод теплоэлектростанции позволит повысить надежность энергоснабжения цементного завода «Катавский цемент». Для ОАО «Евроцемент групп» строительство ТЭС в Катав-Ивановске — это начало программы по энергообеспечению цементных заводов, входящих в холдинг.

«Строительство собственной электростанции — это оптимальное решение проблем энергоснабжения для такого крупного промышленного

предприятия как «Катавский цемент». Собственный источник электричества и тепла позволит заводу быть независимым от перебоев в централизованном энергоснабжении и повышения тарифов на электроэнергию. Освоение этого перспективного направления энергоснабжения холдингом «Евроцемент групп» подтверждает лидирующие позиции этой компании на рынке и ее инновационную направленность», — прокомментировал генеральный директор ОАО «Звезда-энергетика» Н. А. Хаустов.

ADVIS. RU

«ЭДС-ХОЛДИНГ» ПРИОБРЕЛ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКУЮ КОМПАНИЮ «ДИНАМО»

Завершена сделка по приобретению 100% акций в компаниях «Динамо Плюс» (ЗАО) и ВНИПТИ (ЗАО). По соглашению сторон, сумма сделки не раскрывается. «Для нас вхождение в состав «ЭДС-Холдинга» компании «Динамо» является очень важным шагом. Мы получаем выход в очень перспективные сегменты городского электротранспорта, судового и кранового электрооборудования. Ведь в сегменте транспорта, например, рост объемов выпуска вагонов метро составляет до 15—20% в год, вместе со строительным бумом в России наращивается выпуск кранов, причем рост составляет 30—40% и как минимум останется на том же уровне до 2010 года. Создание в минувшем году Объединенной судостроительной корпорации дает четкие перспективы развития этой отрасли, что сгенерирует спрос на электротехническую продукцию.

В сегменте оборудования для добывающей промышленности мы получим синергетический эффект от объединения линеек продукции и конструкторского потенциала компаний «Динамо», Карпинский ЭМЗ и «Кузбассэлектромотор».

ВНИПТИ видится нами как головной институт «ЭДС-Холдинга» по двигательной тематике. Он объединит также научный потенциал конструкторских бюро всех наших двигательных заводов.

Мы планируем активно развивать присутствующие на сегодня в «Динамо» направления деятельности, осваивая конструкторские разработки и на других заводах Холдинга. Всего под эту программу мы выделяем более 300 млн руб. инвестиций»

«ЭДС-Холдинг»

«НГ-ЭНЕРГО» ЗАВЕРШИЛА СТРОИТЕЛЬСТВО ПОД КЛЮЧ ГАЗОПОРШНЕВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Компания «НГ-Энерго» завершила строительство под ключ газопоршневой электростанции мощностью 5,4 МВт для энергоснабжения нефтепромысла на Восточно-Сургутском месторождении. Это индивидуальный проект, разработанный инженерным центром ЗАО «НГ-Энерго» для ОАО «Сургутнефтегаз». Использование попутного газа в качестве топлива для газопоршневых электростанций наиболее актуально в связи с ужесточением требований по его утилизации.

В то же время подобное решение обладает повышенной эффективностью, так как позволяет использовать как электрическую, так и тепловую энергию. На электростанции, построенной специалистами «НГ-Энерго», выполнен полный комплекс работ, начиная с предпроектного обследования, анализа попутного нефтяного газа до разработки технологического регламента и ввода электростанции в эксплуатацию.

Изготовление оборудования, строительство объекта, монтаж, пуско-наладочные и режимно-наладочные работы выполнены строго по графику. Параллельно проведено практическое обучение обслуживающего персонала.

Компания «НГ-Энерго» специализируется на инжиниринге, строительстве и сервисе энергетических объектов, является официальным дилером компании Cummins в России. Компания предлагает индивидуальные решения в области автономного энергоснабжения. «НГ-Энерго» работает на всей территории России, имеет представительство в Москве и сеть сервисных центров.

Источник: INFOLine

НА АВТОЗАВОДСКОЙ ТЭЦ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ ВВЕДЕН НОВЫЙ ЭНЕРГОКОТЕЛ

20 февраля на Автозаводской ТЭЦ в Нижнем Новгороде пущен энергетический котел №16, говорится в сообщении пресс-службы группы компаний «ВолгаЭнерго». Он позволит компенсировать выбывающие мощности, выработавшие свой ресурс, увеличить объем выработки тепла и электричества, уменьшит разрыв между располагаемой тепловой мощностью и присоединенной нагрузкой, который на сегодняшний день достаточно велик.

Строительство этого котла началось еще в 1991 г., но в силу экономических причин, было приостановлено, говорится в сообщении пресс-службы группы компаний «ВолгаЭнерго».

ОАО «Автозаводская ТЭЦ» входит в структуру группы компаний «ВолгаЭнерго». Станция обеспечивает теплом и электроэнергией Автозаводский и Ленинский районы Нижнего Новгорода. Доля производимой станцией электроэнергии составляет 36% от общего объема, вырабатываемого в Поволжском регионе, а тепла — почти 39% по областному центру. Суммарная установленная электрическая мощность Автозаводской ТЭЦ — 580 МВт, тепловая — 2074 Гкал.

rosfincom.ru

«СИЛОВЫЕ МАШИНЫ» ИСПЫТАЛИ ПЕРВУЮ В РФ ГАЗОВУЮ ТУРБИНУ СРЕДНЕГО КЛАССА МОЩНОСТИ

ОАО «Силовые машины» изготовило и успешно провело испытания головного образца газотурбинной установки ГТЭ-65, предназначенного для ТЭЦ-9 ОАО «Мосэнерго», говорится в сообщении пресс-службы «Силовых машин».

Как подчеркнули в компании, это первая газовая турбина в среднем классе мощности (в диапазоне от 50 до 100 МВт), которая изготовлена отечественной промышленностью.

В пресс-службе напомнили, что контракт на изготовление и поставку головного образца ГТЭ-65 мощностью 65 МВт был подписан между ОАО «Силовые машины» и ОАО «Мосэнерго» в июле 2005 года.

Оборудование ГТЭ-65 изготовили филиалы «Силовых машин»: газовую турбину — Ленинградский металлический завод, генератор — «Электросила».

Пусконаладочные и доводочные работы на новой газотурбинной установке будут продолжаться в течение ближайших двух лет. Ввод в эксплуатацию ГТЭ-65 запланирован на весну 2010 года.

По словам главного конструктора газовых турбин ОАО «Силовые машины» Александра Лебедева, «реализация проекта по созданию ГТЭ-65 позволит внедрить на энергетический рынок новую модель высокоэффективной газотурбинной установки, что также будет способствовать расширению спектра продукции, выпускаемой «Силовыми машинами» и укреплению позиций компании в области изготовления газовых турбин».

Отметим, что стационарная газотурбинная установка ГТЭ-65 обладает широкими возможностями применения при техническом перевооружении действующих электростанций и новом строительстве. Установка ГТЭ-65 предназначена для использования

в парогазовых блоках мощностью 90 и 180 МВт: с паровой турбиной мощностью 30 МВт, а также с двумя газотурбинными установками, двумя котлами-утилизаторами и паровой турбиной мощностью 60 МВт. Установка способна обеспечивать теплофикационные нужды и работать как в парогазовых блоках, так и автономно.

Компания «Силовые машины» — ведущий российский производитель и поставщик комплексных решений в области энергомашиностроения, включающих инжиниринг, производство, поставку, монтаж, сервис и модернизацию оборудования для тепловых, атомных, гидравлических и газотурбинных электростанций. Компания «Силовые машины», созданная в 2000 году, объединила технологические, производственные и интеллектуальные ресурсы всемирно известных российских предприятий: Ленинградский металлический завод (1857), «Электросила» (1898), Завод турбинных лопаток (1964), Калужский турбинный завод (1946), НПО «ЦКТИ» (1927), «Энергомашэкспорт» (1966), а также ООО «Силовые машины — завод Реостат» (1960). Оборудование, произведенное предприятиями «Силовых машин», установлено в 87 странах мира. Акции компании обращаются в системе РТС.

Росбалт

ЭНЕРГОЦЕХ МАГНИТКИ ОТМЕЧАЕТ ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ

Четырнадцать лет назад для улучшения обслуживания энергосистем кислородно-конвертерного цеха и ЛПЦ № 10, снижения затрат на их содержание приказом генерального директора Магнитогорского металлургического комбината (Челябинская область) Анатолия Старикова на комбинате был образован энергоцех.

Как сообщили агентству «Урал-пресс-информ» в управлении информации и общественных связей ММК, с начала 90-х годов комбинат начал

коренную реконструкцию производства. Осуществлялся интенсивный вывод из работы устаревших агрегатов, цехов, производств и пуск в эксплуатацию современных агрегатов. В результате предприятию удалось преодолеть резкий спад производства, характерный для промышленности России того периода, а, начиная с середины 90-х годов, постоянно наращивать производство металлопродукции. Началом технического перевооружения ММК стал ввод в эксплуатацию комплекса кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) со станом «2000» горячей прокатки. Для улучшения обслуживания энергосистем этих цехов и был образован энергоцех. Его основные задачи не изменились и по сей день — подготовка воды с определенными характеристиками по циклам, обеспечение бесперебойного и безаварийного водоснабжения и водоотведения ККЦ и ЛПЦ № 10, подача кондиционированного воздуха в ККЦ. Для осуществления этих задач в хозяйство энергоцеха переданы от основного производства шламовая насосная станция ККЦ, насосная станция оборотных циклов водоснабжения, башенные и вентиляционные градирни, радиальные отстойники ККЦ, центральная вентиляционная станция и холодильная станция ККЦ. В апреле 1994 года в состав энергоцеха вошел комплекс очистных сооружений ЛПЦ № 10. В состав комплекса входят горизонтальные радиальные отстойники, шламовые насосные станции, отделение фильтров, обезвоживания, фекальные станции, вентиляторные градирни, насосные станции «грязного» и «чистого» оборотных циклов водоснабжения, холодильная станция стана «2000» горячей прокатки. В 1997-м цех пополнился собственной механической мастерской, оборудованной специальными станками для ремонта технологического оборудования. Во все годы коллектив энергоцеха успешно решает технические и технологические задачи. Цех является составляющей частью производства конвертерной стали горячего проката, обеспечивая бесперебойное водоснаб-

жение ККЦ и ЛПЦ № 10. Объекты цеха очищают воду, утилизируют окалину, шламы, отходы производства. Таким образом, цех осуществляет реализацию экологической программы, принятой на ММК. С 2005 по 2007 год прошла реконструкция башенных градирен «чистого» оборотного цикла водоснабжения, что позволило здесь и в «грязном» оборотном цикле ККЦ снизить температуры в летний период года на два-три градуса. Более надежно работает металлургическое оборудование, улучшилось качество продукции. Средний возраст работников цеха чуть меньше 40 лет. Основные специальности — электромонтер, слесарь-ремонтник, машинист насосных установок. Из тех, кто сегодня трудится в цехе, — а это 285 человек, — треть имеют высшее профессиональное образование, 20 % — средне-техническое, около 40 % — начальное профессиональное. Те, у кого незаконченное образование, без отрыва от работы учатся в техникуме, в институте. Есть и те, кто получает по своей специальности высшее образование. С 1994 по 2007 год работникам цеха было вручено почти полсотни грамот. Среди них — грамоты ОАО «ММК», почетная грамота комбината, администрации города Магнитогорска, Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации, Министерства промышленности, науки и технологии РФ. Цех носит почетное звание «Трудовая династия». Работники цеха также отмечены «Серебряным знаком» в честь 70-летия ММК и «Серебряным знаком» в честь 75-летия предприятия. В планах цеха на нынешний год — строительство новой вентиляторной градирни производительностью 3 тыс. кубометров в час для охлаждения воды оборотного цикла водоснабжения МНЛЗ ККЦ. Запуск градирни в эксплуатацию планируется в конце мая-начале июня. На блоке очистных сооружений 10-го листопрокатного цеха будет дооборудовано два радиальных отстойника: реконструируемому цеху требуется больше воды для охлаждения агрегатов. Уже подписан контракт

на поставку оборудования. Оно будет установлено в марте-начале апреля нынешнего года. Пуск намечен на конец мая-июнь. Коллектив цеха активно участвует в спартакиадах ОАО «ММК», занимает, в основном, призовые места. В цехе регулярно проводятся спортивные мероприятия, организовываются выезды на горнолыжные трассы, на базы отдыха предприятия.

«Урал-пресс»

ЗАТРАТЫ НА РЕМОНТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ В 2 РАЗА ВЫШЕ, ЧЕМ В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ

Удельные затраты на ремонты в электроэнергетике почти в 2 раза выше, чем в смежных отраслях.

В настоящее время имеет место критическое техническое состояние значительной части основных средств энергокомпаний. Идет быстрый процесс старения оборудования, и в ближайшие годы потребуется вывод из баланса большого объема генерирующих мощностей. Около 25% мощности энергоблоков и более 40% неблочного оборудования ТЭС ЕЭС России находятся за пределами физической и экономической целесообразности их эксплуатации. Срок фактической службы блочного оборудования составляет 70%, а неблочного — более 80% от нормативного. Мощности ТЭС, достигшие предельных наработок, составляют 35 млн кВт.

Несвоевременная замена мощностей электростанций и котельных создает реальную угрозу энергетической безопасности регионов страны и может привести к технологическим авариям с тяжелыми социально-экономическими последствиями, особенно в осенне-зимний период. Поддержание изношенных основных производственных средств электроэнергетики в эксплуатационном состоянии требует все возрастающих затрат на ремонты,

приближающихся к стоимости вновь вводимых основных средств.

Как отмечается в исследовании компании «РосБизнесКонсалтинг», в качестве решения указанных проблем была определена необходимость изменения существующих принципов экономического управления энергоремонтными предприятиями: отказ от затратного ценообразования и введение конкурентных отношений в сфере энергоремонта. Основным направлением преобразований энергоремонтного производства является образование независимых ремонтно-сервисных компаний на базе соответствующих подразделений генерирующих и сетевых энергокомпаний, что обеспечивает формирование субъектов рынка и создает необходимые предпосылки для развития конкурентных рыночных отношений в сфере энергоремонта.

РБК-Исследования рынков

ОАО «БАШКИРЭНЕРГО» ЗАВЕРШАЕТ СТРОИТЕЛЬСТВО ГАЗОТУРБИННОЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ МОЩНОСТЬЮ 10 МВт ДЛЯ ГУСП «СОВХОЗ «АЛЕКСЕЕВСКИЙ» УФИМСКОГО РАЙОНА

Всероссийский институт аграрной политики и информатики имени Никитина подготовил и обнародовал список трех сотен лучших предприятий аграрной отрасли России в 2004—2006 годах. В число 300 наиболее крупных и эффективно работающих сельхозпредприятий вошли пять хозяйств из Башкортостана. Лучшим среди них является ГУСП «Совхоз «Алексеевский» Уфимского района, занявший 55 позицию.

Как известно, завершается строительство газотурбинной электроустановки мощностью 10 Мвт, которая будет обеспечивать совхоз дешевыми электроэнергией и теплом. Установка создана совместными усилиями НПП

«Мотор» и ОАО «Башкирэнерго». Это первая в стране отечественная энергоустановка, разработанная для села.

Мы связались с главным экономистом совхоза О.Ю. Лазаревой, поздравили с признанием на российском уровне и поинтересовались тем, как пуск энергоустановки в феврале 2008 года отразится на рейтинге хозяйства.

«При выведении рейтинга московские ученые опирались на множество параметров, — сказала Оксана Юрьевна. — Главным среди них является рентабельность. Очевидно, что газотурбинная установка существенно снизит затраты и поднимет рентабельность. Чтобы точно спрогнозировать, насколько мы улучшим свой рейтинг, необходимо знать, какие новшества будут внедрять у себя сельчане по всей стране. Сельские жители — народ суеверный, и такая информация обычно бывает закрыта до внедрения новшеств в производство. Но о чем можно сказать вполне определенно, так это о том, что совхоз заметно улучшит свои производственно-экономические показатели и поднимется в рейтинге сельхозпредприятий. В связи с этим хотелось бы выразить благодарность всему коллективу ОАО «Башкирэнерго» за неоценимую помощь».

INFOLine

В 2007 ГОДУ СПЕЦИАЛИСТЫ ОАО «МРСК ЦЕНТРА» В 11 РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ ЗАКЛЮЧИЛИ 14 224 ДОГОВОРА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ К СЕТЯМ

Заключению договоров на технологическое присоединение в таком объеме способствовала, в том числе, клиентоориентированная политика МРСК-1.

В 2007 году в 11 регионах по инициативе и при поддержке ОАО «МРСК Центра» было открыто 20 Центров обслуживания клиентов. Всего, начи-

мая с 2005 года — 26 Центров. Это очная форма обслуживания клиентов компании. Для удобства также создан ряд инструментов заочного общения. На сайтах всех распределительных сетевых компаний размещены интернет-приемные, с помощью которых клиенты могут решить любые вопросы: оставить заявку, оформить договор, не выходя из дома <http://www.mrsk-1.ru/client/rsk/> Кроме того, в ОАО «МРСК Центра» и подведомственных РСК успешно действует единый многоканальный телефонный номер 8-800-5050-115, по которому возможен круглосуточный бесплатный звонок из любого региона. Прямая линия энергетиков стала очень востребованной среди клиентов компаний — ежедневно call-центр принимает свыше 1000 звонков по самым важным вопросам.

«2007 год — это год масштабного развертывания центров обслуживания клиентов, чем мы вполне реализуем те отношения к нашим клиентам, которые определили в Миссии «МРСК Центра», — отметил генеральный директор ОАО «МРСК Центра» Евгений Макаров, подводя итоги работы данного направления за год. — Главная ценность для нас — это люди как работающие в компании, так и те, для кого мы работаем. Эти слова из Миссии наилучшим образом выражают наше отношение к клиентам, обществу и к жизни в целом». Заботясь о своих клиентах, в ноябре 2007 года ОАО «МРСК Центра» создало основу для автоматизации процесса технологического присоединения

Комплексное решение по автоматизации бизнес-процесса технологического присоединения потребителя реализуется на базе продуктов компаний SAP и ARIS. В архитектуре предложенного решения первоначально задействовано 10 модулей и компонентов SAP, а также инструментарий для описания бизнес-процессов ARIS Toolset. Автоматизация позволяет сократить период обслуживания клиента, начиная от подачи заявки до подключения (с 24—55 дней до 8—14); снизить трудозатраты на 25—35%;

обеспечить адаптивность процесса к внутренним и внешним изменениям. В этом году данное решение распространяется на все РСК, входящие в зону ответственности ОАО «МРСК Центра».

Минпромэнерго РФ

ОАО «ПРОМПРИБОР» (ОРЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) ГОТОВИТСЯ ЗАПУСТИТЬ ГАЗОТУРБИННУЮ МИНИ-ТЭЦ

По словам гендиректора предприятия Николая Кобылкина, завод испытывает большую потребность в электроэнергии. Ее ежемесячное потребление составляет 1 млн 700 кВт·ч. Собственная ТЭЦ позволит уменьшить затраты на дорожающие энергоресурсы.

ОАО «Промприбор» — одно из самых динамично развивающихся машиностроительных предприятий области. В 2007 году, по сравнению с 2006-м, объемы производства здесь выросли на четверть. Почти на 20% обновлена номенклатура выпускаемой продукции.

«Просторы России»
(Орловская область)

В 2007 ГОДУ ЧерМК «СЕВЕРСТАЛЬ» ДОСТИГ РЕКОРДНОЙ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ БОЛЕЕ ЧЕМ ЗА ПОЛУВЕКОВУЮ ИСТОРИЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ — ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ПРЕДПРИЯТИЯ АНАТОЛИЙ КРУЧИНИН

По информации А.Кручинина, экономический эффект от увеличения собственной генерации составил более 180 млн руб. Суммарная выработка собственной электро-

энергии на всех источниках составила 3092,6 млн кВтч., тем самым по сравнению с 2006 годом предприятие увеличило покрытие потребностей в электроэнергии на 1,8%. «В 2007 году за счет роста производства электростали, в частности выхода на проектную мощность шахтной печи №2 ЭСПЦ металлургический комбинат увеличил энергопотребление. Вместе с тем, по покрытию своих потребностей за счет собственной генерации предприятие приблизилось к ранее достигнутому периоду 2004—2005гг.», — подчеркнул генеральный директор.

Рост собственной генерации достигнут за счет реализации комплексной программы энергосбережения — инвестиционных и организационных мероприятий, ремонтной программы, что в итоге способствовало бесперебойной работе собственных электростанций.

Наибольший вклад в достижение максимальной выработки внесли крупнейшие генерирующие подразделения — ТЭЦ-ПВС и ТЭЦ-ЭВС-2. В частности, старейшее подразделение ТЭЦ-ПВС (в эксплуатации с 1954 года) по выработке электроэнергии показало лучший результат за последние двадцать лет. В связи с проведением 50-суточного капитального ремонта энергоблока чуть снизился общий объем выработки на ТЭЦ-ЭВС-2, вместе с тем, в прошлом году станция достигла максимальной средней рабочей мощности за весь период эксплуатации с 1986 года.

Рост выработки собственной электроэнергии обеспечен за счет более полной утилизации вторичных ресурсов. Так, утилизационная станция ТСЦ в 2007 году достигла наивысшей производительности за 26 лет с момента пуска. Приблизилась к рекордному уровню генерация электроэнергии на газовых утилизационных бескомпрессорных турбинах — ГУБТ, которые вырабатывают электроэнергию за счет энергии колошниковога газа на доменных печах. В 2007 году эксплуатировались ГУБТ-25, работаю-

щая в комплексе ДП №5 и ГУБТ-12, которая была пущена в строй в июне 2007г. и до конца года выведена на параметры, соответствующие режиму ДП №4.

2007 год для ЧерМК «Северсталь» характеризуется рекордной выработкой электроэнергии по отношению к достигнутой максимальной выработке в 1987 году — 2873,9 млн кВтч и в 2004 году — 3021,5 млн кВтч.

INFOLine

МОГИЛЕВСКИЙ ЗАВОД «ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ» ПРИСТУПИЛ К СЕРИЙНОМУ ВЫПУСКУ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Могилевский завод «Электродвигатель» приступил к серийному выпуску энергосберегающих двигателей общепромышленного применения, соответствующих по европейской классификации уровню энергоэффективности EFF2, сообщил заместитель главного инженера по новой технике и маркетингу предприятия Дмитрий Балашов.

По его словам, значительной экономии электроэнергии специалистам предприятия удалось добиться за счет конструктивного усовершенствования обмоток и оптимизации магнитной системы электродвигателя. Так, на энергосберегающем двигателе в отличие от обычного, к примеру, мощностью 5 кВт с высотой вращения оси 100 мм, экономия составляет 25—30 Вт·ч, или в пересчете на двухсменную работу в сутки экономится около 0,5 кВт·ч электроэнергии.

Завод «Электродвигатель» основан в 1945 году, выпускает различные модификации трехфазных и однофазных двигателей мощностью от 0,12 до 22 кВт с высотами оси вращения от 63 до 180 мм, которые соответствуют евростандартам CENTLEC (DIN) и предназначены для эксплуатации в странах Евросоюза

или в составе оборудования, поставляемого в страны Западной Европы. Благодаря модернизации производства на предприятии также внедрены в серийное производство новые взрывозащитные двигатели 4BP, 4BC с высокопрочной алюминиевой оболочкой, которые предназначены для нефтехимических и газовых производств.

www.embassybel.ru

VERGOKAN НАЧАЛА СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАВОДА ПО ПРОИЗВОДСТВУ КАБЕЛЕНЕСУЩИХ СИСТЕМ

В Тверской области бельгийская компания Vergokan начала строительство завода по производству кабеленесущих систем.

8 ноября 2007 года в поселке Редкино прошла церемония закладки первого камня на стройплощадке будущего завода, а также презентация открытого здесь же склада продукции.

Компания разместила мощности в районе, который находится в 150 км от Москвы и в 600 км от Санкт-Петербурга. Благодаря такому географическому положению склада и производства она надеется повысить скорость обслуживания российских заказчиков.

По предварительным данным, опубликованным на www.etver.ru, в строительство предприятия по выпуску кабеленесущих систем бельгийская компания планирует вложить около 5 млн евро.

Компания Vergokan, основанная в 1988г., выпускает продукцию для рынка профессионального электрооборудования и кабельных систем. Сегодня в ее производственной программе — 4,5 тыс. наименований изделий: кабельных лотков различных типов, монтажных систем, настенных коробов и др.

Представительство Vergokan в России было открыто в августе 2006 года.

<http://news.elteh.ru>

Э. Л. Палей,
помощник генерального директора
по техническим вопросам ОАО «ПО Элтехника»

А. Е. Половинкин,
генеральный директор ООО «Управляющая
компания «Электрощит» Самара»

А. В. Трубкин,
генеральный директор ООО «КРУЭЛТА»

ЕДИНОЙ КОНЦЕПЦИИ КРУ БЫТЬ НЕ ДОЛЖНО

Энергоэксперт: Какие основные тенденции в построении распределительных устройств на сегодняшний день наиболее актуальны и как ваше предприятие реализует данные тенденции в своих разработках?

Э. Палей: Основными тенденциями в построении распределительных устройств являются:

- повышение надежности распределительных устройств среднего и низкого напряжения в целом и отдельных их элементов;
- усложнение схем городских ТП в связи с увеличением мощности трансформаторов до 1000, 1600 и даже 2500 кВ (появление в составе ТП силовых выключателей);
- повышение безопасности персонала;
- снижение трудозатрат на эксплуатацию РУ;
- применение цифровых устройств релейной защиты и, как следствие, появление источника гарантированного переменного оперативного тока;
- обеспечение городских, сельских и промышленных ТП и РП коммерческим учетом, системой АСКУЭ, системами удаленного доступа к релейным терминалам, возможность управления через эти системы;
- снижение габаритных размеров ячеек.

Именно эти задачи были поставлены при разработке нашей первой серии ячеек КСО «Аврора» и продолжены в последующей серии КСО «Онега».

Примененные трехпозиционные разъединители и выключатели нагрузки исключают наличие отдельного аппарата — заземляющего разъединителя, т.к. контакт трехпозиционного аппарата может находиться в одном положении «включено» (замкнута главная цепь), либо «отключено» (разомкнута главная цепь), либо «зазем-

лено» (главная цепь заземлена). Следовательно, физически исключается подача напряжения на заземленный элемент и, наоборот, заземление включенного аппарата. Это и повышение безопасности, и снижение трудозатрат на обслуживание, т.к. в этом случае естественным путем исключена блокировка между двумя аппаратами, которую персонал вынужден обслуживать, а иногда ошибочно нарушать.

В наших ячейках все оборудование размещено поперек сборных шин. Именно такое расположение коммутационных аппаратов (разъединителя, выключателя нагрузки) позволяют выполнить наиболее простой привод, т.к. энергия взводных пружин привода передается непосредственно на вал аппарата без каких-либо тяг, рычагов, как это выполнено у традиционных фронтальных аппаратов. Поэтому такой привод не требует эксплуатации (регулировки, смазки). Дугогасительная система выключателя нагрузки компрессионного типа не требует замены дугогасящих вкладышей, и по мере роста числа выполненных отключений гасительные свойства аппарата не уменьшаются. В этом серьезное отличие от автогазовых выключателей нагрузки.

Кстати, в Положении о технической политике отмечено, что автогазовые ВН не рекомендованы к применению. Оригинальное выполнение таких цепей исключает работу релейного персонала в высоковольтном отсеке ячейки.

Наличие емкостного отбора направления в каждой ячейке и на сборных шинах позволяет производить фазировку на напряжении 60—100 В обычным вольтметром, а не на напряжении 6 (10) кВ высоковольтными указателями напряжения. А это безопасность, удобство и быстрота часто выполняемой операции. Более подробно перечисле-

ние способов достижения поставленных выше задач можно увидеть в заводской документации.

А. Половинкин: В связи с отсутствием единой технической политики в различных отраслях народного хозяйства Российской Федерации тенденция построения комплектов распределительных устройств, на мой взгляд, должна быть одна — создание КРУ модульного типа, которое должно вобрать в себя требования и пожелания максимального количества наших заказчиков. А это значит, что КРУ должно для нас, производителей, являться максимально одинаковым и унифицированным, а для заказчика — максимально адаптированным под все его желания и стремления, причем даже под те, что заказчик на данный момент времени еще не осознал. Мы сегодня должны быть готовы к пожеланиям наших потребителей завтра.

А. Трубкин: Основные тенденции в построении распределительных устройств:

- применение схем с одиночной секционированной системой сборных шин;

- следование принципу «один шкаф — одно присоединение»;

- преимущественное использование на всех присоединениях силовых выключателей:

- широкое применение комплектных и блочно-модульных КРУ повышенной заводской готовности.

Общие тенденции в конструировании КРУ:

- разделение функциональных отсеков сплошными металлическими перегородками (metal-clad);

- применение кассетных выдвижных элементов с расположением в средней части КРУ;

- изготовление корпуса и перегородок между отсеками из высококачественного стального листа с алюминиево-цинковым покрытием без применения сварки;

- уменьшение массо-габаритных показателей шкафов за счет эффективного использования их внутреннего пространства;

- применение цифровых устройств защиты и автоматики, объединенных в SCADA-системы и оптоволоконных систем дуговой защиты в сочетании с клапанами сброса избыточного давления;

- применение заземлителей с ручным или электрическим приводом с возможностью включения на ток короткого замыкания;

- применение медных шин.

Все перечисленные выше тенденции реализованы в конструкции КРУ семейства «Классика», поставляемых нашим предприятием.

Энергоэксперт: *Как вы считаете, при наличии единой отраслевой технической политики должна ли проводиться работа по типизации типоразмеров (единые габаритные и присоединительные размеры) КРУ, как это было раньше в Советском Союзе? Работает ли ваше предприятие в данном направлении?*

Э. Палей: Считаю, что единой отраслевой политики в части конструктивного исполнения у нас не было и нет. Типизация всегда была на очень низком уровне типа — выкатной выключатель или стационарно подключенный (КРУ или КСО). Расположение шин, габаритные размеры, организация шинок управления никогда не позволяли в ряду ячеек одного производителя установить ячейку другого производителя. Считаю, что попытка создать единые требования по габаритам и расположению шин (что позволило бы стыковать разные ячейки) была бы очень полезной. Но не уверен, что это найдет понимание у производителей, т.к. почти всем придется менять конструктив, подгоняя его под принятый аналог (могут отличаться по габаритам силовые выключатели, разъединители и т.д. и т.п.).

А. Половинкин: Каждый раз при создании новой серии КРУ мы производим анализ того, что вообще творится в данном направлении не только в России и СНГ, но и в мире. На сегодняшний день анализ тенденций развития КРУ-строения показывает, что ни в России, ни в мире за последние десятилетия какого-то сближения в конструкции, габаритных и присоединительных размерах не наблюдается. Скорее, наоборот, появляются все новые и новые производители с новыми и новыми концепциями КРУ, не говоря уже о разнообразии типов устройств, производимых такими мировыми гигантами, как «Сименс», АББ, «Шнейдер Электрик», и другими. Во времена СССР технические требования к изделиям определяло Главтехуправление. Существовала четкая система проектных институтов — Теплоэлектропроект, Тяжпромэлектропроект, Энергосетьпроект, Атомэнергопроект и др., а также ряд научно-исследовательских центров, таких, например, как ВЭИ и ВИТ, поэтому типизация и унификация изделий и проектных решений являлась частью государственной политики. В настоящее время только в России, в отличие от СССР, где был ограниченный ряд заводов, которые друг с другом практически не конкурировали, существуют десятки КРУ-строительных заводов, работающих как по отраслевому, так и по территориальному принципу сбыта. Причем большинство новых производителей зачастую не имеют ни опыта, ни производственной, ни испытательной базы для производства таких сложных и специфических изделий, часто нагло срисовывают конструкции известных заводов, например наши или московского «Электрошита». В условиях рыночной экономики, в условиях конкуренции, когда в России широко представлена продукция крупных западных фирм, на мой взгляд, замыкаться на какой-то одной концепции КРУ ни технически, ни экономически нецелесообразно. Но должно и нужно ставить вопрос об унификации, скажем, габаритных и присоединительных размеров и типизации схемных решений КРУ как по главным, так и по вторичным цепям. И уж если сегодня за развитие промышленности и энергетики в действующем правительстве отвечает единое министерство, то в его составе и должен находиться нынешний аналог Главтехуправления времен СССР.

А. Трубкин: Типизация необходима всем: проектировщикам, производителям, строителям, монтажникам и потребителям. Мы работаем в этом направлении и уже сегодня предлагаем нашим заказчикам шкафы КРУ со стандартными габаритными и присоединительными размерами на номинальные токи от 630 до 3150 А и токи отключения до 31,5 кА.

Энергоэксперт: Любая ячейка КРУ — это оболочка, которая включает в себя в качестве основных компонентов измерительную систему, релейную защиту и автоматику, а также коммутационный аппарат. На ваш взгляд, насколько актуальна взаимозаменяемость этих элементов в процессе эксплуатации и как вы решаете данную проблему в своих разработках?

Э. Палей: Речь, видимо, идет не о взаимозаменяемости, а о ремонтнопригодности, возможности быстрой замены поврежденного элемента ячейки (распределительного устройства в целом). В конструкции нашего оборудования (ячейки «Аврора», «Онега», НКУ типа «Нева») это решено следующим образом:

- сборные шины (медные) не имеют сварных элементов. Они имеют легкодоступные болтовые соединения на аппаратных зажимах шинных разъединителей;

- все элементы ячейки (разъединители, силовые выключатели, трансформаторы тока, ОПН'ы, емкостные делители напряжения и т.д.) конструктивно съемные, имеют в основании индивидуальную монтажную плату. По направляющим вставляются в ячейку и крепятся к корпусу ячейки болтами в передней части ячейки. Релейный отсек съемный, соединения с отдельными элементами ячейки и между ячейками выполнены разъёмными. Это очень удобно.

Все вышесказанное позволяет уверенно сказать, что ячейки нашего производства легко монтируемые и ремонтнопригодные.

А. Половинкин: В настоящее время ЗАО «Группа компаний «Электроцит» ТМ-Самара», кроме комплектных распределительных устройств, производит широкую гамму комплектующих изделий, встраиваемых в них, а именно всю номенклатуру вакуумных выключателей, трансформаторов тока и напряжения, всевозможных разъединителей и т.д. и т.п. Поэтому нам не составляет труда в рамках существующей на сегодняшний день программы «ретрофита» оказывать нашим потребителям услуги по ремонту и продлению жизни существующих КРУ не только нашего производства, но практически всех типов устройств.

А. Трубкин: Как правило, срок службы КРУ превышает срок службы входящих в него компонентов. Однако опыт показывает, что серьезная реконструкция КРУ часто обходится потребителю дороже закупки нового оборудования. Вместе с тем в ряде случаев «ретрофит» позволяет решить текущие задачи эксплуатации. Поэтому проблема

взаимозаменяемости элементов КРУ является актуальной. Ее решение зависит главным образом от производителей основных элементов КРУ. Ведь в составе КРУ эти элементы связаны между собой различными электрическими и механическими связями и блокировками. Нельзя также забывать о том, что возможность взаимозаменяемости предполагает унификацию установочных конструкций (посадочных мест) и присоединительных размеров встраиваемого оборудования. На практике оказывается, что для замены в процессе эксплуатации какого-либо аппарата на аппарат другого типоразмера или другого изготовителя необходим так называемый комплект адаптации. Эти комплекты должны разрабатываться и изготавливаться производителями аппаратов. Сегодня наиболее успешно в этом направлении продвинулись производители вакуумных выключателей, например, предприятие «Таврида Электрик».

Что касается производителей КРУ, то они должны предлагать потребителям различные варианты комплектации. Наше предприятие в качестве основных компонентов КРУ предлагает применять изделия различных зарубежных и отечественных производителей. Выбор остается за потребителем. Он должен понимать, что высоконадежное и необслуживаемое оборудование хоть и имеет более высокую стоимость, быстрее окупается и не требует замены в процессе его эксплуатации.

Энергоэксперт: В Положении о технической политике основной акцент при построении подстанций и распределительных устройств делается на их надежность, необслуживаемость, компактность, удобство и безопасность. Как эти вопросы решаются в ваших изделиях и какие критерии оценки этих показателей вы для себя принимаете?

Э. Палей: Надо сказать, что Положение о технической политике вышло очень своевременно и нашему оборудованию оно не противоречит. Например, решение по автогазовым аппаратам (ограничение их применения) не требует изменения нашей продукции. В дополнение к существующим аппаратам с воздушной изоляцией (трехпозиционные разъединители РТ, трехпозиционные выключатели нагрузки ВНТ), которые мы производим в достаточном количестве, мы освоили производство, испытали и сертифицировали трехпозиционные выключатели нагрузки с элегазовой изоляцией («бочки») ВНТЭ и на их базе сконструировали и испытали в НИИВА ячейку «Онега». Как воздушные, так и элегазовые аппараты мы продаем для других предприятий-производителей ячеек. В ячейке «Онега» использованы уже наработанные конструкторские решения, и она является логическим продолжением нашей конструкции, но отличается меньшими трудозатратами на эксплуатацию, большей дугозащищенностью, большей безопасностью и теми же габаритными размерами по глубине и по фронту (500 × 800, 750 × 800), но меньшей высотой.



КРУ (Устройства распределительные РУ-10(6) кВ)

И наконец, можно сказать и о комплектных трансформаторных подстанциях (ТП) и распределительных пунктов (РП и РТП) модульного исполнения в бетонной или металлической (контейнерной) оболочке полной заводской готовности. До конца 2007 г. нами будет выпущено более 120 бетонных модулей и более 30 контейнерных. Применение модульного оборудования позволяет:

- значительно сократить срок строительства и ввода в эксплуатацию ТП, РП, РТП (зафиксирован рекорд Гиннеса монтажной организацией УНР 427, которая установила двухтрансформаторную бетонную подстанцию 2БКТПБ-630, смонтировала и подготовила к включению под нагрузку за 13 часов);
- имеют меньшие габаритные размеры, чем подстанции со стационарной строительной частью;
- имея одинаковые размеры, типовые проекты и не являясь стационарным объектом, легко и быстро согласовываются в городских структурах (отвод земли, согласование с архитектурно-градостроительными органами, имеют хорошо разработанный дизайн и т.д.).

Модульные контейнерные подстанции, применяемые в основном в нефтегазовой отрасли, удобны тем, что транспортируются в собранном виде (для этого используются 6-, 9- и 12-метровые контейнеры) на любом виде транспорта без согласования и дополнительных работ.

Основными показателями оценки надежности, безопасности, желания потребителя работать с нами является постоянная связь с потребителями, их пожелания и замечания по результатам эксплуатации и ежегодный рост производства и продаж на 20%.

Для дальнейшего увеличения выпускаемой продукции руководство предприятия построило завод по производству и монтажу бетонных модулей мощностью 400 модулей в год, а для увеличения выпуска ячеек «Аврора», «Онега», НКУ «Нева» и коммутационных аппаратов строится новый заводской корпус.

А. Половинкин: Мы являемся одним из старейших производителей КРУ и подстанций на территории бывшего СССР, в настоящий момент в эксплуатации в различных уголках нашей необъятной родины в самых разнообразных климатических условиях в эксплуатации находятся сотни тысяч наших изделий, которые себя зарекомендовали самым лучшим образом. Мы постоянно ведем работы по повышению технического уровня наших изделий. В настоящее время при создании принципиально новой ячейки КРУ в нее закладываются как проверенные временем хорошо зарекомендовавшие себя идеи, так и всевозможные новинки, призванные обеспечить высокие эксплуатационные параметры изделия — надежность, удобство и безопасность обслуживания, компактность и необслуживаемость. Хотя очень часто требования, предъявляемые к КРУ, взаимоисключающие. Например, требование компактности практически всегда противоречит требованию удобства и безопасности обслуживания, поэтому любое изделие всегда содержит в себе ряд компромиссных решений, которые наши заказчики должны знать и понимать не хуже нас самих. Единственным критерием надежности и безопасности КРУ и КТП на сегодняшний день является для нас подтверждение всех заявленных параметров путем проведения полного объема испытаний в аккредитованных испытательных центрах и предоставление заказчикам протоколов испытаний изделий на соответствие действующим нормативам.

А. Трубкин: Безусловно, перечисленные качества являются определяющими. При разработке наших изделий принимаются как конструктивные, так и схемные меры по повышению их эксплуатационной надежности. К конструктивным мерам повышения надежности относятся:

- применение высоконадежного и необслуживаемого встраиваемого оборудования, например, вакуумных выключателей производства предприятия «Таврида Электрик»;
- разработка надежных узлов и деталей КРУ, способных безотказно работать при широком диапазоне изменений условий их применения;
- учет изменения параметров встраиваемого оборудования, узлов и деталей с течением времени;
- унификация и стандартизация как отдельных узлов и деталей, так и сборочных единиц;
- применение блочно-узлового принципа построения шкафов КРУ.

К схемным мерам повышения надежности относится:

- разработка минимально достаточной сетки схем шкафов КРУ с применением боковых и задних приставок;
- применение простых типовых схем главных и вспомогательных цепей.

Говорить о полной необслуживаемости КРУ не имеет смысла, поскольку это противоречит требованиям действующих нормативных документов по эксплуатации электроустановок. Однако мы работаем и в этом направлении. Фактически, техническое обслуживание КРУ «Классика» в течение всего срока эксплуатации сводится к проведению осмотров с периодичностью один раз в пять лет. Чистка, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия и смазки проводятся, только если необходимость этих работ была установлена во время проведения осмотра, а ремонт — при необходимости восстановления работоспособного состояния КРУ после аварий. При разработке наших изделий важнейшей задачей, непосредственно связанной с проблемой повышения их надежности, считается обеспечение удобства и безопасности эксплуатации, ремонтпригодности, внедрение современных средств контроля и диагностики состояния оборудования, обеспечение требований инженерной психологии и технической эстетики, а также разработка высококачественной эксплуатационной документации.

Нам кажется, что в конструкции КРУ «Классика» найдено оптимальное соотношение между компактностью и удобством эксплуатации. При стандартных габаритных размерах шкафы КРУ обслуживаются только с фасадной стороны. Расположение кассетного выдвигаемого элемента в средней части шкафа и наличие в комплекте поставки КРУ специальных тележек-подъемников для перемещения выдвигаемых элементов вне шкафов КРУ существенно облегчает работу обслуживающего персонала. Просторный отсек присоединений при проведении работ по ремонту или замене комплектующих может объединяться с отсеком выдвигаемого элемента путем быстрого демонтажа разделительной перегородки. Безопасность эксплуатации КРУ «Классика» обеспечивается конструктивными решениями, простотой и наглядностью коммутационных операций, а также продуманной системой оперативных блокировок. К конструктивным решениям, обеспечивающим безопасность эксплуатации, относятся:

- наличие металлических перегородок между отсеками шкафов, позволяющих локализовать аварию в пределах одного отсека;
- наличие систем дуговой защиты;
- наличие на фасаде шкафов КРУ индикаторов наличия напряжения на токоведущих частях отсека присоединений и гнезд для проверки наличия напряжения и фазировки кабелей.

Простота и наглядность коммутационных операций обеспечивается:

- возможностью визуального контроля положения коммутационных аппаратов;
- наличием на фасаде шкафов мнемосхемы, отражающей положение выдвигаемого элемента, а также контактов выключателей, разъединителей и заземлителей.

Система блокировок предотвращает неправильные действия персонала при производстве оперативных переключений.

Основным критерием оценки перечисленных качеств нашей продукции является удовлетворенность потребителей, поэтому мы постоянно отслеживаем работу всего оборудования, находящегося в подконтрольной эксплуатации.

По материалам информационно-аналитического
журнала «Энергоэксперт»
www.energyexpert.ru

НОВИНКА ОТ НПК «РЭЛСИБ»

Компания НПК «Рэлсиб» (Новосибирск) запустила в производство новый терморегулятор Ратар-02А со встроенным автоматом включения нагрузки.

Терморегулятор Ратар-02А со встроенным автоматом включения нагрузки предназначен, в том числе, и для бытового использования. Например, для контроля и поддержания температуры в небольших жилых и производственных помещениях, гаражах, складах, погребах, для управления нагревателями, термокамерами, тепловентиляторами, ИК-нагревателями, конвекторами и т.д.

Также терморегулятор можно использовать в качестве блока управления тепловыми электрическими котлами, водонагревателями, электрическими термокамерами и другими системами.

ThermoNews.ru

ГК «ПЕНОПЛЭКС» ЗАПУСТИЛА В ТАГАНРОГЕ ВТОРУЮ ЛИНИЮ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ

Группа компаний «Пеноплэкс» (Санкт-Петербург) запустила в Таганроге (Ростовская обл.) вторую линию по производству теплоизоляционных плит из экструдированного пенополистирола. Об этом сообщили в пресс-службе ГК.

Пословам представителя пресс-службы, производительность новой линии составляет 150 тыс. кубометров теплоизоляции в год. Инвестиции в увеличение производственной мощности на таганрогском предприятии Группы составили 3 млн евро. Оборудование для новой линии было закуплено у немецкой компании BERSTORFF.

Первая линия по производству теплоизоляционных плит производительностью около 250 тыс. куб. м в год была введена в Таганроге в июне прошлого года. Инвестиции в запуск линии составили около 5 млн евро. «Общий объем инвестиций в таганрогское предприятие превысил на данный момент 20 млн евро», — отметил представитель пресс-службы.



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

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ИХ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ

Важное значение для промышленных и общественных потребителей имеют такие измерительные средства, как счетчики электрической энергии. К настоящему времени выпущено большое количество типов счетчиков электроэнергии, отличающихся друг от друга различными классификационными признаками. При этом главной проблемой для потребителей являются вопросы поверки, ремонта и замены электросчетчиков.

Электрические счетчики, как и другие приборы учета, должны проходить периодическую калибровку и поверку. Как показывает опыт, по истечении срока поверки электросчетчики обычно имеют погрешность в показаниях, превышающую класс точности прибора. Причем разница между показаниями неуправляемого счетчика и фактическим потреблением электроэнергии может составлять до 50% недоучета. Оптимальным решением проблемы своевременного контроля работы электросчетчиков, а также выявления недоучета и хищений электроэнергии является применение средств, способных на месте эксплуатации счетчиков выполнить их поверку

и калибровку, а также контролировать режим измерительной цепи. Рассмотрим последние отечественные разработки в этой области.

1. ОАО «Ставропольский радиозавод «Сигнал» предлагает следующие счетчики электрической энергии СЭА32, СЭ3000, СЭА11, СЭА3.

а) Счетчики трехфазные электронные многотарифные СЭА32 предназначены для измерения активной энергии в трехфазных 3- и 4-проводных цепях переменного тока частотой 50 Гц. Могут использоваться автономно или в составе локальных и многоуровневых систем АСКУЭ, в региональных сетевых и территориальных энерго- и промышленных предприятиях, предприятиях ЖКХ, малого и среднего бизнеса, в жилых и общественных зданиях.

Счетчики производят суммирование, хранение и отображение на дисплее количества потребленной электроэнергии в кВт·ч и в Вт текущих значений средних мощностей. Они устойчивы к несимметрии, кратковременным перерывам и провалам напряжения, вибрации, у них отсутствует самоход. Счетчики имеют: ЖК-электронный дисплей, гальванически развязанные от сети импульсный

Таблица 1

Технические характеристики счетчиков СЭА32

Параметры	СЭА32; СЭА32 И трехфазные, четырехпроводные прямого включения	СЭА32Т; СЭА32Т И трехфазные, четырехпроводные трансформаторного включения по току	СЭА3У; СЭА32У И трехфазные, трехпроводные трансформаторного включения по току и напряжению
Класс точности	1,0		
Номинальное напряжение сети, В	3×220/380		3×100
Номинальное (максимальное) значение тока, А	5(50)		5(10)
Диапазон текущих значений средней мощности, Вт	165...33000	165...6600	43...1732
Порог чувствительности, Вт, не более	8,25		2,16
Частота измерительной сети, Гц	50 ± 2,5		
Установленный рабочий диапазон напряжений	(0,9 ... 1,1) U _{ном}		
Передающее число основного передающего устройства (поверочного выхода), имп/кВт·ч	100 (8000)	500 (40 000)	1000 (80 000)

выход и интерфейсы для связи с ПЭВМ и внешними устройствами; степень защиты от пыли и воды IP51; 8 тарифов и 8 временных зон, сезонную смену тарифов и временных зон, сохраняют в энергонезависимой памяти все данные учета электроэнергии в течение всего срока службы.

Счетчики являются многофункциональными и выполняют: ежедневную и ежемесячную фиксацию потребления электроэнергии; фиксацию потребления электроэнергии на первое число месяца, после перерыва питания, максимального значения мощности, попыток несанкционированного доступа к памяти, изменение сезонного времени (летнее/зимнее) и др.

б) Высокоточные счетчики СЭ3000 предназначены для дифференцированного по временным периодам измерения активной и реактивной энергии, активной, реактивной и полной мощности в двух направлениях по трем фазам в трехфазных трех- и четырехпроводных цепях переменного тока и организации многотарифного (до 4-х тарифов) учета электроэнергии на промышленных предприятиях и объектах. Счетчики могут использоваться в качестве датчиков энергии и мощности автономно или в составе АСКУЭ.

Особенности: устойчивы к климатическим и механическим воздействиям; воздействиям внешних магнитных полей; невосприимчивы к электростатическим разрядам до 15 кВ и высокочастотным магнитным полям до 10 В/м; устойчивы к несимметрии, кратковременным перерывам и провалам напряжения, всплескам напряжения до 2 кВ.

Выполняемые счетчиками функции насчитывают 10 наименований: учет и вывод на индикацию количества потребленной и отпущенной электроэнергии нарастающим итогом суммарно и раздельно по четырем тарифам (активной и реактивной) за текущий и три прошедших месяца, за текущие и трое прошедших суток; задание через интерфейсы коэффициентов трансформации ТТ и ТН, текущего времени и даты, тарифного расписания паролей для доступа и др. Счетчики сохраняют расчетные показате-

ли и константы пользователя не менее 10 лет; фиксируют 10 последних событий (пропадания напряжения, изменение констант, корректировок времени); обмениваются информацией с внешними устройствами через интерфейсы RS-232C, RS-485, CAN и др.

в) Счетчики однофазные электронные СЭА11 предназначены для измерения активной электроэнергии в однофазных двухпроводных цепях переменного тока; могут использоваться в качестве датчика приращения энергии в составе АСКУЭ и телеизмерения мощности.

Область применения: комплектование электроустановок административных, жилых и общественных зданий, производственных помещений, мобильных сооружений, торговых киосков, магазинов и т.п. при снабжении потребителей энергии от однофазной сети.

Особенности счетчиков: малое собственное электропотребление; высокий технологический запас по классу точности; остальное, как у СЭ3000.

г) Счетчики трехфазные электронные СЭА3 представляют собой аналого-цифровое устройство для суммирования и индикации на электромеханическом отсчетном устройстве количества потребляемой электроэнергии в кВт·ч.

Счетчики предназначены для учета активной электроэнергии по одному или двум тарифам в трехфазных 3- или 4-проводных цепях переменного тока, непосредственно или через измерительные трансформаторы тока и напряжения, автономно или в составе АСКУЭ.

Область применения: для промышленного и бытового сектора при потреблении электроэнергии от 3-фазной электросети.

Особенности счетчиков: защищены от самохода, бросков тока и напряжения; остальное, как у СЭ3000.

2. Электронные счетчики электрической энергии ЦЭ6807, СЭТ4, СЭТА (поставщики: **ОАО «МЭТЗ»**, **ВЗАО «АСЭН»**).

Таблица 2

Технические характеристики счетчиков СЭТ4

Параметры	СЭТ4-1М	СЭТ4-1/1М	СЭТ4-1/2М
	Значение параметров		
Класс точности (*по заказу потребителя)	2(1*)		
Номинальный ток, А	5		
Минимальный (максимальный) ток, А	0,25(60)	0,25(7,7)	0,25(100)
Рабочий диапазон напряжения, В	187 ... 242		

Таблица 3

Технические характеристики счетчиков СЭТА

Тип	Класс точности	$I_{\text{ном}}$ (I_{max})	$U_{\text{ном}}$	Потребляемая мощность		Диапазон рабочих температур °С	Количество тарифов
				цепи U	цепи I		
		А	В	В·А	Вт		
СЭТА-1	0,5	1(1,5)	100/57,7	2,0	0,05	-40 ... + 50	1
СЭТА-1/1	0,5	5(7,5)					1
СЭТА-1/2	1,0	1(1,5)					1
СЭТА-1/3	1,0	5(7,5)					1
СЭТА-2	0,5	5(7,5)					2
СЭТА-2/1	1,0	5(7,5)					2
СЭТР-1	1,0	1(1,5)					1
СЭТР-1/1	1,0	5(7,5)					1
СЭТРП-1	1,0	1(1,5)					1
СЭТРП-1/1	1,0	5(7,5)					1

а) Электронные, однофазные, однотарифные счетчики непосредственного включения ЦЭ6807 являются новыми современными приборами и предназначены для измерения активной энергии в однофазных двухпроводных сетях переменного тока 220 В, 50 (60) Гц. Счетчики могут использоваться в качестве датчиков приращения потребления энергии для дистанционных информационно-измерительных систем учета и распределения (АСКУЭ).

Преимущества счетчиков: более высокий класс точности; повышенная устойчивость к вибрациям и магнитным воздействиям; повышенная степень защиты от хищений; высокая надежность в эксплуатации; долговечность. Счетчики, имеющие в обозначении букву «Ш» (с шунтом), измеряют активную энергию и при наличии постоянной составляющей в цепи переменного тока.

б) Электронные, трехфазные, однотарифные счетчики непосредственного и трансформаторного включения СЭТ4 являются новыми современными приборами и предназначены для измерения активной энергии в трехфазных трех- и четырехпроводных цепях переменного тока 380/220 В, 50 (60) Гц.

Преимущества счетчиков: увеличен межповерочный интервал с 6 до 10 лет; более высокий класс точности; повышенная степень защиты от хищений; высокая надежность в эксплуатации. Счетчики могут использоваться в АСКУЭ.

в) Трехфазные трансформаторные универсальные счетчики активной и реактивной энергии СЭТА предназначены для учета электроэнергии в трехфазных трех- и четырехпроводных сетях переменного тока. Применяются для нужд энергетики на напряжение 100/57,7 В. Счетчики имеют импульсный выход, используемый в двух режимах: основного передающего устройства и в качестве испытательного. Режим выхода определяется внешней коммутацией. Режим основного передающего устройства используется для работы в автоматизированных системах учета электрической энергии, испытательный — для поверки счетчиков.

Преимущества счетчиков: возможность переключения тарифов; более высокий класс точности; широкий температурный диапазон; повышенная степень защиты от хищений; устойчивость к вибрациям; выполнены на интегральных схемах; высокая надежность в эксплуатации; долговечность.

Счетчики имеют: срок службы не менее 24 лет, межповерочный интервал 6 лет.

3. Счетчики ЭСч ТМ201 (поставщик: **ОАО «ЭЛАКС»**) — новое имя в мире счетчиков — предназначены для учета электроэнергии в однофазных двухпроводных сетях переменного тока. Они имеют телеметрический выход для работы в автоматизированных системах учета электрической энергии, а также для его проверки; учитывают потребление электроэнергии в прямом и обратном направлениях тока.

Таблица 4
Технические характеристики счетчиков ЭСч ТМ201

Номинальный (максимальный) ток, А	5 (50)
Рабочий диапазон температур, °С	-20 ... +55
Порог чувствительности, Вт	5,5
Срок службы, лет	24
Периодичность госповерки, лет	16
Класс точности	2,0

4. Счетчики электроэнергии ЦЭ6850, ЦЭ6822, ЦЭ6823М, ЦЭ6811, ЦЭ6812, ЦЭ6827, ЦЭ6828, ЦЭ6807Б, ЦЭ6827М (поставщик: **Концерн «Энергомера»**).

а) Счетчики многофункциональные микропроцессорные выпускают следующих типов:

- ЦЭ6850 (16 модификаций) предназначены для измерения активной и реактивной электроэнергии и мощности в двух направлениях в трехфазных трех- и четырехпроводных цепях переменного тока; расчетный учет по четырем тарифам в восьми временных зонах суток.

Функции и особенности счетчиков: коммерческий учет межсистемных перетоков, выработки, распределения и потребления электроэнергии в энергосистемах, на сетевых и промышленных предприятиях; регистрация суточного графика получасовых мощностей (нагрузок) с глубиной хранения до 45 суток; измерение мгновенных значений первичных параметров сети ($U, I, f, \cos\phi$); имеют встроенный программируемый таймер и энергонезависимую память.

- ЦЭ 6822 (8 модификаций), ЦЭ6823М (16 модификаций) предназначены для измерения и многотарифного учета (до 4-х тарифов) активной электроэнергии и мощности в трехфазных цепях переменного тока; могут использоваться в АСКУЭ.

Функции счетчиков: учет мощности в региональных, территориальных сетевых и промышленных предприятиях, на предприятиях малого и среднего бизнеса, в жилищно-коммунальной сфере; коммерческий учет межсистемных перетоков. Счетчики измеряют электрическую мощность и энергию в одном (ЦЭ 6822) или двух (ЦЭ6823М) направлениях учета. Имеют встроенный программируемый таймер и энергонезависимую память; регистрация суточного графика получасовых мощностей (нагрузок) может храниться до 124 суток. Счетчики оборудованы импульсным телеметрическим выходом, оптическим портом ввода/вывода информации и интерфейсом RS485.

б) Счетчики реактивной электроэнергии:

- ЦЭ6811 (6 модификаций) предназначены для измерения и учета потоков реактивной энергии по одному или двум направлениям, непосредственно или через измерительные трансформаторы. Счетчики осуществляют коммерческий учет межсистемных перетоков реактивной энергии; измерение реактивной мощности в составе АСКУЭ.

- ЦЭ6812 (17 модификаций) предназначены для измерения и учета активной и реактивной электроэнергии в трехфазных трех- и четырехпроводных цепях переменного тока, непосредственно или через измерительные трансформаторы.

Функции и особенности счетчиков: технический и коммерческий учет генерации и потребления активно/реактивной энергии; измерение активно/реактивной мощности на сетевых и промышленных предприятиях. Все счетчики работают в диапазоне частот 50—60 Гц.

в) Счетчики электроэнергии федеральной и региональных сетевых компаний промышленности и коммунальной энергетики:

- ЦЭ6803 предназначены для технического и коммерческого учета потребления электроэнергии по одному или двум тарифам в промышленном и бытовом секторе; являются самыми популярными трехфазными счетчиками электроэнергии 4-го поколения. Имеют наивысшую надежность.

Таблица 5
Технические характеристики счетчиков ЦЭ6850, ЦЭ6822, ЦЭ6823М

Параметры	ЦЭ6850	ЦЭ6822	ЦЭ6823М
	Значение параметров		
Класс точности	0,5; 1,0	1,0; 2,0	0,5; 1,0; 2,0
Номинальный (максимальный) ток, А	1(1,5); 5(7,5)	5(50); 10(100)	1(1,5); 5(7,5;50;100)
Номинальное напряжение, В	3×57,7(3×100) 3×220(380)	3×220(380)	3×57,7(3×100) 3×220(380)

Технические характеристики счетчиков ЦЭ6811, ЦЭ6812

Параметры	ЦЭ6811	ЦЭ6812
	Значение параметров	
Класс точности (акт./реакт.)	1,0	0,5/0,5; 1,0/1,0; 2,0/2,0
Номинальный ток, А	1; 5	1; 5
Максимальный ток, А	1,5; 7,5	1,5; 7,5; 50; 100
Номинальное напряжение, В	3×57,7(3×100)	3×220(380); 3×57,7(3×100)

● ЦЭ6808 В предназначены для высокоточного технического и коммерческого учета межсистемных перетоков электроэнергии.

● Ф68700 В предназначены для технического и коммерческого учета электроэнергии по одному или двум направлениям.

● ЦЭ6804 предназначены для учета активной электроэнергии в трехфазных 4-проводных цепях по одному направлению; имеют защиту от недоучета и хищения электроэнергии.

● ЦЭ6805 В предназначены для точного технического и коммерческого учета электроэнергии по одному или двум направлениям.

5. Современные электронные счетчики для учета потребления электроэнергии в быту и на производстве СЭТ1, СЭТ3 (поставщик: **Государственный рязанский приборный завод**).

а) Трехфазные счетчики СЭТ3 предназначены для учета активной и реактивной электроэнергии в трехфазных трехпроводных или четырехпроводных сетях переменного тока. Счетчики могут использоваться в качестве телеметрического датчика мощности информационно-измерительных систем автоматического учета энергопотребления.

Счетчики позволяют осуществлять: отдельный учет энергии по одному или двум временным тарифам; отдельный учет расхода и прихода активной энергии; отдельный учет индуктивной и емкостной реактивной

энергии; одновременный учет активной и реактивной энергии.

б) Однофазные счетчики электроэнергии СЭТ1 предназначены для учета активной электроэнергии в однофазных двухпроводных сетях переменного тока (СЭТ1-1 — однотарифный; СЭТ1-2 — двухтарифный), а также для организации ее отдельного учета по четырем тарифам и шести временным зонам суток (СЭТ1-4А, СЭТ1-4А.2). Счетчики могут использоваться в АСКУЭ.

Основные функции счетчиков: учет электроэнергии отдельно по тарифам, временным зонам суток, временным интервалам; автоматический переход на «летнее» и «зимнее» время; вывод на ПЭВМ информации по учету электроэнергии; защита от несанкционированного изменения введенной и накопленной информации. Дополнительно в счетчиках СЭТ1-4А.2 обеспечивается индикация предупреждения о необходимости оплаты, возможность ограничения потребления электроэнергии, а также отключение потребителя. Кроме этого, в счетчиках осуществляется: отображение информации на ЖКИ, сохранение информации при отсутствии питания (не менее 30 лет), связь с внешними устройствами по интерфейсам RS-232 (СЭТ1-4А) или RS485 (СЭТ1-4А.2) с гальванической развязкой.

6. Счетчики «ТРИО» (поставщик: **ОАО «ЛЭМЗ»**).

Счетчики электронные трехфазные однотарифные «ТРИО» предназначены для учета активной, реактивной и активно-реактивной электроэнергии в трехфазных, трех- и четырехпроводных цепях переменного тока номинальной частотой 50 Гц. По установочно-присоединительным размерам данный счетчик идентичен индукционным счетчикам (СА4-И678, СА4-И672 и др.).

Преимущества счетчиков: расширен диапазон рабочих температур; счетчик может использоваться в АСКУЭ; передающее устройство и испытательный выход объединены конструктивно и гальванически развязаны от электросети; имеют варисторную защиту от коммутационных перенапряжений и грозовых разрядов; не критичны к отклонению от вертикального положения; превосходят индукционные счетчики по техническим параметрам, а по цене находятся с ними на одном уровне; имеют светодиодный индикатор функционирования.

Таблица 7

Технические характеристики счетчиков СЭТ3

Класс точности	0,5; 1,0; 2,0
Диапазон номинального тока, А	1 ... 10
Диапазон максимального тока, А	1,5 ... 65
Диапазон номинального напряжения, В	57,7 ... 380
Потребляемая мощность, Вт(В-А)	2(10)
Межповоротный интервал, лет	6
Средняя наработка на отказ, час	54000
Средний срок службы, лет	30

7. Приборы «Энергомонитор 3.3» (поставщик: фирма «Энергоаудит-2000») представляют собой переносной портативный эталонный счетчик и анализатор качества электроэнергии. Приборы предназначены для:

- измерения и регистрации показателей качества электрической энергии (ПКЭ), установленных ГОСТ 13109—97;
- измерения и регистрации в одно- и трехфазных сетях действующих значений напряжений и токов при синусоидальной и искаженной формах кривых;
- регистрации активной, реактивной и полной мощности и энергии;
- поверки трехфазных и однофазных счетчиков электроэнергии класса точности 0,5 и менее точных на месте эксплуатации, а также контроля правильности их подключения без разрыва токовых цепей;
- поверки измерительных преобразователей напряжения, тока, активной и реактивной мощности на месте их эксплуатации.

Возможности приборов: вывод на дисплей среднего значения мощности за 30 мин, значений коэффициентов несинусоидальности напряжений, общих для всех фаз, а также значений гармонических составляющих; возможность установки времени усреднения измеряемых значений для режимов измерения токов, напряжений и мощностей; наличие защиты от наводок, влияющих на расчет гармонических составляющих сигнала. Приборы осуществляют проверку работоспособности трансформаторов тока и напряжения; автоматическую смену архивных зон, в которых хранится требующаяся информация.

С помощью приборов выполняют измерение полной фактической мощности во вторичной цепи ТН; определение погрешности из-за потери (падения) напряжения в линии присоединения счетчика к ТН; взаиморасчеты при отсутствии стационарной системы учета; инспекционный контроль за соблюдением условий присоединения и принятием соответствующих мер к нарушителям; периодическую регистрацию показателей качества электроэнергии по ГОСТ 13109, а также основных электроэнергетических параметров, с последующим анализом состояния электрических сетей.

Программный комплекс «Энергомониторинг» прибора «Энергомонитор 3.3» позволяет:

- считывать накопленные архивы результатов поверки счетчиков электроэнергии через последовательный интерфейс RS-232;
- сохранять принятые данные на жестком диске;
- осуществлять просмотр ранее полученных данных в удобной форме;
- создавать протоколы поверки счетчиков электроэнергии, которые могут быть выведены на печать или сохранены в файле на жестком диске;
- выполнять редактирование базы данных счетчиков, записанной в прибор;
- считывать накопленные архивы основных показателей энергопотребления и архивы ПКЭ через последовательный интерфейс RS-232;

- сохранять принятые данные на жестком диске;
- записывать в прибор базы имен объектов, номинальные значения и уставки пользователя по паролю;
- осуществлять просмотр статистики по показателям качества электроэнергии отдельно для напряжения и тока;
- создавать протоколы качества электроэнергии по ГОСТ 13109—97 и отчеты по динамике изменения значений основных показателей энергопотребления (с возможностью выбора времени усреднения и выводимых параметров), которые могут быть выведены на печать или сохранены в файле на жестком диске;
- сохранять и просматривать информацию об измерительных трансформаторах.

Класс точности приборов — 0,1 (с токоизмерительными клещами — 1,0).

Таблица 8

Технические характеристики приборов ПЭМ-02

Диапазон измерения напряжения, В	40 ... 400
Диапазон измерения тока, А	0,1 ... 100(1000) (определяется типом токовых клещей)
Продолжительность работы от встроенных аккумуляторов, ч	4
Класс точности прибора	1,0

8. Приборы «ПЭМ-02» (поставщик: НПП «МАРС-ЭНЕРГО») предназначены для измерения электроэнергетических величин в одно- и трехфазных сетях действующего значения напряжения и переменного тока; активной, реактивной и полной мощностей; частоты переменного тока; угла между напряжением и током, напряжением и током в каждой фазе; коэффициента мощности.

Кроме того, приборы осуществляют: проверку правильности подключения трехфазных и однофазных счетчиков электроэнергии к измерительным цепям и правильности их работы на месте их эксплуатации; комплексные испытания и наладку электрооборудования, схем релейной защиты.

Приборы «ПЭМ-02И» позволяют: считывать накопленные архивы измеренных электрических величин на компьютер; сохранять принятые данные на жестком диске; осуществлять просмотр ранее полученных данных в удобной форме.

9. Преобразователи измерительные цифровые типа ПЦ 6806 (поставщик: ООО «НПП Электромеханика») предназначены для измерения активной и реактивной энергии в прямом и обратном направлениях (потребленной и возвращенной), тока, напряжения, активной и реактивной мощностей по каждой фазе, частоты сети. Преобразователи применяют для коммерческого и технического учета электроэнергии в составе АСКУЭ.

Таблица 9

Технические характеристики преобразователей ПЦ 6806

Номинальный ток, А	1; 5
Номинальное напряжение, В	3×57,7; 2×100; 3×220 3×57,7; 2×100; 3×288,5; 2×50
Мощность: активная (реактивная), Вт (вар)	0; 3×1100
Схема подключения	Четырехпроводная линия (звезда), трехпроводная линия
Максимальный ток, А	1,2I _{ном}
Питание, В — переменного тока — постоянного тока	~ 80 ... 260 В; = 100 ... 300 В; (от измерительной цепи)
Интерфейс	RS 485
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности: — по току, % — по напряжению, % — по мощности активной, % — по мощности реактивной, %	±0,5 ±0,5 ±0,5 ±1,0
Класс точности	0,5

Преобразователи ПЦ 6806 являются многофункциональными приборами: помимо указанных выше, они выполняют функции ТУ, ТС, индикацию измеренных и вычисленных параметров на встроенном цифровом индикаторе, фиксацию максимальной мощности в каждой тарифной зоне, архивирование параметров и событий с отметками реального времени и др. По запросу контроллера верхнего уровня ПЦ передает 16 видов данных.

10. Устройства для поверки и калибровки счетчиков электроэнергии, КТС нового поколения (поставщик: **ОАО «Концерн Энергомера»**).

а) Комплексы технических средств (КТС) нового поколения «Энергомера» предназначены для автоматизации учета электрической энергии (коммерческого и технического) и мощности на энергообъектах и промышленных предприятиях, в мелкомоторном и бытовом секторе. КТС состоят из счетчиков электроэнергии, УСПД, программного обеспечения. Технические средства строятся по модульному принципу для обеспечения оптимальной конфигурации в решении конкретных АСКУЭ. В КТС «Энергомера» имеются функции измерения технологических параметров электроэнергии (ток, напряжение в фазах, частота и др.) и телесигнализация.

Предлагаемые решения КТС «Энергомера» позволяют создавать любые АСКУЭ: локальные, региональные, глобальные. Системы учета, построенные на основе КТС

«Энергомера», отличаются минимальной стоимостью, способностью к плавному увеличению мощности, высоким качеством функционирования, точностью работы вычислительных устройств, полнотой информации и быстротой доступа к ней.

б) Эталонные счетчики «Энергомера СЕ601» представляют собой однофазный портативный прибор, предназначенный для поверки и калибровки однофазных рабочих электронных и индукционных счетчиков электрической энергии по месту их установки, а также для контроля режимов измерительной цепи. Счетчики позволяют линейному персоналу контролирующей организации подключать их без нарушения измерительных цепей поверяемого счетчика и выявлять факты недоучета и хищений электроэнергии различными способами в однофазных и трехфазных цепях переменного тока.

в) Установки ЦУ 6804 предназначены для автоматической поверки и регулировки электронных и индукционных одно- и трехфазных счетчиков активной электроэнергии классов точности 0,5 и ниже и реактивной электроэнергии классов точности 1,0 и ниже и представляют собой малогабаритную и мобильную установку. Наличие последовательного интерфейса RS-232 позволяет управлять установкой с персонального компьютера и систематизировать протоколы поверки в базе данных.

г) Устройства ЦЭ 6806П (с внешними токовыми клещами) относятся к портативному метрологическому оборудо-

Таблица 10
Технические характеристики счетчиков «Энергомера СЕ 601»

Диапазон входного напряжения, В	135 ... 270
Диапазон входного тока, А	0,1 ... 100
Диапазон измерения, $\cos \varphi$	-1,0 ... +1,0
Диапазон измерения частоты сети, Гц	47,5 ... 52,5
Диапазон измерения постоянной счетчиков, имп/кВт·ч	1 ... 99999
Диапазон измерения относительной погрешности счетчиков	-100...+1000 % с точностью $\pm 0,5$ %
Количество записанных и хранимых протоколов поверки счетчиков, не менее	100 (с числом записей в каждом протоколе до 10)
Потребляемая мощность, не более, В·А	7

Таблица 11
Технические характеристики установок ЦУ 6804

Класс точности при измерении активной мощности (энергии)	0,1
Класс точности при измерении реактивной мощности (энергии)	0,2
Диапазон регулирования выходного тока, А	0,002 ... 10
Диапазон регулирования выходного напряжения, В	46 ... 288
Количество одновременно поверяемых счетчиков	До 3

Таблица 12
Технические характеристики устройств ЦЭ6806П и ЦЭ6815

	ЦЭ6806П	ЦЭ6815
Диапазон регулирования входного тока, А	0,005...5	0,01...10
Диапазон регулирования входного напряжения, В	49 ... 460	30 ... 300
Количество одновременно поверяемых счетчиков	1	1
Класс точности при измерении активной (реактивной) мощности и энергии	0,1; 0,2	0,1

ванию. Эти устройства предназначены для поверки и калибровки индукционных и электронных одно- и трехфазных счетчиков активной и реактивной электроэнергии по месту их установки. Кроме того, они используются для измерения активной и реактивной мощности классов точности 0,1 и 0,2, а также для измерения без разрыва токовой цепи посредством внешних токовых клещей (класс точности 0,5). Устройства ЦЭ 6815 дополнительно обеспечивают контроль параметров измерительной цепи и правильности подключения счетчиков; функционирование от встроенного источника питания; вывод протоколов поверки на термопечатающее устройство.

По его словам, строительство завода в Таганроге и запуск двух линий на нем, а также ввод новых мощностей в течение прошедшего года на заводах в Ленинградской области, Перми и Новосибирске позволили удвоить по сравнению с 2006 г. суммарные производственные мощности Группы компаний по выпуску теплоизоляционного материала и достигнуть показателя в 2 млн куб. м.

В следующем году на таганрогском предприятии планируется ввести в эксплуатацию 3-ю линию по производству теплоизоляционных плит мощностью около 250 тыс. куб. м в год. С ее вводом производственная мощность завода достигнет 750 куб. м в год.

ГК «Пеноплэкс» создана в 1998 г. Холдинг располагает собственным предприятием по производству сырья — полистирола общего назначения, несколькими производственными предприятиями по выпуску теплоизоляции. Также в состав компании входят подразделения, занимающиеся снабжением, рекламой, сбытом и логистикой выпускаемой продукции. В настоящее время под управлением холдинга объединены производственные компании, расположенные в Киришах Ленинградской области, Перми, Новосибирске, Таганроге. Кроме того, ГК имеет дистрибьюторскую сеть более чем в 30 регионах страны.

www.yugmedia.ru

СОТРУДНИКИ «СЕВКАБЕЛЯ» УДОСТОЕНЫ НАГРАД ЗА НОВУЮ РАЗРАБОТКУ

Специалистами «Севкабеля» совместно с сотрудниками ФГУП РФ ЦНИИ КМ «Прометей» был спроектирован силовой кабель, в конструкции которого использован экран из лент аморфных магнетомягких сплавов. В разработанной конструкции уровень магнитного поля, создаваемого нагруженным кабелем, снижен более чем в 200 раз по сравнению с аналогичным неэкранированным кабелем той же мощности, что позволяет обеспечить выполнение требований действующих нормативных документов по безопасности и электромагнитной совместимости технических средств.



С. Гусев

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Автономные электростанции незаменимы в местах, где отсутствуют линии электропередачи, где необходимо резервирование подачи электричества, а также в случае оперативного решения ряда задач. В настоящее время недостатка в аппаратах нет, требуется лишь грамотный подход к их выбору. Об этом мы и расскажем.

Бензиновые

Они обладают рядом существенных достоинств — таких, как компактность, небольшой вес, невысокий уровень шума. Это наиболее практичное решение при создании резервного источника электропитания на небольшие промежутки времени — например, в случае внезапного отключения электроэнергии. При этом многие бензиновые генераторы оборудуются функцией электростарта, поэтому автоматически включаются в случае внезапных перебоев с подачей электроэнергии. Генераторы с бензиновым двигателем используются также и в качестве мобильного источника питания для различных электроинструментов.

Именно благодаря всем этим качествам большинство выпускаемых мини-электростанций с небольшой мощностью — бензиновые. Она, как правило, составляет от 0,35 до 11 кВт. Правда, по сравнению с дизельными, бензиновые станции хотя и дешевле, но из-за высокой цены топлива дороже в обслуживании.

Бензиновые двигатели бывают двух- и четырехтактными. Двух- и четырехтактные устанавливаются в основном



на маломощные и компактные агрегаты с наработкой на отказ не более 500 часов. Четырехтактные двигатели внутреннего сгорания относятся уже к профессиональному и полупрофессиональному классу и для продолжительной эксплуатации в течение суток дополнительно оснащаются различными дополнительными функциями, такими, как воздушное охлаждение, автоматическая остановка при понижении уровня масла и т.д.

Дизельные

Основное достоинство дизельного генератора — возможность его использования в течение длительного времени в качестве основного источника электроэнергии.

Дизельные двигатели существенно дороже бензиновых, но при этом значительно дешевле в эксплуатации

и обладают более мощным ресурсом работы. Однако чем более маломощен дизельный генератор, тем труднее ему выдерживать конкуренцию с бензиновым двигателем и наоборот. Вывод — дизельные электростанции выгодны там, где требуется выработка электроэнергии средней и большой мощности. Электростанции большой мощности с дизельным двигателем, как правило, можно использовать для параллельной работы между собой или с основной питающей сетью. Минимальная мощность дизельных электростанций — 2,5 кВт.

Для более качественного производства электроэнергии в течение длительного времени предпочтительнее двигатели, работающие на низких оборотах — 1500 об/мин, обладающие пониженным уровнем шума и увеличенным ресурсом. Достоинство двигателей с высокими оборотами (3000 об/мин) — компактные габариты и сравнительно небольшой вес. Правда, интенсивность использования для них планируется не очень высокая — около 500 моточасов в год.

Воздушное охлаждение применяется в основном на маломощных электростанциях. Жидкостное — на моделях профессионального и промышленного класса.

По принципу использования дизельные электростанции делятся на резервные и основные. Резервные электростанции, которые начинают работать в случае отказа подачи электроэнергии, набирают номинальные обороты за несколько минут, а импортные агрегаты — и до 15 секунд. При этом время работы будет зависеть лишь от запасов топлива. Стандартный топливный бак электростанций большой мощности рассчитан примерно на 8 часов работы. Но если есть потребность обеспечить большой запас — устанавливают дополнительные баки, что конструктивно не представляет сложности.

Основным электростанциям для набора номинальной мощности требуется существенно больше времени, зато потом они могут долгое время работать без остановок.

Предполагаемая мощность дизельных двигателей зависит от поставленной перед ними задачи. Считается, что для нормальной работы подключенное оборудование должно потреблять нагрузку в диапазоне 25—85% от номинальной мощности.

Особенностью импортных дизельных генераторов является большая устойчивость при работе на холостом ходу. У мощных российских агрегатов в таком режиме могут возникать проблемы из-за образования нагара на клапанах или коксования колец и, как следствие, — перебои в подаче электроэнергии. В качестве профилактики рекомендуется каждые 100 моточасов устраивать им сеансы работы (не более двух часов) со 100-процентной нагрузкой.

Выбор количества фаз и синхронности

По количеству фаз вырабатываемого напряжения автономные электростанции подразделяются на одно- и трехфазные. *Однофазные* (напряжением 220 В и частотой 50 Гц) применяются при бытовом использовании, для питания небольшого количества электроприборов. *Трехфазные*



Бензиновый электрогенератор
GMH 13000 TELX



Дизельный электрогенератор JCB G88

(380/220 В, 50 Гц) — в промышленных целях, а также для коттеджей с трехфазной разводкой сети. К ним можно подключать как однофазные, так и трехфазные нагрузки. Для этого на приборной панели должны быть соответствующие клеммные колодки и розетки. Правда, при подключении к трехфазному генератору однофазного потребителя следует учитывать, что потребляемая мощность однофазной нагрузки не должна превышать трети от номинальной трехфазной выходной мощности электростанции. Также необходимо соблюдать примерное равенство мощности электрооборудования, находящегося на разных фазах — во избежание так называемого перекаса фаз. Для того чтобы генератор работал нормально, разница электрических мощностей на разных фазах не должна превышать 20—25%.

Генераторы можно также классифицировать на синхронные и асинхронные.

Более просты и практичны — *асинхронные*, у которых выходное напряжение почти не дает нелинейных искажений. Они используются не только в бытовых целях, но и там, где подключаемая аппаратура чувствитель-

на к перепадам напряжения — например, компьютеры или медицинское оборудование. Существенный недостаток асинхронных генераторов в том, что они не переносят пиковых нагрузок.

Синхронные генераторы обладают запасом по мощности, дают электроэнергию более высокого качества и используются для аварийного электропитания на строительных объектах при работе с электрооборудованием, требующим пускового тока, по силе в несколько раз превышающего номинальный — например, со сварочными аппаратами, насосами, электроинструментами и т.д.

По типу запуска генераторы выпускаются с ручным включением, электростартером — ключом зажигания, блоком контроля и автоматики с программируемой системой автозапуска.

Исполнение и место установки

Автономные электростанции производят в нескольких вариантах.

В станциях на раме все элементы открыты. Для таких агрегатов требуется наличие отдельного помещения с вентиляцией и магистралью отвода выхлопных газов или хотя бы навеса с ограждением. Кроме того, необходим обязательный контроль за соблюдением правил техники безопасности, чтобы избежать случайного контакта человека с вращающимися или находящимися под напряжением элементами. В случае если дизельная установка располагается на улице, для нее нужно подготовить площадку с твердым покрытием. Надежную защиту от внешних воздействий дает размещение автономной станции под капотом или кожухом.



Дизельный генератор Atlas Copco QAX 12

Для транспортировки электростанции могут размещаться на прицепе или на салазках. Для работы в тяжелых климатических условиях используют специализированные контейнеры с утеплением, на которых устанавливаются дополнительные топливные баки, топливные магистрали, а также охранная и пожарная сигнализация. Такие контейнеры могут находиться рядом с производственным помещением или даже на крыше.

Для станции мощностью 50—60 кВт требуется помещение площадью не менее 10 кв. м, для больших мощностей — существенно большие площади (для мощности от 200 кВт, например, — 20 кв. м). При мощности электростанции от 500 кВт и выше — надо предусмотреть еще и места для хранения топлива. Стоит также учитывать, что мощный дизельный агрегат может быть запущен только теплым, а значит, для работы в зимних условиях надо иметь систему обогрева. При этом, работая, генератор будет нагреваться и выделяющееся тепло и выхлопы должны удаляться с помощью системы вентиляции.

Степени автоматизации и опции

Бензиновым двигателям, которые используются нечасто, дополнительная защита от шума, в общем-то, не нужна. А вот автономные электростанции с дизельным генератором предпочтительнее приобретать в комплекте с шумозащитным кожухом, который не только даст возможность работать в снег и дождь, защищая от коррозии, но и значительно снизит шум двигателя. Особенно в том случае, когда электростанции используются рядом с жилыми районами, где по существующим санитарным нормам шум не должен превышать предельно допустимых показателей. Впрочем, современные шумозащитные контейнеры и кожухи способны сводить уровень шума автономной электростанции очень большой мощности до уровня, например, работающего холодильника.

Стоимость электростанции существенно зависит от наличия на ней дополнительных функций, которые связаны со степенью ее автоматизации. Согласно ГОСТ различают *три степени автоматизации*.

Первая: ручное управление электроустановкой; индикация значений контролируемых параметров; автоматическая стабилизация параметров вырабатываемой электроэнергии; автоматическое регулирование температуры охлаждающей жидкости; подзарядка аккумуляторных батарей; защита генератора по аварийным параметрам (перегрузка по току, короткое замыкание); защита дизеля по аварийным параметрам (перегрев охлаждающей жидкости и масла, падение давления масла, разнос).

Вторая: выполнение операций для первой степени, автоматическая подготовка к пуску, пуск, прием нагрузки, остановка и контроль за работой ДЭУ по внешнему сигналу или исчезновению (восстановлению) сети.

Третья: выполнение операций для второй степени, автоматическое пополнение расходных баков (топлива, масла).

Что касается дополнительных опций, то наиболее разнообразны они у дизельных агрегатов с жидкостным



**Дизельная электростанция
NOSA GE 75 PSX-EAS**

охлаждением. Это может быть контроль параметров запуска и состояния питающей сети на жидкокристаллическом дисплее или на компьютере, возможность тестирования при периодических проверках, различные виды программирования операций, увеличенные топливные баки и различные виды защиты (от перегрузки, от утечки тока на землю, от атмосферных явлений), оборудование для перевода бензиновых генераторов на работу от сжиженного газа, дополнительные глушители, снижающие только шум выхлопа.

Особенности выбора

Для оценки соответствия реальных и требуемых параметров при выборе дизельного генератора, как правило, используются три основных показателя — ресурс работы, мощность установки и потребление топлива.

Главный критерий для автономных электростанций — ресурс работы или *наработка на отказ*. По ресурсу до первого капитального ремонта электростанции делятся на *сезонные* (500—1000 моточасов), *для питания бытовых электроприборов и электроинструментов* (с ресурсом 1500—2500 часов), *станции долговременного пользования* (от 3000 моточасов).

У самых дешевых и простых бензиновых двигателей с алюминиевым блоком цилиндра и боковым расположением клапанов ресурс составляет около 500 часов. У агрегатов с чугунной гильзой цилиндра и боковым расположением клапанов — 1500 часов. У двигателей промышленного класса с чугунными гильзами цилиндров, верхним расположением клапанов и подачей масла к деталям под давлением — 3000 часов, почти как у дизельных двигателей.

Мощность генераторной установки измеряется в киловольт-амперах — кВА и киловаттах кВт (1 кВт = 0,8 кВА). На это стоит обращать внимание при покупке, так как мощность электроприборов обычно измеряется в кВт, а мощность электростанции может стоять в кВА, то есть быть ниже предполагаемой, если иметь в виду кВт. В Японии принято давать номинальную и максимальную мощность. Максимальная может быть примерно на одну пятую выше номинальной, но при этом с такой нагрузкой генератор проработает всего лишь несколько секунд.

У дизельных двигателей с воздушным охлаждением средняя наработка на отказ должна составлять около 5000 часов, а с жидкостным — до 40 000 часов.

По количеству расхода топлива (в литрах за час непрерывной работы двигателя) можно подсчитать экономичность станции. Правда, надо учитывать, что в паспортных данных могут стоять данные при нагрузке 75 или 100% от номинальной.

Вообще, на выбор топлива также стоит обратить внимание — в отношении затрат на его транспортировку, хранение, необходимость переработки.

В российских условиях могут оказаться существенными и такие факторы, как нерегулярное техническое обслуживание или использование некачественных ГСМ.

Для резервного источника питания, который будет использоваться не очень большой промежуток времени, гораздо большее значение иногда имеет надежность, нежели экономический фактор при выборе топлива.

Производители

Среди зарубежных производителей электростанций средней и большой мощности высокой репутацией пользуется продукция таких фирм, как Mitsubishi Electric (Япония), John Deere & Company (США), SDMO Industries (Франция), Cummins Power Generation (США), Gesan Grupos Electrogenos (Испания), FG Wilson (Engineering) Ltd (Великобритания), SDMO Industries (Франция) и других.

Исключительно на производстве бензо- и дизель-генераторов специализируется французский концерн **SDMO Industries** — один из мировых лидеров в области дизельных электростанций (табл. 1). Здесь производят электрогенераторные установки в диапазоне мощности от 1 до 3000 кВА: портативные генераторные установки (от 0,9 до 15 кВА), генераторные установки средней мощности (от 7,5 до 880 кВА), дизельные электростанции большой мощности (от 650 до 3000 кВА). Модельный ряд электростанций SDMO: электростанции SDMO Portable (0,9—15 кВА), SDMO Pacific (7—20 кВА), SDMO Montana (30—200 кВА), SDMO Atlantic (200—500 кВА), SDMO Exel (650—2250 кВА), SDMO Nevada (работа на природном газе).



Дизельный генератор AIRMAN SDG 25 S

Таблица 1

Характеристики ряда моделей автономных электростанций SDMO Industries

Модель	Тип	Мощность, кВт	Напряжение, В	Двигатель	Запуск	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб
SH 4000	бензо	4	230	Honda GX270	Ручной	13	710×570×490	36 000
SH10000E	бензо	10	230	Honda GX620	Электростартер	26	870×570×750	136 000
SH 7500TE	бензо	7,5	230/400	Honda GX390	Электростартер	26	720×560×590	76 000
J110KTELYS	дизель	88	230/400	John Deere 4045 HF120	Электростартер	190	1950×1080×1330	650 000
J 33 K-IV (JM 30 SILENT)	дизель	33	400/230	JOHN DEERE	Электро/ автоматический	100	2100×920×1450	490 000
J 110 K-IV (JS 100 SILENT)	дизель	100	400/230	JOHN DEERE	Электро/ автоматический	190	2550×1170×1680	835 000
J 130 K-IV	дизель	120	400/230	John Deere	Электро/ автоматический	340	3510×1200×1830	900 000

Таблица 2

Характеристики ряда моделей автономных электростанций Honda

Модель	Тип	Мощность, кВт	Напряжение,	Двигатель	Расход топлива, л/час	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб.
EC 6000	бензиновая	6	230	GX390	0,4	6,5	800×550×540	49 000
ECT 6500P	бензиновая	7	230/400	GX390	0,4	6,5	800×550×540	80 000
EX12D	бензиновая	12	230/400	GD1100	0,4	38	1390×630×815	325 000
EM 50is	бензиновая	4,5 кВА	230/400	GX340	0,4	17	810×670×690	95 000

Также ведущим мировым производителем бензо-генераторов и дизель-генераторов является компания **Honda**, где создан широкий модельный ряд бензиновых и дизельных автономных электростанций (табл. 2), вырабатывающих ток мощностью от 650 Вт до 100 кВт. Например, одна из последних моделей — генератор EU

с двухуровневой шумопоглощающей системой, электронной системой формирования сигнала и выходом постоянного тока для зарядки автомобильных аккумуляторов. Генераторы EX обладают бесшумным корпусом, системой авторегуляции экономичного режима. Мощность генераторов данной серии варьируется от 1 до 100 кВт, включая дизельные генераторы большой мощности. Генераторы EV используются для установки на автомобильной платформе. Все модели фирмы оснащены четырехтактными двигателями с воздушным охлаждением, достоинство которых — низкий расход топлива и большой моторесурс. Бензиновые двигатели Honda считаются одними из самых надежных в мире и полностью соответствуют строгим европейским и американским инструкциям по выбросам (CAAB, EPA). Очень многие фирмы-производители именно их используют в качестве основы в своих автономных электростанциях.

Фирма **FG WILSON (Engineering)** — крупнейший изготовитель дизель-генераторов в Европе (табл. 3). Всего за сорок лет она прошла путь от небольшой семейной компании до крупного международного экспортера с сетью представительств на всех континентах. Ежегодно здесь производится до 50 000 дизель-генераторов с диапазоном мощности от 6 до 2200 кВА (17,6 МВА при параллельной работе), моторесурсом не менее 40 000 часов и сопутству-



Дизельная электростанция Lister Petter LLD-140

Таблица 3
Характеристики ряда моделей автономных электростанций F.G.WILSON

Модель	Тип	Мощность, кВА	Кол-во цилиндров, ед.	Двигатель	Расход топлива, л/час	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб.
P80P1	дизель	80	4	Perkins 1104A-44TG2	9,5	175	2149×752×1366	430 000
P135	дизель	135	6	Perkins 1006TAG	28,3	290	2700×900×1460	630 000
P150E	дизель	150	6	Perkins 1006TAG	33,3	290	2700×900×1460	700 000
P165E1	дизель	165	6	Perkins 1006TAG2	33,5	300	2675×900×1564	885 000
P220NE	дизель	220	6	Perkins 1306-E87TA300	49,8	350	2971×1003×1717	910 000
P275NE	дизель	275	6	Perkins 1306-E87TA300	60,1	350	2971×1003×1717	1 030 000

Таблица 4
Характеристики ряда моделей автономных электростанций GESAN

Модель	Тип	Мощность, кВт	Напряжение, В	Двигатель	Запуск	Расход топлива л/час	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб.
G10TFV	бензиновая	8	380	Vanguard	Электро	4	16	90×52×55	100 000
G10OOOV	бензиновая	8	220	Vanguard	Электро	4	16	90×52×55	106 000
G12TFH	бензиновая	10	380	HONDA	Электро	5,4	13	90×58×60	130 000
DP 100 рама	дизель	80	400	Perkins	Электро	24	160	2050×750×1436	640 000
DPAS110 E кожух	дизель	80	400	Perkins	Авто	22,6	186	2800×980×1535	790 000
DV150	дизель	122	400	Volvo Penta TAD 720 GE	Ручное управление	38	273	2490×900×1675	840 000
DV200	дизель	164	400	Volvo Penta TAD 722 GE	Ручное управление	44,1	418	2900×1100×2025	1 120 000

Таблица 5
Характеристики ряда моделей автономных электростанций Promac (Италия)

Модель	Тип	Мощность, кВА	Напряжение, В	Двигатель	Охлаждение	Расход топлива, л/час	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб.
12000THEPI	бензин	11	230/400	Honda GX 620	Воздух	3,5	24	93×56×80	143 000
P 12000 SHEPI	бензин	10	230	Honda GX 620	Воздух	3,5	24	93×56×80	140 000
SSW60TDFCDB	дизель	56	400	DEUTZ BF4M1012E	Вода	9,8	100	200×75×130	490 000
35W 75 TDMCDS	дизель	74	400	DEUTZBF4M2012C	Вода	11,7	150	270×100×150	722 000
GSW135TDMCDS	дизель	135	400	DEUTZ BF6M1013E	Вода	21,9	165	350×110×150	1020 000
SSW185TWMCDB	дизель	187	400	VOLVO TAD721GE	Вода	29,51	425	200×110×190	1 175 000
SSW 200 TWMCDS	дизель	208	400	VOLVO TAD722GE	Вода	32,44	350	350×130×190	1 440 000

Характеристики ряда моделей автономных электростанций Geko

Модель	Тип	Мощность, кВт	Напряжение, В	Двигатель	Запуск	Расход топлива, л/час	Объем бака, л	Габариты (Д×Ш×В), мм	Ориентировочная цена, руб.
13000 ED-S/SEBASS	бензин	10,4	230/400	B&S 350447	Элстартер	4,2	8,5	820×440×580	290 000
13002 ED-S/SEBASS	бензин	13	230/400	B&S 380447	Элстартер	4,2	8,5	820×440×580	298 000
60000 ED-S/DEDA	дизель	48	400	DEUTZ	Элстартер	10,8	198	1875×925×1360	530 000
85000 ED-S/DEDA S	дизель	68	400	DEUTZ	Элстартер	68	220	3000×1200×1366	880 000
130000 ED-S/DEDA	дизель	100	400	DEUTZ	Элстартер	22,7	250	2355×1015×1585	890 000
Geko 200000 ED-S/DEDA	дизель	160	400	DEUTZ	Элстартер	36,3	255	2510×1025×1710	1 255 000
230000 ED-S/DEDA S	дизель	180	400	DEUTZ	Элстартер	38,6	360	3600×1350×1849	1 790 000

ющих аксессуаров. В состав дизель-генераторов входят дизельные двигатели PERKINS промышленного исполнения с водяным охлаждением и электрогенераторы LEROY SOMER или NEWAGE STAMFORD с автоматическим регулятором напряжения. В обозначениях дизель-генераторов серии Perkins принята следующая буквенно-цифровая символика: P — двигатель Perkins; число — номинальная мощность в кВА; P — для работы в качестве постоянного источника электроэнергии; E — для работы в качестве резервного источника; H — модель оснащена двигателем с электронным управлением. Например: P650-ДГУ серии Perkins мощностью 650 кВА (520 кВт) предназначен для работы в постоянном режиме.

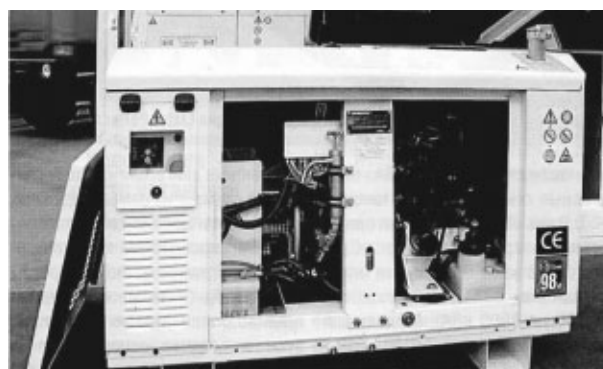
Дизель-генераторная установка FG WILSON KH9-1S

Испанская компания **GESAN** производит профессиональные и промышленные электростанции мощностью от 3 до 2000 кВА (табл. 4). Достоинство продукции этой фирмы — умеренные цены при достаточно высоком качестве, запуск даже при пониженных температурах (до тридцати градусов мороза). Бензогенераторы GESAN выпускаются с двигателями HONDA (Япония), VANGUARD (США) и синхронными генераторами Mess Alte (Италия). Дизель-генераторы GESAN оснащаются двигателями PERKINS (Великобритания) и генераторами Newage Stamford (Великобритания).

Концерн **Promac** (Италия) производит генераторы, электростанции от 1,5 до 80 кВт (табл. 5). Используются двигатели фирм Honda, Hatz, Yanmar, Perkins, Lombardin Rugggerini с воздушным или водяным охлаждением. Например, модели средней мощности DP 6C DP 75, DP 100, DP 140 — в открытом стационарном исполнении, DPA 60E, DPA 75E, DPA 100E, DP 140E — в открытом автоматическом исполнении.

Немецкий концерн **Metal warentfabrik Gemmingen GmbH & Co** выпускает бензиновые и дизельные электростанции Geko и Eisemann, предназначенные для профессионального применения, а также для армии и служб спасения (табл. 6). Их серийные установки, в которых используются высоконадежные и экономичные двигатели Honda, B&S, Hatz, Deutz, Mitsubishi, охватывают ряд мощностей от 0,7 до 500 кВА. Они хорошо зарекомендовали себя и в России, и во многих других странах мира, успешно работали даже на Северном полюсе. К моделям дизельных электростанций средней мощности относятся, например, Geko 60000ED-S/IEDA (60 кВА), Geko 100000ED-S/IEDA (100 кВА), Geko 150000ED-S/IEDA S (150 кВА).

Вообще же, выбор автономных электростанций можно производить в любом диапазоне — от самой минимальной мощности до электростанций, способных питать населенные пункты, от импортных агрегатов до чисто российских или собранных в нашей стране, но с использованием импортных комплектующих.



Дизель-генераторная установка FG WILSON KH9-1S



РЕМОНТ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ

Испытание вводов:

1. измерение сопротивления изоляции производится мегаомметром на напряжение 1000—2500 В у вводов с бумажно-масляной изоляцией. Измеряется сопротивление изоляции измерительной и последней обкладок вводов относительно соединительной втулки. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм;

2. измерение $\text{tg } \delta$ производится у вводов и проходных изоляторов с внутренней основной маслосборной, бумажно-масляной и бакелитовой изоляцией; $\text{tg } \delta$ вводов и проходных изоляторов не должен превышать значений, указанных в табл. 2.

У вводов и проходных изоляторов, имеющих специальный вывод к потенциометрическому устройству (ПИН), производится измерение $\text{tg } \delta$ как основной изоляции, так

и изоляции измерительного конденсатора. Одновременно производится измерение емкости. Браковочные нормы по $\text{tg } \delta$ для изоляции измерительного конденсатора те же, что и для основной изоляции. У вводов, имеющих измерительный вывод от обкладки последних слоев изоляции (для измерения δ), рекомендуется измерять $\text{tg } \delta$ этой изоляции. Измерение производится при напряжении 3 кВ.

Для оценки состояния последних слоев бумажно-масляной изоляции вводов и проходных изоляторов можно ориентироваться на средние опытные значения тангенса угла диэлектрических потерь:

- для вводов 110—115 кВ — 3%;
- для вводов 220 кВ — 2%;
- для вводов 330—500 кВ — предельные значения $\text{tg } \delta$, принятые для основной изоляции;

Таблица 1

Наименьшие допустимые сопротивления изоляции аппаратов и вторичных цепей напряжением до 1 кВ

Испытания изоляции	Напряжение мегаомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм
Каждое присоединение вторичных цепей и цепей питания приводов выключателей и разъединителей	500—1000	1
Вторичные цепи управления, защиты, сигнализации в релейно-контакторных схемах установок до 1 кВ	500—1000	0,5

Примечание. Испытания производятся со всеми присоединенными аппаратами (обмотки, реле, приборы и т.д.).

Таблица 2

Наибольшие допустимые значения $\text{tg } \delta$ основной изоляции и изоляции измерительного конденсатора вводов и проходных изоляторов при температуре 20 °С

Наименование объекта испытания и вид основной изоляции	$\text{tg } \delta$, %, при номинальном напряжении, кВ					
	3—15	20—35	60—110	150—220	330	500
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с маслобарьерной изоляцией	—	3	2	2	1	1
Маслонаполненные вводы и проходные изоляторы с бумажно-масляной изоляцией	—	—	1	0,8	0,7	0,5
Вводы и проходные изоляторы с бакелитовой изоляцией (в том числе маслонаполненные)	3	3	2	—	—	—

Таблица 3

Испытательные напряжения промышленной частоты вводов и проходных изоляторов

Номинальное напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ		
	Изоляторы керамические, испытываемые отдельно	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной керамической или жидкой изоляцией	Аппаратные вводы и проходные изоляторы с основной бакелитовой изоляцией
3	25	24	21,6
6	32	32	28,8
10	42	42	37,8
15	57	55	49,5
20	68	65	58,5
35	100	95	85,5

3. испытание повышенным напряжением промышленной частоты является обязательным для вводов и проходных изоляторов на напряжение до 35 кВ. Испытательное напряжение для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки на масляный выключатель, принимается согласно табл. 3.

Продолжительность приложения нормированного испытательного напряжения для вводов и проходных изоляторов с основной изоляцией керамической, жидкой или бумажно-масляной — 1 мин, а с основной изоляцией из бакелита или других твердых органических материалов — 5 мин.

Ввод считается выдержавшим испытание, если не наблюдалось пробоя, перекрытия, скользящих разрядов и частичных разрядов в масле (у маслонаполненных вводов), выделений газа, а также если после испытания не обнаружено местного перегрева изоляции;

4. проверка качества уплотнений вводов производится для негерметичных маслонаполненных вводов 110—500 кВ с бумажно-масляной изоляцией путем создания в них избыточного давления масла — 98 кПа (1 кгс/см). Продолжительность испытания — 30 мин. При испытании не должно наблюдаться признаков течи масла;

5. испытание трансформаторного масла для вновь заливаемых вводов производится на месте монтажа коммутационных аппаратов. Каждая партия свежего, поступив-



шего с завода трансформаторного масла, перед заливкой в оборудование подвергается однократным испытаниям на соответствие показателям, приведенным в табл. 2. Значения показателей, полученные при испытаниях, должны быть не хуже приведенных в табл. 2. Масла, изготовленные по техническим условиям, не указанным в табл. 4, должны подвергаться испытаниям по тем же показателям, но нормы испытаний следует принимать в соответствии с техническими условиями на эти масла.

Масло, отбираемое из оборудования перед его включением под напряжение после монтажа, подвергается сокращенному анализу, и для вводов, имеющих повышенный $\text{tg } \delta$, и вводов 220 кВ и выше, кроме того, производится измерение $\text{tg } \delta$ масла. Значения показателей масла

должны быть не хуже приведенных в табл. 4, а значения $\text{tg } \delta$ — не более приведенных в табл. 5.

Техническое обслуживание высоковольтных вводов

Задачами технического обслуживания вводов являются: обеспечение соответствия режимов их работы установленным техническим характеристикам; надзор и уход за данным оборудованием; устранение в кратчайший срок возникших неисправностей; своевременное производство профилактических испытаний.

Проверка соответствия параметров оборудования изменяющимся условиям работы в энергосистемах производится систематически путем контроля наибольших

Таблица 4

Предельные допустимые значения показателей качества трансформаторного масла

Показатель качества масла	Свежее сухое масло перед заливкой в оборудование				Масло непосредственно после заливки в оборудование			
	По ГОСТ 982-80* марки ТКп	По ГОСТ 10121-76*	По ТУ 38-1-182-68	По ТУ 38-1-239-69	По ГОСТ 982-80* марки ТКп	По ГОСТ 10121-76*	По ТУ 38-1-182-68	По ТУ 38-1-239-69
Минимальное пробивное напряжение масла, кВ, определяемое в стандартном сосуде, для трансформаторов и изоляторов напряжением:								
до 15 кВ	30	30	30	—	25	25	25	—
от 15 до 35 кВ	35	35	35	—	30	30	30	—
от 60 до 220 кВ	45	45	45	—	40	40	40	—
от 330 до 500 кВ	55	—	55	55	50	50	50	50
Содержание механических примесей	Отсутствие (визуальное)							
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01
Реакция водной вытяжки	Нейтральная							
Температура вспышки, не ниже, °С	135	150	135	135	135	150	135	135
Вязкость кинематическая, 1·10 ⁻⁶ м ² /с, не более:								
при 20 °С	—	28	30	—	—	—	—	—
при 50 °С	9	9	9	9	—	—	—	—
Температура застывания, не выше, °С	-45	-45	-45	-53	—	—	—	—
Натровая проба в баллах, не более	1	1	1	1	—	—	—	—
Прозрачность при 5 °С	Прозрачно							
Общая стабильность против окисления (по ГОСТ 981-75): количество осадка после окисления, %, не более	0,01	Отсутствие	0,03	Отсутствие	—	—	—	—
Кислотное число окисленного масла, мг КОН на 1 г масла, не более	0,1	0,1	0,3	0,03	—	—	—	—
$\text{tg } \delta$, % не более:								
при 20 °С	0,2	0,2	0,05	—	0,4	0,4	0,1	—
при 70 °С	1,5	2	0,7	0,3	2	2,5	1	0,5
при 90 °С	—	—	1,5	0,5	—	—	2	0,7

Таблица 5

Наибольшие допустимые значения tg T масла в маслонаполненных вводах при температуре 70 °С

Ввод	tg δ, %, для напряжения вводов, кВ			
	110—220		300—500	
	Масло марки Т-750	Прочие марки	Масло марки Т-750	Прочие марки
Маслобарьерный	—	7	—	7
Бумажно-масляный негерметичный	5	7	3	5
Бумажно-масляный герметичный	5	7	3	5

Таблица 6

Испытательное напряжение промышленной частоты для внешней изоляции аппаратов

Класс напряжения, кВ	Испытательное напряжение, кВ, для аппаратов с изоляцией			
	Нормальной керамической	Нормальной из органических материалов	Облегченной керамической	Облегченной из органических материалов
3	24	21,6	13	11,7
6	32	28,8	21	18,9
10	42	37,8	32	28,8
15	55	49,5	48	43,2
20	65	58,5	—	—
35	95	85,5	—	—

нагрузок потребителей и сравнения их с номинальными параметрами коммутационного оборудования, а также путем расчета токов КЗ при включениях нового оборудования и изменениях схем электрических соединений. В случае выявления несоответствий производится модернизация оборудования или его замена. Надзор за работой оборудования выполняется при наружных осмотрах, производимых дежурным или эксплуатационным персоналом.

Надежная работа маслонаполненных вводов обеспечивается при тщательном надзоре за заполняющим их маслом и проведении профилактических испытаний. Маслонаполненные вводы должны иметь хорошее уплотнение, чтобы избежать течи масла при изменении температуры токоведущего стержня.

Систематические отборы проб масла из вводов не реже 1 раза в год производятся при помощи маслоотборных устройств, обеспечивающих взятие проб из нижних слоев масла, где обычно концентрируются вода и шлам.

Профилактические испытания заключаются в проверке состояния внутренней изоляции ввода путем измерения tg δ. Снижение электрической прочности масла свидетельствует о его увлажнении. Для восстановления качества масла его подвергают сушке, которую производят под вакуумом, центрифугированием. При значительном увеличении tg δ сушка может быть выполнена в специально приспособленной камере после демонтажа ввода.

Для повышения надежной работы мастиконаполненных вводов необходимо использование морозостойкой мастики и герметизация внутренней полости вводов. Уплотнению подлежат места соприкосновения торца фарфоровой крышки с крышкой и места прохода токоведущего стержня через крышку; уплотнение производят прокладками из маслоупорной морозостойкой резины толщиной не менее 6—10 мм. Достаточность уплотнения проверяют щупом 0,05×10 мм. При хорошем уплотнении между резиновой прокладкой, крышкой и торцом фарфоровой крышки не должно быть зазоров, в которые мог бы войти острый конец пластинчатого щупа.

У фарфоровых крышек вводов проверяют отсутствие трещин и сколов фарфора. При сколах площадью 10—12 см² на краях юбки ввод может быть оставлен в работе; в этом случае скол должен быть очищен и покрыт слоем олифы, а при отсутствии олифы — масляной краской. При значительных сколах или трещинах на фарфоровой крышке ввод необходимо заменить. Загрязненные фарфоровые крышки протирают чистой тряпкой, смоченной чистым авиационным бензином.

При осмотре вводов проверяют состояние армированных швов:

- армировка не должна иметь трещин и выкрошивания, через нее не должна проникать заливочная масса ввода;

Таблица 7
Перечень руководств, технологических карт, организационно-технологических карт и карт организации труда по ремонту силовых трансформаторов на напряжение 6—500 кВ

Наименование руководств, карт	Разработчик	Номер карт
Руководство по капитальному ремонту трансформаторов напряжением 110—750 кВ, мощностью 80 МВ·А и более	Кишиневский отдел ЦБК Главэнергоремонта	—
Карта организации труда на замену силового трансформатора до 400 кВ·А на МТП 10/0,4 кВ автокраном	»	66
Карта организации труда на доливку масла в силовой трансформатор на КТП 6—10/0,4 кВ	»	69
Карта организации труда на замену выводов низкого напряжения от силового трансформатора на КТП 6—10/0,4 кВ	»	79
Отраслевые расчетные нормативные материалы по труду на капитальный ремонт подстанций 35—110 кВ	»	—

- ввод с глубоким выкрошиванием армировочных швов заменяют новым.

Армировочные швы с поверхностными неглубокими выкрошиваниями шпательюют, затем покрывают масляной краской. Осуществляется контроль состояния внутрибаковой изоляции — изоляции внутренних подвижных частей выключателя дугогасительных устройств, экранов, направляющих штанг и баков.

Перекрытия внутри бака происходят из-за неудовлетворительного качества масла: значительного обводнения, наличия взвешенных частиц углерода, который откладывается на изолирующих частях.

Текущий ремонт коммутационных аппаратов

Текущий ремонт проводится по мере необходимости в сроки, устанавливаемые главными инженерами предприятий.

При текущем ремонте устраняют дефекты, выявленные во время осмотров, уточняют и ликвидируют причины обнаруженных в процессе эксплуатации отдельных неисправностей в работе аппаратов.

В объем текущего ремонта входят:

- тщательный внешний осмотр оборудования и его чистка;
- проверка креплений и подтяжка контактов ошиновки;
- ремонт изоляции;
- зачистка и шлифовка подгоревших мест контактов;
- взятие проб масла и доливка его во все маслonaполненные аппараты.

Текущий ремонт, предшествующий капитальному, должен максимально использоваться для выявления и уточнения по всем узлам аппарата объема работ, подлежащих выполнению при капитальном ремонте. Перечень руководств, технологических карт, организационно-технологических карт и карт организации труда по ремонту силовых трансформаторов на напряжение 6—500 кВ приведен в табл. 7.

По материалам портала transform.ru

Проведенные испытания показали работоспособность конструкции силового кабеля с магнитным экраном; подтвердили эффективность применения аморфных магнитомягких сплавов на основе кобальта для экранирования силовых кабелей; доказали возможность снижения уровня магнитных полей в зоне прокладки кабеля до 0,2 мкТл и, таким образом, обеспечить выполнение требований СанПиНа 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и СанПиНа 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям».

Создаваемые по разработанной технологии силовые кабели могут быть использованы в условиях, предъявляющих повышенные требования к уровню магнитного и электромагнитного фона, например, в гражданских и военных технических средствах, в средствах коммуникации (подземных, подводных и воздушных), в научно-технических и медицинских учреждениях, использующих высокочувствительное оборудование, а также в местах с высокими требованиями к электромагнитной безопасности человека.

Полученные результаты позволяют приступить к оптимизации конструкций экранов и разработке силовых кабелей с пониженным электромагнитным излучением.

www.procable.com.ua

СПЕЦИАЛИСТЫ СЛУЖБЫ ДИАГНОСТИКИ И ИЗМЕРЕНИЙ ОАО «ТУЛЭНЕРГО» ОСВОИЛИ НОВЫЙ МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИЙ

Вынос потенциала на оборудование релейной защиты и автоматики, приводящий к выгоранию блоков защит, происходит из-за отсутствия связи по земле между открытым распределительным устройством и щитами управления, наличия незаземленных стоек и длинных связей по магистралям заземления.

Эти отклонения не всегда обнаруживаются обычными методами проверки качества связей электрооборудования



**Т. В. Анчарова,
А. В. Романенко**

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ ЗДАНИЙ

В настоящее время в электроустановках зданий все чаще применяются системы, управляющие световым потоком. Они позволяют гибко регулировать освещенность на рабочих местах и в общественных зонах, что повышает комфортность пребывания в них, снижает потребление электроэнергии и упрощает управление сложными световыми сценариями. Такие системы, реализующие управление осветительными приборами с помощью электронных интеллектуальных устройств, называют *системами управления освещением*. Системы управления освещением часто входят в состав систем более высокого уровня — управления зданием в целом. Такие системы еще называют *системами диспетчеризации зданий*.

Световой сценарий — определенный режим работы определенной группы светильников, позволяющий реализовать нужную световую задачу для помещения или зоны.

Системы управления освещением позволяют задействовать одни и те же светильники в различных световых сценариях. Например, одно и то же помещение может выполнять роль как конференц-зала, так и места проведения презентаций, банкетов. При этом система управления освещением для каждого случая создаст необходимый уровень освещенности, достаточно лишь выбрать нужную программу с органа управления. На рис.1 проиллюстрировано использование световых сценариев.

1. Диспетчеризация зданий и управление освещением

Существует два основных способа диспетчеризации инженерных систем здания, одной из которых выступает освещение.



а) проведение совещания



б) проведение презентаций

Рис.1. Световые сценарии

Первый — **аналоговый**, предусматривает передачу управляющих сигналов по отдельным линиям, реализуется на базе электронных и электромеханических реле, иногда с использованием микроконтроллеров. Для управления передачи сигнала каждому устройству необходима своя пара проводов, элементная база отличается простотой конструкции и дешевизной. Данный способ применяется, когда объем диспетчеризации, то есть количество объектов управления и сигнализации, невелик и не требуется интеграция с вычислительными системами. Аналоговые системы диспетчеризации не требуют высококвалифицированной наладки и обслуживания.

Второй способ диспетчеризации — **цифровой**. Объекты диспетчеризации объединяются цифровым интерфейсом (шиной) и управляются адресно, с помощью контроллеров или специально выделенных для этих целей компьютеров.

Иногда встречаются технические решения, когда однотипные объекты управления/сигнализации, например освещение или кондиционеры, объединяются специализированными интерфейсами, и уже в качестве отдельной

целостной системы подключаются через шлюз к основному интерфейсу здания.

Цифровые системы диспетчеризации имеют несравнимо большую расширяемость, чем аналоговые, и незаменимы при значительном количестве объектов управления/сигнализации. В то же время они обычно имеют значительно более высокую цену и требуют более сложных пусконаладочных работ и обслуживания, чем аналоговые.

2. Аналоговое управление освещением

Для аналогового управления освещением необходимо, помимо самого светильника, еще два органа управления: командный (далее КО) — тот, что посылает команду на изменение режима работы осветительной установки (ОУ), и исполнительный (далее ИО) — тот, что непосредственно изменяет режим работы ОУ.

В роли КО традиционно выступают: датчики присутствия/движения, кнопочные и дистанционные выключатели и регуляторы уровня, таймеры, датчики освещенности.

В роли ИО — сумеречные выключатели, импульсные реле, мини-контакты, регуляторы интенсивности света (далее диммеры).

Иногда функции КО и ОИ совмещены в едином устройстве, примером служит диммер со встроенным регулятором уровня освещенности.

Управление уровнем освещенности ламп накаливания и галогенных ламп 12В обычно ведется путем простого изменения диммером уровня напряжения, подаваемого на зажимы светильника.

В настоящее время повсеместно используются электронные ПРА для разрядных ламп и электронные трансформаторы для галогенных ламп 12В. В технической практике для этих аппаратов используется обобщенное название «балласт». Управление светильниками с электронными балластами путем простого изменения уровня питающего напряжения невозможно в случае разрядных ламп и нежелательно в случае ГЛН 12В. Поэтому для светорегулирования в этом случае применяется так называемый протокол «0—10В». Питание балласта 0—10В осуществляется по-прежнему через диммер, но помимо этого от диммера к нему подведена дополнительная пара управляющих проводов. Управление уровнем освещенности в диапазоне 100—5% осуществляется самим балластом, по сигналу диммера, а сам диммер только отключает питание при соответствующем сигнале от КО.

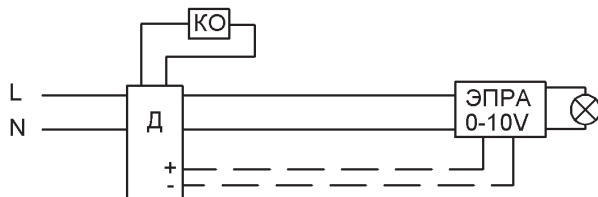


Рис. 2. Управление светильником по протоколу «0—10В»

Дополнительным эффектом от использования протокола «0—10В» является вывод тепловыделяющих частей регуляторов за пределы места установки диммера и их рассредоточение.

3. Цифровое управление освещением.

3.1 Принципы построение цифровых систем управления освещением

Система цифрового управления освещением помимо самого источника света включает в себя:

- Контроллер цифровой шины управления (КШ)
- Цифровую шину управления (ШУ)
- Командные органы (КО)
- Исполнительные органы (ИО)

Существуют также различные шлюзы, переходные модули для сопряжения системы управления с другими системами диспетчеризации или информационными системами, а также для взаимодействия с аппаратами, изначально не рассчитанными на работу в составе цифровой системы управления.

Контроллер цифровой шины — электронный блок, обладающий памятью, средствами обмена данными с оператором-программистом, модули обработки сигналов от КО, модули формирования команд для ИО. Обычно устанавливается в щите освещения или управления освещением, но встречаются КШ для открытой установки.

Цифровая шина управления — физическая среда, предназначенная для обмена цифровыми сигналами между КШ и КО, КШ и ИО. Обычно представляет собой кабель с медными жилами небольших сечений, применяются как «силовые», так и «контрольные» и «сигнальные» кабели. В особых случаях также используется кабель типа «витая пара». Существует несколько вариантов организации топологии сети, в данном случае применяются: «кольцо», «шина». При использовании протокола DALI — только «шина».

Командные органы — аппараты, используемые для выработки команды на изменение режима работы ОУ, подлежащей управлению. Побуждением на выработку команды может быть действие оператора (нажатие на кнопку выключателя или ИК-пульта, поворот регулятора, выбор пункта меню на сенсорной панели) или изменение условий в окружающем пространстве (изменение освещенности, появление в зоне видимости движущегося объекта и т. п.). Командные органы обычно имеют адрес (свой личный или адрес группы).

Исполнительные органы — аппараты, которые по команде КШ передают управляющее воздействие непосредственно ОУ для изменения режима ее работы. Для светильников с газоразрядными лампами и светодиодных модулей ИО совмещен с ЭПРА.

Для светильников с ГЛН низкого напряжения ИО совмещен с питающим лампу электронным трансформатором.

Для светильников с лампами накаливания, или ГЛН на сетевое напряжение, ИО представляет собой регуля-

тор напряжения, исполненный в виде пенала рядом со светильником, или установленного в щите.

ИО так же, как и КО имеет адрес на шине, присвоенный индивидуально или группе.

Наиболее распространенной является цифровая система управления DALI, иногда применяются решения, основанные на универсальных шинах управления зданием здания (такую как EIB, LonWorks, C-Bus и т.п.), когда ЭПРА подключены напрямую к такой шине.

3.2 Система DALI

При использовании цифровой системы диспетчеризации здания система управления освещением обычно строится на основе протокола DALI (Digital Addressable Lighting Interface) — Цифровой адресуемый осветительный интерфейс.

DALI принят ведущими производителями светотехнического оборудования, такими как Philips, OSRAM, Helvar, Tridonic. Atco, Zumtobel Staff в качестве промышленного стандарта.

В системе DALI, так же, как в аналоговом протоколе «0—10В», интенсивностью светового потока светильника управляет электронный балласт. В случае если управлению подлежат светильники с обычными ЛН или ГЛН 220В, где изначально не было никакого электронного балласта, регулятор уровня напряжения лампы выносится к светильнику или встраивается в него. КО также подключаются к шине DALI.

Каждый балласт, управляемый по протоколу DALI, и каждый КО обладает своим собственным адресом. Всего один контроллер DALI может работать с 64-мя устройствами, максимум в 16 управляемых отдельно группах. Контроллеры DALI далее интегрируются в общую шину диспетчеризации здания (такую как EIB, LonWorks, C-Bus и т.п.) через соответствующие шлюзы. Для небольших объектов возможно и отдельное функционирование DALI-контроллера, которому помимо непосредственно управления освещением

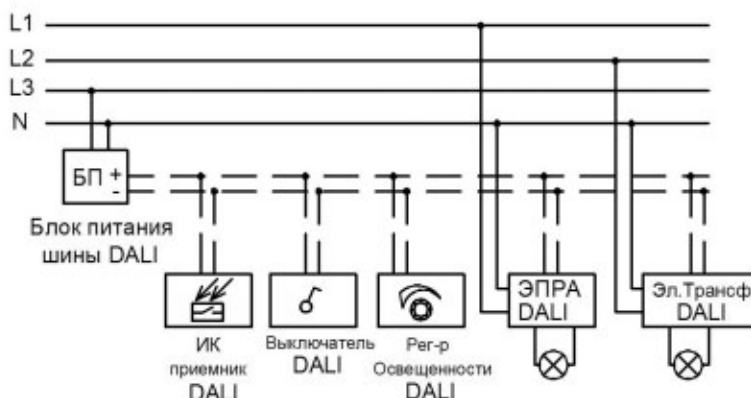


Рис. 3. Управление освещением по протоколу DALI

щением может быть поручено управление приводами жалюзи и ворот, а также простейшие системы безопасности.

Сигнал управления DALI передается по цифровой шине, состоящей из двух проводов, на напряжение 15В (это может быть любой кабель, будь то витая пара или дополнительно проложенный контрольный кабель). Практикуется также разводка однофазной сети пятижильным кабелем с использованием двух жил для управляющего сигнала и трех для питания. Максимальная длина линии управления не должна превышать 300 м, соблюдать полярность необязательно.

Управляемые по DALI балласты могут вырабатывать сообщения о неисправностях, таких как перегоревшая лампа или срабатывание тепловой защиты самого балласта.

КО системы DALI могут хранить до 16 световых сцен, вызываемых по необходимости.

Одним из преимуществ DALI является то, что все КО и ИО могут быть гальванически разделены, нет никакой необходимости вести к выключателям ту же фазу, что и к светильникам, да и разводка силовых групп по светильникам вовсе не обязана совпадать с логически определенными группами управления (световыми сценами).

В роли КО выступают: датчики присутствия/движения, кнопочные и дистанционные выключатели и регуляторы уровня, таймеры, датчики освещенности, сенсорные панели, ИК-приемники, управляемые с пульта, а также компьютеры, управляющие инженерными системами здания. Сенсорные панели могут быть как специально разработанными для протокола DALI, так и сопрягаемыми с ним через шлюзы.

Световые сценарии могут вызываться с помощью любых КО, будь то сенсорные панели, или даже обычные выключатели, традиционно используемые для неуправляемого освещения.

В роли ИО выступают: ЭПРА газоразрядных ламп, электронные трансформаторы 220/12 В для галогенных ламп накаливания, пеньальные и щитовые диммеры для ламп накаливания и галогенных ламп 220 В, ПРА светодиодных светильников, приводы ворот, жалюзи, контроллеры мини-контакторов, релейные модули. Существуют также переходные модули, позволяющие DALI-контроллеру управлять аналоговыми балластами 0—10 В.

Выводы

В настоящее время системы управления освещением из экзотики превратились во вполне созревшие решения, со множеством успешных внедрений, и являются достаточно доступным способом повышения комфорта зданий.



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

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ THERMO С ВЫСОКОЙ ОТКЛЮЧАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Новая серия предохранителей Thermo предназначена для защиты линий электропередач, трансформаторов, конденсаторных батарей, электродвигателей от перегрузок и коротких замыканий. Токовременные характеристики соответствуют стандарту IEC 60282-1, п. 3.3.3 «Резервные токоограничивающие плавкие предохранители». Эти предохранители могут отключать ток в диапазоне от номинального максимального до номинального минимального тока отключения при определенных условиях применения и работы.

Предохранители устанавливаются в:

- ячейки с газовой изоляцией;
- наружные и внутренние распределительные устройства;
- специальных рабочих условиях (которые отличаются от нормальных рабочих условий по стандарту IEC 60282—1, п. 2.1).

Основные требования, предъявляемые к данным предохранителям:

- Номинальное напряжение предохранителя должно быть не менее сетевого напряжения.
- Ток включения не должен расплавить плавкий элемент быстрее 0,1 с.
- Предохранитель должен прерывать минимальный ток короткого замыкания в течение 2 с.

- Предохранитель должен выдержать номинальный ток $I_{Т,НОМ}$ и возможные перегрузки трансформатора (1,3—1,4) $I_{Т,НОМ}$.

- В случае, когда неизвестны условия работы и установки, рекомендуется выбрать номинальный ток предохранителя больше $1,5 I_{Т,НОМ}$.

- Для отключения тока короткого замыкания электропроводки должно выполняться условие $I_{отс.мах} < I_{к}$.

- Для отключения тока короткого замыкания на трансформаторе (повреждение вторичных клемм) должно выполняться условие $I_{отс.мин} < I_{к}$.

При выборе предохранителя для защиты главного трансформатора необходимо учитывать следующее.

а) Характеристики трансформатора

Номинальная мощность $S_{Т,НОМ}$, кВ·А

Напряжение короткого замыкания $U_{к}$, %

Номинальный ток $I_{Т,НОМ}$, А

Ток включения обычно $(8—12) \cdot I_{Т,НОМ}$, А

Ток короткого замыкания, кА

Ток перегрузки обычно $(1,2—1,4) I_{Т,НОМ}$, А

Максимальное время стойкости при коротком замыкании трансформатора, С

Стандартные значения:

2 с для трансформаторов мощностью до 630 кВА;

Номинальная мощность трансформатора (кВА)	6/7,2 кВ				10/12 кВ			
	Номинальный первичный ток трансформатора, А		Номинальный ток предохранителя, А		Номинальный первичный ток трансформатора, А		Номинальный ток предохранителя, А	
	при 6 кВ	при 7,2 кВ	min	max	при 10 кВ	при 12 кВ	min	max
50	4,8	4,1	10	16	2,9	2,4	6	10
75	7,2	6,2	16	20	4,3	3,6	10	16
100	9,6	8,2	25	32	5,8	4,8	10	16
125	12,1	10,3	32	40	7,2	6	16	20
160	15,4	13,2	40	50	9,2	7,7	20	25
200	19,2	16,4	40	50	11,5	9,6	25	32
250	24,1	20,6	50	63	14,4	12	32	40
315	30,3	26	50	63	18,2	15,2	40	50
400	38,5	33	63	80	23	19,2	50	63
500	48,1	41,2	80	100	28,8	24	50	63
630	60,6	51,9	100	125	36,4	30,3	63	80
800	76,9	66	100	125	46,2	38,5	80	100
1000	96,2	82,5	125	160	57,7	48,1	100	125

Номинальная мощность трансформатора (кВА)	20/24 кВ				30/36 кВ			
	Номинальный первичный ток трансформатора, А		Номинальный ток предохранителя, А		Номинальный первичный ток трансформатора, А		Номинальный ток предохранителя, А	
	при 20 кВ	при 24 кВ	min	max	при 30 кВ	при 36 кВ	min	max
50	1,5	1,2	4	6	0,96	0,8	2	4
75	2,2	1,8	4	6	1,4	1,2	4	6
100	2,9	2,4	6	10	1,9	1,6	6	10
125	3,6	3	6	10	2,4	2,4	6	10
160	4,6	3,8	10	16	3,1	3,1	6	10
200	5,8	4,8	10	16	3,8	3,8	10	16
250	7,2	6	16	20	4,8	4,8	10	16
315	9,1	7,6	20	25	6,1	6,1	16	20
400	11,5	9,6	25	32	7,7	7,7	20	25
500	14,4	12	32	40	9,6	9,6	20	25
630	18,1	15,2	40	50	12,1	12,1	25	32
800	23,1	19,2	50	63	15,4	15,4	40	50
1000	28,8	24,1	50	63	19,2	19,2	50	63

3 с для трансформаторов с большой номинальной мощностью.

б) Характеристики предохранителя

Номинальное напряжение $U_{п, ном}$, кВ

Номинальный ток $I_{п, ном}$, А

Ток плавления $I_{пл}$ (0,1 с)

Ток плавления $I_{пл}$ (2 или 3 с)

Минимальный ток отсечки $I_{отс. min}$, А

Максимальный ток отсечки $I_{отс. max}$, А

Рекомендации для выбора номинального тока предохранителей.

Особенности конструкции плавкого предохранителя

Высоковольтный предохранитель сконструирован таким образом, что обеспечивает стабильные и надежные характеристики. Предохранитель представляет собой механически прочную и термостойкую фарфоровую трубку, покрытую глазурью. Цилиндры защищены гальваническим способом, изготовлены из электролитической меди или никеля, или по требованию покупателя посеребренные. Цилиндры запрессованы в углублении на трубке. Герметичность обеспечивает специальная износо- и термостойкая прокладка.

Конструкция и технология производства плавких элементов обеспечивают точные допуски и стабильные токовые характеристики. Основой плавкой вставки является специальная медная лента, навитая на керамическую опору. Плавкий элемент помещен в кварцевый песок строго определенной грануляции и химического состава. Песок обеспечивает хорошее и надежное гашение электрической дуги.

Важным элементом предохранителя является также индикаторная система. Частью этой системы является термочувствительный элемент, который реагирует на повышение температуры предохранителя вследствие разных причин. Температура срабатывания: 120° С. Система настроена таким образом, что отключение цепи не происходит из-за кратковременных перегрузок. При повышении температуры предохранителя выше максимального значения предохранитель при помощи ударной иглы приводит в действие коммутационный механизм. Таким образом, предохранители Termo можно применять для защиты ячеек распределительных устройств, где требуется дополнительная температурная защита.

<< 35

с заземляющими устройствами, так как связь с землей может осуществляться по металлоконструкциям.

Специалисты службы диагностики и измерений распределительной сетевой компании использовали специальные приборы, которые позволяют определять трассировку магистралей и пути растекания токов по заземляющим устройствам. Чтобы освоить данный метод диагностики, им потребовались знания в области электромагнитной теории и помехозащищенности оборудования, а также получение практических навыков измерения и опыта разработки проектов по реконструкции заземляющих устройств подстанций.

По результатам диагностики на 4 из 15 проверенных подстанций системы заземления были переоборудованы. Эти меры должны обеспечить электробезопасность персонала во время работы на подстанциях, предупредить повреждения или неправильную работу релейной защиты оборудования.

<http://news.elteh.ru>

НА ЗАВОДЕ «СЕВКАБЕЛЬ» НАЧАТО ПРОИЗВОДСТВО САМОНЕСУЩИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ СИПСн-4

На заводе «Севкабель» (входит в группу компаний «Севкабель-Холдинг», Санкт-Петербург) запущен в производство самонесущий изолированный провод, не распространяющий горение при одиночной прокладке — СИПСн-4.

Провод СИПСн-4 представляет собой конструкцию без несущей «нулевой» жилы, состоит из скрученных между собой изолированных токопроводящих алюминиевых жил одинакового сечения. Изоляция жил выполнена из сшитого полиэтилена с введением негорючих добавок, благодаря которым провод приобретает свойство нераспространения горения при одиночной прокладке.

СИПСн-4 может быть использован для воздушных линий на напряжение 0,66/1 кВ, предполагающих вводы в здания, монтаж по стенам домов, в том числе в густонаселенных районах с плотной жилой и хозяйственной застройкой.

По требованию заказчика провод СИПСн-4 может выпускаться с продольной герметизацией жил водоблокирующими

НОВОСТИ

НОВЫЕ ПУСКАТЕЛИ В «МОСЭНЕРГО»

На ТЭЦ-26 компании «Мосэнерго» бесконтактные пускатели, выработавшие свой ресурс, будут постепенно заменены пускателями ПБР-3И и ПБР-2И производства ЗЭИМ («АБС Холдингс»).

Пускатели предназначены для управления электрическими исполнительными механизмами и приводами с трехфазными синхронными и асинхронными двигателями (ПБР-3И) и с однофазными конденсаторными электродвигателями (ПБР-2И).

В процессе опытной эксплуатации бесконтактного реверсивного интеллектуального пускателя ПБР-3И персонал московской ТЭЦ-26 и сотрудники чебоксарской компании «ЗЭИМ» вместе работали над его корректировкой и расширением функций, выявляли и устраняли его недостатки.

В итоге столичные энергетики приняли решение заменить бесконтактные пускатели, исчерпавшие свой ресурс, на реверсивные интеллектуальные пускатели серии ПБР-3И на 3-м и 7-м энергоблоках станции в период их реконструкции.

<http://news.elteh.ru>

62 >>



Ю. В. Харечко

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ТИПАМ ЗАЗЕМЛЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОСТ Р 50571.2 И СТАНДАРТА МЭК 60364-3

Тип заземления системы является основополагающей характеристикой, которую всегда используют при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок зданий. Однако требования к типам заземления системы изложены в ГОСТ Р 50571.2¹ [1] в самом общем виде и таким образом, что специалисты не могут четко уяснить суть этого понятия и, как следствие, правильно применить его в своей практической деятельности. Из-за неопределенности, имеющейся в требованиях ГОСТ Р 50571.2, уже возникло множество вариантов толкований рассматриваемого понятия, которые представлены в многочисленных статьях и книгах. Более того, требования к типам заземления системы по-разному изложены в национальных нормативных документах. Поэтому в статье приведен анализ требований к типам заземления системы, которые содержат ГОСТ Р 50571.2, а также его первоисточник — стандарт МЭК 60364-3 с поправкой, с целью частичного раскрытия неопределенности в указанных нормативных требованиях.

Требования к типам заземления системы, изложенные в ГОСТ Р 50571.2

Требования к типам заземления системы TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT приведены в п. 312.2 «Типы систем заземления» подраздела 312 «Питающие электрические сети» ГОСТ Р 50571.2. Понятие «тип заземления системы» установлено в стандарте в качестве одной из характеристик питающей электрической сети, которая подлежит обязательной оценке. При этом в стандарте не приведены ни определение исходного термина «питающая электрическая сеть», ни какое-либо разъяснение стоящего за ним понятия. Нет определения этого термина и в разделе 3 «Определения» ГОСТ Р 50571.1.

Кроме того, рассматриваемое понятие имеет в ГОСТ Р 50571.2 иное наименование — «тип системы заземления», которое ориентирует читателя на наличие какой-то специальной системы заземления в электроустановках зданий. Однако в его прототипе — стандарте

¹ ГОСТ Р 50571.2, разработанный на основе стандарта МЭК 60364-3 «Электрические установки зданий. Часть 3. Оценка основных характеристик» 1993 г. [2] и поправки к этому стандарту 1994 г. [3], введен в действие с 1 января 1995 г. В 2001 г. была проведена реструктуризация стандартов комплекса МЭК 60364 «Электрические установки зданий», во время которой требования, изложенные в стандарте МЭК 60364-3 и поправке к нему, вошли в состав стандарта МЭК 60364-1 «Электрические установки зданий. Часть 1. Основополагающие принципы, оценка основных характеристик, определения» 2001 г. [4]. В ноябре 2005 г. была введена в действие новая редакция стандарта МЭК 60364-1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основополагающие принципы, оценка основных характеристик, определения» 2005 г. [5], который содержит измененные требования к типам заземления системы. На основе стандарта МЭК 60364-1 2005 г. следует разработать новый национальный стандарт вместо действующих в настоящее время ГОСТ Р 50571.1 [6] и ГОСТ Р 50571.2.

МЭК 60364-3 — речь идет о так называемом системном заземлении, а именно о требованиях к конкретным типам заземления в системе распределения. Поэтому в статье использован термин «тип заземления системы», который более точно соответствует сути понятия, установленного в стандарте МЭК 60364-3.

Буквы, используемые в обозначениях перечисленных типов заземления системы, имеют следующий смысл.

Первая буква в обозначениях типов заземления системы устанавливает, как сказано в ГОСТ Р 50571.2, «характер заземления источника питания»:

T — «непосредственное присоединение одной точки токоведущих частей источника питания к земле»;

I — «все токоведущие части изолированы от земли или одна точка заземлена через сопротивление».

Вторая буква в рассматриваемых обозначениях определяет «характер заземления открытых проводящих частей электроустановки»²:

T — «непосредственная связь открытых проводящих частей с землей, независимо от характера связи источника питания с землей»;

N — «непосредственная связь открытых проводящих частей с точкой заземления источника питания».

Последующие (за N) буквы, если таковые имеются, определяют «устройство нулевого рабочего³ и нулевого защитного проводников⁴»:




S — «функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников обеспечиваются отдельными проводниками»;

C — «функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников объединены в одном проводнике».

В стандарте приведены рисунки, иллюстрирующие все указанные типы заземления системы. Рис. 31B, 31C и 31D стандарта воспроизведены в статье полностью (соответс-

твенно рис. 3, 1 и 5), а рис. 31A, и 31E представлены ниже без электрических систем, в которых применяют заземленные линейные проводники (соответственно рис. 2 и 4).

На всех рисунках использованы следующие графические обозначения проводников:

 — защитный проводник (PE);
 — нейтральный проводник (N);
 — совмещенный защитный заземляющий и нейтральный проводник⁵ (PEN-проводник, PEN).

В п. 312.2.1 ГОСТ Р 50571.2 указано, что «Питающие сети⁶ системы TN имеют непосредственно присоединенную к земле точку. Открытые проводящие части электроустановки присоединяются к этой точке посредством нулевых защитных проводников».

В зависимости от особенностей устройства защитного и нейтрального проводников, которые используют в системе распределения, в стандарте различают следующие системы:

TN-C — «функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике по всей сети⁷» (рис. 1);

TN-S — «нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают отдельно по всей системе» (рис. 2⁸);

TN-C-S — «функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике в части сети⁹» (рис. 3).

В п. 312.2.2 ГОСТ Р 50571.2 изложены требования к типу заземления системы TT (рис. 4), которые предусматривают, что «Питающая сеть¹⁰ системы TT имеет точку, непосредственно связанную с землей, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к заземлителю, электрически независимому от заземлителя нейтрали источника питания¹¹».

² В п. 312.2 стандарта говорится об электроустановке. Однако, принимая во внимание следующую запись: «Настоящий стандарт устанавливает основные характеристики электроустановок зданий, которые необходимы для обеспечения безопасности при эксплуатации электроустановок», содержащуюся в разделе 1 «Область применения» ГОСТ Р 50571.2, можно предположить, что речь идет не о низковольтных электроустановках вообще, а конкретно об электроустановках зданий.

³ В стандартах Международной электротехнической комиссии (МЭК) и в Международном электротехническом словаре (МЭС) используют термин «защитный проводник», которым следует заменить термин «нулевой защитный проводник», применяемый в национальной нормативной документации. В статье использован термин «защитный проводник» за исключением цитат.

⁴ В стандартах МЭК и в МЭС используют термин «нейтральный проводник», которым следует заменить термин «нулевой рабочий проводник», применяемый в национальной нормативной документации. В статье использован термин «нейтральный проводник» за исключением цитат.

⁵ В национальной нормативной документации этот проводник называют совмещенным нулевым защитным и рабочим проводником.

⁶ В п. 312.2.1 ГОСТ Р 50571.2 сказано о заземлении одной точки питающей сети, а в изложенных выше требованиях п. 312.2 стандарта сказано, что первая буква «T» в обозначении типа заземления системы указывает на заземление одной точки токоведущих частей источника питания.

⁷ В рассматриваемых требованиях стандарта речь должна идти не об электрической сети, а о системе распределения, или, кратко, о системе, как это сделано в требованиях стандарта для типа заземления системы TNS.

⁸ На рис. 31A в ГОСТ Р 50571.2 не показано электрическое присоединение защитных проводников к открытым проводящим частям так, как это сделано на остальных рисунках стандарта. На рис. 2 статьи указанное электрическое соединение обозначено точкой.

⁹ В процитированных требованиях стандарта речь должна идти о системе распределения, а не об электрической сети.

¹⁰ В рассматриваемых требованиях стандарта сказано о заземлении одной точки питающей сети, а изложенные выше требования п. 312.2 стандарта устанавливают, что первая буква «T» в обозначении типа заземления системы указывает на заземление одной точки токоведущих частей источника питания.

¹¹ На рис. 31D стандарта, также показана система TT с заземленным линейным проводником. Поэтому в цитируемых требованиях стандарта более правильно говорить о заземлении какой-то токоведущей части источника питания, поскольку у него может отсутствовать нейтраль.

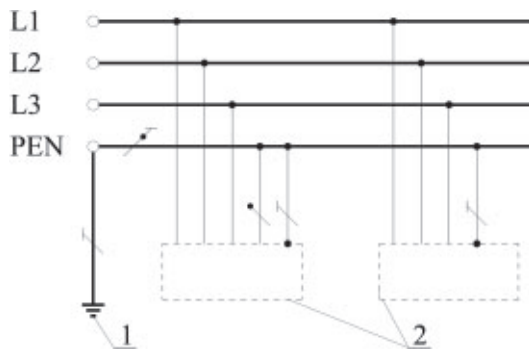


Рис. 1. Система TN-C («нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены по всей сети»):

1 — заземление источника питания; 2 — открытые проводящие части

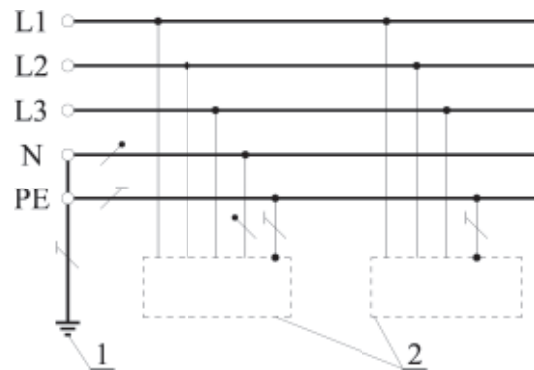


Рис. 2. Система TN-S («нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно»):

1 — заземление источника питания; 2 — открытые проводящие части

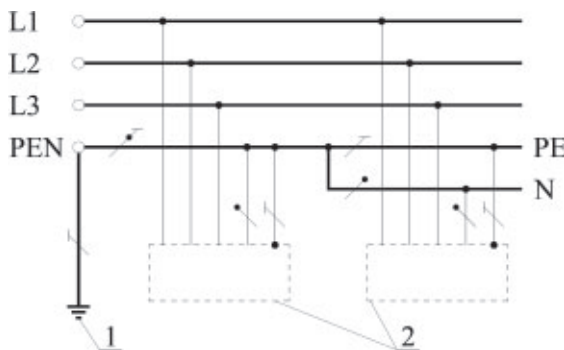


Рис. 3. Система TN-C-S («в части сети нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены»):

1 — заземление источника питания; 2 — открытые проводящие части

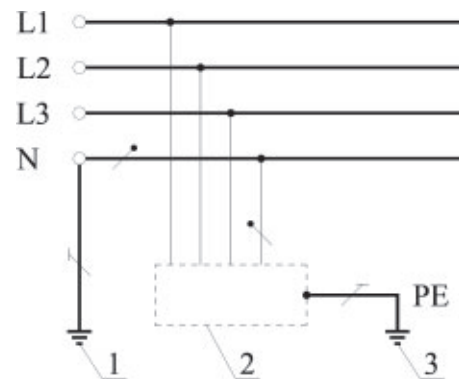


Рис. 4. Система TT:

1 — заземление источника питания; 2 — открытая проводящая часть; 3 — заземление открытой проводящей части

ГОСТ Р 50571.2 не содержит какой бы то ни было информации о том, что следует понимать под электрически независимым заземлителем. Однако в МЭС (в стандарте МЭК 60050-195 «Международный электротехнический словарь. Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током» 1998 г. [7] с поправкой 2001 г. [8])¹² определен термин «независимый заземляющий электрод» («independent earth electrode»): заземляющий электрод, размещенный на таком расстоянии от других заземляющих электродов, что на его электрический потенциал незначительно влияют электрические токи между Землей и другими заземляющими электродами¹³. Вместо термина «заземляющий электрод» в национальной нормативной документации употребляют термин «заземлитель».

¹² На основе стандарта МЭК 60050195 был разработан ГОСТ Р МЭК 60050195 [9], который введен в действие с 1 января 2007 г.

¹³ Здесь и далее приведен перевод, выполненный автором.

¹⁴ В рассматриваемых требованиях стандарта сказано об отсутствии непосредственной связи с землей токоведущих частей питающей сети. Хотя первая буква «I» в обозначении типа заземления системы указывает на то, что от земли изолированы токоведущие части источника питания или одна их точка заземлена через сопротивление.

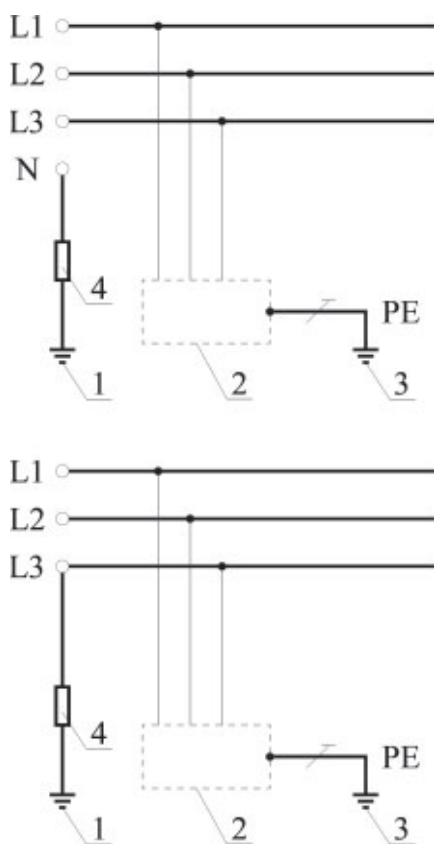


Рис. 5. Система IT:

1 — заземление источника питания; 2 — открытые проводящие части; 3 — заземление открытых проводящих частей; 4 — сопротивление

Во-первых, как отмечалось выше, тип заземления системы в подразделе 312 стандарта представлен характеристикой питающей электрической сети. В то же время, в разделе 1 ГОСТ Р 50571.2 говорится о том, что стандарт устанавливает основные характеристики электроустановок зданий. Эта противоречивая информация не позволяет читателю дать однозначный ответ на главный вопрос: характеристикой какого объекта все-таки является тип заземления системы? Попробуем на него ответить.

Первая буква в обозначении любого типа заземления системы указывает на наличие (буква «Т») или отсутствие (буква «I») заземления токоведущих частей источника питания. В электрических системах переменного тока источник питания обычно является составной частью низковольтной распределительной электрической сети. Он может представлять собой, например, вторичную обмотку трансформатора, установленного на трансформаторной подстанции напряжением 10/0,4 кВ.

Вторая же буква в обозначениях типов заземления системы говорит либо о выполнении заземления открытых проводящих частей (буква «Т»), либо о наличии электрической связи между открытыми проводящими частями

и заземленной токоведущей частью источника питания (буква «N»). Так как в рассматриваемом стандарте заданы характеристики электроустановок зданий, то, следовательно, открытые проводящие части, о которых идет речь в его нормативных требованиях, являются неотъемлемой частью электроустановки здания или другой низковольтной электроустановки, подключенной к низковольтной распределительной электрической сети.

Поэтому можно предположить, что тип заземления системы следует рассматривать в качестве основной характеристики низковольтной системы распределения электроэнергии, которая обычно включает в себя, с одной стороны, низковольтную распределительную электрическую сеть и, с другой стороны, подключенную к ней электроустановку здания. Применение этой характеристики только для распределительной электрической сети или только для электроустановки здания лишено какого-либо смысла, а иногда просто невозможно.

Несмотря на то, что характеристика «тип заземления системы» устанавливает принципы построения электрических цепей защитных проводников в каждом из перечисленных элементов системы распределения электроэнергии, корректное ее применение возможно лишь для указанной совокупности объектов. Руководствуясь только данными о построении электрических цепей защитных проводников в электроустановке здания, нельзя однозначно ответить на следующий вопрос: какой конкретно тип заземления системы реализован в совокупности «распределительная электрическая сеть — электроустановка здания»?

Действительно, при типах заземления системы TN-S, TT и IT электрические цепи защитных проводников, применяемых для выполнения защитного заземления открытых проводящих частей, имеют в электроустановках зданий одинаковое построение. Поэтому нельзя установить конкретный тип заземления системы, рассматривая только электроустановку здания в отрыве от низковольтной распределительной электрической сети, к которой она подключена.

Привлекая дополнительный критерий — наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания, можно установить факт реализации в рассматриваемой системе распределения электроэнергии таких типов заземления системы, как TT или IT. Для окончательной идентификации типа заземления системы TN-S необходима проверка выполнения еще одного условия, а именно — наличия электрической связи между открытыми проводящими частями электроустановки здания и заземленной токоведущей частью источника питания. Причем указанная связь должна осуществляться с помощью отдельного защитного проводника во всей системе распределения электроэнергии.

В многочисленных публикациях и изданиях широко используют словосочетания «электроустановка здания с типом заземления системы XX», «электроустановка здания XX» и другие. Все они указывают не только на то, что электроустановка здания соответствует требованиям,

предъявляемым к конкретному типу заземления системы XX, но также и на то, что требованиям к указанному типу заземления системы отвечает и низковольтная распределительная электрическая сеть, к которой подключена электроустановка здания.

Если электроустановка здания соответствует типу заземления системы IT, то низковольтная распределительная электрическая сеть не должна иметь заземленных токоведущих частей. Электроустановка здания будет соответствовать типу заземления системы TN-S только в том случае, если она подключена к низковольтной распределительной электрической сети, имеющей защитный проводник, с помощью которого открытые проводящие части электроустановки здания соединены с заземленной токоведущей частью источника питания.

Встречающееся словосочетание «сеть XX» также лишено смысла в том случае, если низковольтную распределительную электрическую сеть рассматривать в отрыве от электроустановки здания. При подключении к одной и той же низковольтной распределительной электрической сети трех электроустановок зданий можно реализовать разные типы заземления системы, например: TN-C, TN-C-S и TT.

Иными словами, конкретный тип заземления системы может быть задан и реализован только для совокупности, состоящей из низковольтной распределительной электрической сети и электроустановки здания. При этом построение электрических цепей защитных проводников в обоих элементах рассматриваемой системы распределения электроэнергии должно соответствовать требованиям, которые установлены нормативной документацией для конкретного типа заземления системы.

Во-вторых, при реализации типов заземления системы TN открытые проводящие части электроустановки здания следует соединять с заземленной токоведущей частью источника питания. В зависимости от особенностей конкретного типа заземления системы указанная связь во всей системе распределения электроэнергии должна быть выполнена следующим образом:

- при типе заземления системы TN-C — совмещенным защитным заземляющим и нейтральным проводником;
- при типе заземления системы TN-S — отдельным защитным проводником;
- при типе заземления системы TN-C-S — в распределительной электрической сети и в головной части электроустановки здания, которая непосредственно к ней присоединена, — PEN-проводником, а в оставшейся части электроустановки здания — защитным проводником.

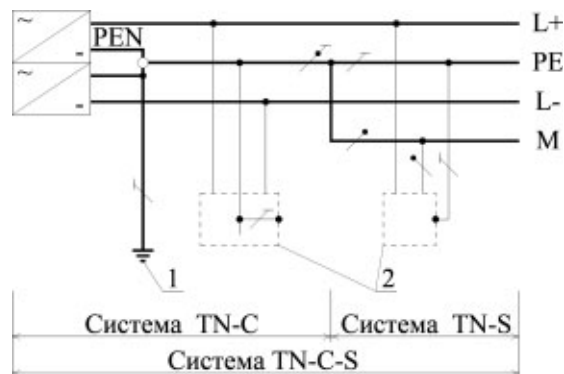


Рис. 6. Система TN-C-S постоянного тока:

1 — заземление системы; 2 — открытые проводящие части

В то же время, в стандарте имеется рис. 31H (его фрагмент воспроизведен на рис. 6 статьи), который иллюстрирует тип заземления системы TN-C-S для электрических систем постоянного тока как результат сложения «системы TN-C»¹⁵ и «системы TN-S». На этом рисунке так называемая «система TN-S» выполнена для части системы распределения электроэнергии (для части электроустановки здания). Она «начинается» от точки разделения PEN-проводника¹⁶ на защитный проводник и средний проводник. Между источником питания и точкой разделения PEN-проводника в головной части системы распределения электроэнергии (в головной части электроустановки здания) расположена так называемая «система TN-C».

В анализируемой ситуации для «системы TN-S» нельзя обеспечить электрическую связь между заземленной токоведущей частью источника питания и открытыми проводящими частями электроустановки здания с помощью защитного проводника, так как в распределительной электрической сети и в головной части электроустановки здания (в головной части системы распределения электроэнергии) применяют PEN-проводник.

Рассматриваемая иллюстрация выглядит более чем странной. Она не согласуется с требованиями п. 312.2.4.1 ГОСТ Р 50571.2, в которых при характеристике типа заземления системы TN-S в системах постоянного тока сказано: «Заземленный линейный (фазный) проводник (например, L-)... или заземленный средний проводник (M)... отделены от защитного проводника (PE) **во всей системе**» (выделено автором). Процитированному требованию полностью соответствует иллюстрация системы TN-S, которая представлена на рис. 31F стандарта. Фрагмент этого

¹⁵ Обозначения «система TNC» и «система TNS» взяты в кавычки, так как они не являются сокращенными наименованиями соответствующих им типов заземления системы TNC и TNS из-за имеющих место противоречий в анализируемых требованиях стандарта. На указанном рисунке представлен только один тип заземления системы — TNCS. Системы TNC и, тем более, системы TNS здесь нет и быть не может.

¹⁶ На рис. 31H ГОСТ Р 50571.2 указан PEN-проводник, однако в электрических цепях постоянного тока функции защитного и среднего проводников может выполнять только совмещенный защитный заземляющий и средний проводник — PE-проводник, а не PEN-проводник, который используют исключительно лишь в электрических системах переменного тока. Далее в анализе нормативных требований использован термин «PE-проводник».

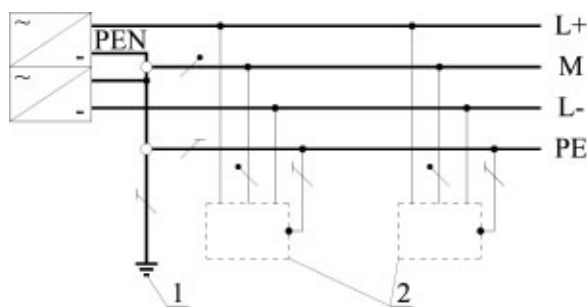


Рис. 7. Система TN-S постоянного тока:

1 — заземление системы; 2 — открытые проводящие части

рисунка, воспроизведенный на рис. 7 статьи, показывает, что защитный проводник проходит по всей системе.

Таким образом, в требованиях стандарта имеются серьезные противоречия. С одной стороны, при типе заземления системы TN-S в соответствии с требованиями, изложенными в п. 312.2.1 и 312.2.4.1 ГОСТ Р 50571.2, защитный проводник должен проходить через всю систему распределения электроэнергии. То есть этот проводник должен «начинаться» на заземленной токоведущей части источника питания и «заканчиваться» на открытых проводящих частях электроустановки здания.

С другой стороны, на рис. 31Н ГОСТ Р 50571.2 (рис. 6 статьи) показано, что защитный проводник в так называемой «системе TN-S» «начинается» не на источнике питания, а в произвольной точке системы распределения электроэнергии. Этой «начальной» точкой является точка разделения PEN-проводника на защитный проводник и средний проводник. Однако в этом случае открытые проводящие части электроустановки здания не могут иметь электрического соединения с заземленной токоведущей частью источника питания, которое выполнено только с помощью защитного проводника, так как в головной части представленной системы распределения электроэнергии соединения между открытыми проводящими частями и заземленной токоведущей частью источника питания осуществляют с помощью PEN-проводника.

Несмотря на то, что рассматриваемая иллюстрация типа заземления системы TN-C-S представлена в стандарте только для систем постоянного тока, аналогичные интерпретации этого типа заземления системы для электрических систем переменного тока уже появились в ряде публикаций и изданий. В некоторых книгах и статьях систему TN-C-S рассматривают как результат «сложения» двух систем TN-C и TN-S, где в качестве «начальной» точки системы TN-S указана точка разделения PEN-проводника.

Даже в некоторых нормативных документах, например, в ГОСТ Р 50669 [10], имеются требования, в соответствии с которыми система TN-S может «начинаться» в произвольной точке системы распределения электроэнергии, а не от источника питания. В п. 4.2.5 этого стандарта говорится о том, что электроустановка здания из металла

может быть подключена к распределительному устройству рядом расположенного здания, например к квартирному щитку. И при этом предполагается возможная реализация типа заземления системы TN-S в совокупности «распределительная электрическая сеть — электроустановка здания из металла».

Процитированное требование ГОСТ Р 50669 не выдерживает критики уже по той причине, что электроустановки «рядом расположенных зданий» соответствуют, как правило, типам заземления системы TN-C и TN-C-S. Этим же типам заземления системы соответствуют и низковольтные распределительные электрические сети, в которых всегда имеются PEN-проводники, а защитные проводники никогда не применяются. Поэтому при подключении электроустановки здания из металла к существующей низковольтной распределительной электрической сети и, тем более, к низковольтному распределительному устройству электроустановки «рядом расположенного здания» нельзя реализовать тип заземления системы TN-S из-за отсутствия возможности выполнения требования п. 312.2.1 ГОСТ Р 50571.2. То есть в образованной системе распределения электроэнергии нельзя обеспечить электрическую связь между заземленной нейтралью трансформатора, который обычно является источником питания в существующей распределительной электрической сети, и открытыми проводящими частями электроустановки здания из металла, применяя для этой цели только защитный проводник.

В-третьих, неопределенность требований ГОСТ Р 50571.2 к типам заземления системы усугубляется еще одним обстоятельством. В стандарте нет никаких указаний о том, что следует понимать под источником питания, который является одним из ключевых элементов рассматриваемой совокупности, включающей в себя низковольтную распределительную электрическую сеть и электроустановку здания. Более того, если для электрических систем переменного тока в стандарте говорится о заземлении источника питания, то для электрических систем постоянного тока речь идет о заземлении системы. Хотя на всех рисунках, где представлены электрические системы постоянного тока, указаны именно источники питания.

На основании информации, приведенной на рис. 6 статьи, можно сделать ошибочный вывод о том, что для системы TN-S переменного тока в качестве источника питания вполне допустимо рассматривать любую часть низковольтной распределительной электрической сети или головную часть электроустановки здания, в которой имеется штепсельная розетка, подключенная к электропроводке, содержащей PEN-проводник. Для «обоснования» такого вывода можно указать на факт разделения PEN-проводника при присоединении к нему защитных контактов штепсельной розетки, а также на наличие защитного проводника в гибком кабеле, с помощью которого переносной или передвижной электроприемник класса I подключают к рассматриваемой штепсельной розетке.

Если предположить, что для системы TN-S в качестве источника питания может быть выбрана произвольная

точка в низковольтной распределительной электрической сети или в электроустановке здания, то теряется смысл в использовании характеристики «тип заземления системы». Прежде всего, из-за того, что невозможно обеспечить сопоставимость объектов, для которых устанавливают эту характеристику.

Действительно, если в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.2 система TN-C всегда «начинается» от источника питания, а так называемая «система TN-S» может «начинаться», например, от штепсельной розетки, то классификация типов заземления системы накладывается на два различных по структуре, несопоставимых между собой объекта. Первым объектом является совокупность низковольтной распределительной электрической сети и подключенной к ней электроустановки здания, а вторым объектом — только часть электроустановки здания, включающая в себя, например, только одну штепсельную розетку и только один подключенный к ней переносной электроприемник класса I.

Проиллюстрировать необоснованность подобного подхода можно также на следующем примере. На рис. 1 статьи, который полностью соответствует рис. 31С ГОСТ Р 50571.2, показан общий вид системы TN-C. Открытая проводящая часть трехфазного электроприемника (он расположен с левой стороны рисунка) присоединена к PEN-проводнику электроустановки здания (системы распределения электроэнергии) с помощью защитного проводника. Нейтральный вывод рассматриваемого электроприемника также подключен к PEN-проводнику, но уже с помощью нейтрального проводника. Иными словами, в рассматриваемой части электроустановки здания (в части системы распределения электроэнергии) при подключении данного электроприемника фактически выполнено разделение PEN-проводника на защитный и нейтральный проводники.

Руководствуясь только фактом разделения PEN-проводника, можно заключить, что часть электроустановки здания (часть системы распределения электроэнергии), состоящая из рассматриваемого электроприемника и пяти проводников, подключенных к нему, соответствует типу заземления системы TN-S. Вполне правомерно также сделать вывод о том, что на рис. 1 представлена не система TN-C, а система TN-C-S, которая «слагается» из «системы TN-C» и «системы TN-S».

Более того, основываясь только на факте разделения PEN-проводника на защитный проводник и нейтральный проводник при подключении хотя бы одного переносного электроприемника класса I, можно утверждать, что электроустановок зданий (систем распределения электроэнергии), которые соответствуют типу заземления системы TN-C, на практике быть не может. Поэтому тип заземления системы TN-C является всего лишь «теоретической» характеристикой низковольтной системы распределения электроэнергии, установленной требованиями рассматриваемого стандарта для лучшего разъяснения остальных «практических» характеристик — типов заземления системы TN-S, TN-C-S, TT и IT.

Имеется еще одно обстоятельство, которое не позволяет согласиться с анализируемой трактовкой типов заземления системы TN-C-S и TN-S. Если допустить возможность «начала» системы TN-S от точки разделения PEN-проводника на защитный и нейтральный проводники, то весьма проблематичным становится обеспечение надлежащего уровня электробезопасности во всей электроустановке здания или в какой-то ее части. Действительно, чрезвычайно сложно, а подчас практически невозможно обеспечить достаточный уровень электробезопасности при устройстве электроустановки здания с так называемым «типом заземления системы TN-S», если ее «источником питания» является штепсельная розетка с защитными контактами, установленная в соседнем здании, даже если она подключена к электропроводке, имеющей в своем составе медный PEN-проводник сечением 10 мм² или более.

Из приведенного выше анализа требований ГОСТ Р 50571.2 можно сделать следующие выводы. В стандарте не определена суть понятия «тип заземления системы», а требования ко всем пяти типам заземления системы сформулированы неопределенно. Поэтому нормативные требования, изложенные в рассматриваемом стандарте, нельзя воспринимать однозначно. В подобной ситуации каждый читатель стандарта будет по-своему воспринимать объект, для которого установлена рассматриваемая характеристика, полагаясь только на собственное воображение. Практическое применение требований этого стандарта поставлено в зависимость от того, как специалист домыслит суть понятия «тип заземления системы», о которой умолчали его разработчики.

Требования стандарта к типам заземления системы TN-C и TN-C-S также имеют существенную неопределенность, из-за которой во многих случаях нельзя однозначно определить, какой конкретно тип заземления системы реализован в рассматриваемой совокупности «распределительная электрическая сеть — электроустановка здания».

Вместо правильного наименования термина «тип заземления системы» в стандарте использовано ошибочное наименование «тип системы заземления». В нормативных требованиях стандарт имеет путаницу в применении таких терминов, как «система», «сеть» и «электрическая цепь». В электроустановках зданий, соответствующих типам заземления системы TT и IT, защитные проводники названы нулевыми защитными проводниками, хотя они не могут таковыми являться. В тексте стандарта отсутствуют пояснения к рисункам 31J и 31K, на которых представлены примеры построения электрических сетей и электрических цепей при типах заземления системы TT и IT для электрических систем постоянного тока.

Такое положение, недопустимое для нормативного документа, можно объяснить, прежде всего, тем, что в стандарте отсутствуют определения исходных понятий «система распределения электроэнергии», «распределительная электрическая сеть», «источник питания» и «электроустановка здания». Причем определения перечисленных терминов не приведены и в ГОСТ Р 50571.1. Прямым следс-

твием этого явилось появление противоречий в требованиях ГОСТ Р 50571.2. Поэтому требования ГОСТ Р 50571.2 невозможно правильно применять при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок зданий. Нельзя также корректно применять требования других национальных нормативных документов, которые прямо или косвенно базируются на требованиях рассматриваемого стандарта к типам заземления системы.

Более того, неопределенность требований к типам заземления системы, которая имеет место на начальном этапе формирования основополагающих исходных понятий для всей системы национальных нормативных документов, устанавливающих требования к устройству электроустановок зданий и других низковольтных электроустановок, вносит существенную неопределенность в требования по обеспечению надлежащего уровня электробезопасности. В конечном итоге уяснение сути требований, которые предъявляют нормативные документы к электроустановкам зданий, серьезно затрудняется, а правильное их применение становится маловероятным.

В новой редакции ГОСТ Р 50571.2 или другом стандарте, его заменяющем, следует существенно переработать требования к типам заземления системы с целью исключения имеющихся в них противоречий. Предварительно следует определить исходные понятия, используемые в нормативных требованиях.

Требования к типам заземления системы, изложенные в стандарте МЭК 60364-3

Необходимо также рассмотреть требования, изложенные в стандарте МЭК 60364-3 с поправкой, для проведения их сравнительного анализа с требованиями, изложенными в ГОСТ Р 50571.2.

В стандарте МЭК 60364-3 содержатся требования к типам заземления системы для электрических систем переменного тока. Поправка к указанному стандарту содержит требования к типам заземления системы для электрических систем постоянного тока.

Требования к типам заземления системы приведены в п. 312.2 «Типы заземления системы» («Types of system earthing») подраздела 312 «Типы системы распределения» («Types of distribution system») стандарта МЭК 60364-3. Понятие «тип заземления системы» установлено в стандарте в качестве одной из характеристик системы распределения, которая подлежит обязательной оценке. При этом в стандарте не приводятся ни определение исходного термина «система распределения» («distribution system»), ни какое-либо разъяснение стоящего за ним понятия. Нет определения этого термина и в МЭС (в комплексе стандартов МЭК 60050) ¹⁷.

Требования к типам заземления системы, таким образом, установлены в стандарте МЭК 60364-3 для неопределенного объекта. Поэтому корректное применение требований этого стандарта вряд ли было возможным.

Положение еще более усугубляется тем обстоятельством, что в стандарте отсутствует определение другого исходного термина — «энергетическая система» («power system»¹⁸), который, без соответствующих оговорок, плохо подходит в качестве исходного понятия при формулировании требований к типам заземления системы. Термином «энергетическая система» обычно обозначают совокупность высоковольтных и низковольтных энергетических электроустановок, которая имеет в своем составе источники электрической энергии, представляющие собой электрогенераторы.

Понятие «энергетическая система», предназначенное для применения в рассматриваемом стандарте, должно иметь более узкое толкование. Оно должно определять совокупность низковольтных энергетических электроустановок, которая имеет в своем составе:

- источник питания, представляющий собой, например, низковольтный электрогенератор или вторичную обмотку трансформатора, установленного на понижающей трансформаторной подстанции;
- линию электропередачи, используемую для передачи электроэнергии от источника питания к электроустановке здания.

Совокупность указанных электроустановок обычно входит в состав низковольтной распределительной электрической сети.

Однако более точно требования к типам заземления системы можно сформулировать в том случае, если вместо понятия «энергетическая система» использовать понятие «система питания» или «источник питания».

Отмеченные недостатки, а также отсутствие в стандарте МЭК 60364-3 определения или какого-либо разъяснения сути понятия «тип заземления системы» («type of system earthing») существенно затрудняют и даже исключают правильное применение рассматриваемой характеристики. Неопределенность указанного термина, который положен в основу других основополагающих исходных понятий, применяемых в стандартах комплекса МЭК 60364, неизбежно вносит существенную неопределенность в требования по обеспечению надлежащего уровня электробезопасности.

Требования к типам заземления системы TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT установлены в п. 312.2 стандарта МЭК 60364-3. Буквы, используемые в обозначениях типов заземления системы, имеют следующий смысл.

Первая буква в обозначениях типов заземления системы устанавливает, как сказано в стандарте, отношение системы питания к земле:

¹⁷ Анализ информации, размещенной на сайте Международной электротехнической комиссии (www.iec.ch), позволил автору сделать вывод о том, что термин «distribution system» отсутствует в Международном электротехническом словаре.

¹⁸ В МЭС (стандарте МЭК 60050601 [11, 12]) два термина «электрическая энергетическая система» («electrical power system») и «электрическая питающая система (в широком смысле)» («electricity supply system (in a broad sense)») определены следующим образом: все установки и электростанция, предусмотренные для цели производства, передачи и распределения электроэнергии.

Т — непосредственное присоединение одной точки к земле;

И — все токоведущие части изолированы от земли или одна точка присоединена к земле через полное сопротивление.

Вторая буква в рассматриваемых обозначениях определяет отношение открытых проводящих частей установки¹⁹ к земле:

Т — непосредственное электрическое присоединение открытых проводящих частей к земле, независимо от заземления какой-либо точки системы питания;

Н — непосредственное электрическое присоединение открытых проводящих частей к заземленной точке системы питания (в системах переменного тока заземленной точкой системы питания обычно является нейтральная точка или, если нейтральная точка не является доступной, то фазный проводник).

Последующие буквы, если таковые имеются, определяют устройство нейтрального и защитного проводников:

С — защитная функция обеспечена проводником, отделенным от нейтрального или от заземленного линейного (или в системах переменного тока, заземленного фазного) проводника;

С — нейтральная и защитная функции объединены в едином проводнике (PEN-проводнике).

В стандарте МЭК 60364-3 установлено, что системы питания TN имеют одну точку, непосредственно заземленную, открытые проводящие части установки присоединены к этой точке защитными проводниками. В стандарте следующим образом рассматривают три типа системы TN согласно устройству нейтрального и защитного проводников:

- система TN-C, в которой нейтральная и защитная функции объединены в едином проводнике по всей системе (см. рис. 1);

- система TN-S, в которой по всей системе используют отдельный защитный проводник (см. рис. 2²⁰);

- система TN-C-S, в которой нейтральная и защитная функции объединены в едином проводнике в части системы (см. рис. 3).

В стандарте также установлено, что система питания TT имеет одну точку, непосредственно заземленную, открытые проводящие части установки присоединены к заземлителю, электрически независимым от заземлителей системы питания (см. рис. 4).

Система питания IT имеет все токоведущие части, изолированные от земли, или одну точку, присоединенную к земле через полное сопротивление. Открытые проводящие части электрической установки заземлены самостоятельно или совместно, или с помощью заземления системы (см. рис. 5).

Требования к системам постоянного тока, приведенные в поправке к стандарту МЭК 60364-3, содержат серьезную методологическую ошибку. В поправке имеется рис. 31H (см. рис. 6), который иллюстрирует тип заземления системы TN-C-S для электрических систем постоянного тока. Система TN-C-S здесь представлена как результат сложения «системы TN-C»²¹ и «системы TN-S». При этом «система TN-S» выполнена для части системы распределения электроэнергии. Она «начинается» от точки разделения PE-проводника²² на защитный (PE) и средний (M) проводники. Между источником питания и точкой разделения PE-проводника в головной части электроустановки здания (в головной части системы распределения электроэнергии) расположена так называемая «система TN-C».

Указанная интерпретация системы TN-C-S противоречит разъяснению к рис. 31F (см. рис. 7) стандарта, который иллюстрирует систему TN-S постоянного тока. В этом пояснении сказано, что заземленный линейный проводник (например, L-)... или заземленный средний проводник (M)... отделены от защитного проводника по всей системе. Это обстоятельство еще больше усложняет понимание принципов и особенностей построения низковольтных распределительных электрических сетей, а также электрических цепей в электроустановках зданий при типах заземления системы TN-C-S и TN-S.

Изложенные выше нормативные требования стандарта МЭК 60364-3 с поправкой базируются на неопределенных исходных понятиях, что неизбежно влечет за собой неоднозначность их восприятия. Кроме того, в рассмотренных требованиях имеются существенные противоречия, которые еще более ухудшают их качество. Требования стандарта к типам заземления системы TN-C и TN-C-S имеют существенную неопределенность, которая во многих случаях не позволяет специалистам однозначно определить, какой конкретно тип заземления системы реализован в рассматриваемой системе распределения электроэнергии. Поэтому очень мала вероятность корректного применения требований стандарта МЭК 60364-3 при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок зданий.

¹⁹ Стандарт МЭК 60364-3 устанавливает требования к электроустановкам зданий. Поэтому под термином «установка» следует понимать электроустановку здания.

²⁰ На рис. 31A в стандарте МЭК 60364-3 не показано электрическое присоединение защитных проводников к открытым проводящим частям так, как это сделано на остальных рисунках стандарта. На рис. 2 статьи указанное электрическое соединение обозначено точкой.

²¹ Обозначения «система TNC» и «система TNS» взяты в кавычки, так как они не являются сокращенными наименованиями соответствующих им типов заземления системы TNC и TNS из-за имеющих место противоречий в анализируемых требованиях стандарта. На указанном рисунке представлен только один тип заземления системы — TNCS. Системы TNC и, тем более, системы TNS здесь нет и быть не может.

²² На рис. 31H поправки к стандарту МЭК 60364-3 и в пояснениях к нему указан PEN-проводник для постоянного тока (conductor PEN (d. c.)), хотя в электрических цепях постоянного тока применяют PE-проводники, а не PEN-проводники. Термин «PEN-проводник» может использоваться только для электрических систем переменного тока.

Сравнение требований к типам заземления системы, изложенных в ГОСТ Р 50571.2 и в стандарте МЭК 60364-3

Для частичного снятия неопределенности в нормативных требованиях, предъявляемых ГОСТ Р 50571.2 к типам заземления системы, полезно провести сравнительный анализ требований, изложенных в упомянутом стандарте, и требований, которые содержатся в его прототипе — стандарте МЭК 60364-3 и поправке к нему.

Требования к типам заземления системы изложены в п. 312.2 стандарта МЭК 60364-3, входящего в состав подраздела 312 «Types of distribution system», название которого можно перевести как «Типы системы распределения». В ГОСТ Р 50571.2 рассматриваемый подраздел имеет наименование «Питающие электрические сети», которое указывает на наличие нескольких видов питающих электрических сетей, являющихся предметом рассмотрения национального стандарта. Таким образом, понятие «система распределения» («distribution system»), используемое в стандарте МЭК 60364-3, неправомерно подменено понятием «питающая электрическая сеть» в ГОСТ Р 50571.2.

Пункт 312.2 стандарта МЭК 60364-3 имеет следующее наименование: «Types of system earthing», которое дословно переводится так — «типы системного заземления». В нормативной документации целесообразно использовать иное эквивалентное наименование — «типы заземления системы». Аналогичный пункт ГОСТ Р 50571.2 назван иначе — «Типы систем заземления».

На первый взгляд разница в названиях п. 312 и 312.2 обоих стандартов кажется несущественной. Однако при детальном сравнении требований стандартов оказывается, что в стандарте МЭК 60364-3 в качестве объекта рассматривают низковольтную систему распределения электроэнергии. Для этой системы устанавливают специальные требования к выполнению нескольких типов ее заземления. В ГОСТ Р 50571.2 объектом рассмотрения является питающая электрическая сеть, в которой выполняют специальную систему заземления, имеющую несколько типов.

Определения ключевого термина «система распределения» («distribution system») нет ни в стандарте МЭК 60364-3, ни в Международном электротехническом словаре. Аналогично, ни в ГОСТ Р 50571.2, ни в других стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 нет определения термина «питающая электрическая сеть». Поэтому нельзя однозначно установить объект, для которого в указанных стандартах установлена характеристика «тип заземления системы» и изложены основные требования по выполнению заземления некоторых его проводящих частей. Читателю остается лишь, полагаясь на свою интуицию и воображение, самому дать ответ на вполне резонный вопрос: о каком объекте идет речь в требованиях рассматриваемых стандартов?

Некоторое уточнение рассматриваемого объекта может дать информация, приведенная в стандарте МЭК 60050-826²³ [13], который действовал до августа 2004г. Здесь на французском, английском и русском языках представлены основные термины и их определения, предназначенные для применения в стандартах МЭК, устанавливающих требования к электроустановкам зданий. Ниже приведены три термина²⁴, в наименованиях которых на английском языке использован ключевой термин «цепь» («circuit»).

Интересно, что при переводе с английского языка на русский язык в наименованиях первого и третьего терминов использован термин «цепь», а второго — термин «сеть». Использование термина «сеть» вместо термина «цепь» при установлении на русском языке наименования, эквивалентного наименованию термина «distribution circuit», которое переводится как «распределительная цепь», объясняется, по всей вероятности, подгонкой международной терминологии под терминологию Правил устройства электроустановок.

В главе 7.1 ПУЭ шестого издания [15] применялся термин «питающая сеть». Этот термин определял совокупность, включающую в себя низковольтную электрическую сеть, состоящую из трансформатора и линии электропередачи, которая «начинается» на низковольтном распре-

(Electrical) circuit (of an installation) — an assembly of electrical equipment of the installation supplied from the same origin and protected against overcurrents by the same protective device (s).	(Электрическая) цепь (установки) — совокупность электрического оборудования установки, питающегося от общего ввода и защищенного от сверхтоков общим защитным устройством (устройствами).
Distribution circuit (of buildings) — a circuit supplying a distribution board.	Питающая сеть (здания) — цепь, питающая распределительный щит.
Final circuit (of buildings) — a circuit connected directly to current using equipment or to socket outlets.	Распределительная цепь (здания) — цепь, присоединенная непосредственно к электроприемникам или штепсельным розеткам.

²³ Сейчас в состав МЭС входит стандарт МЭК 60050826 [14], датированный августом 2004г., текст которого приведен на французском и английском языках.

²⁴ В действующем стандарте МЭК 60050826 аналогичные термины определены следующим образом:
 (электрическая) цепь (электрической установки) («(electric) circuit (of an electrical installation)») — совокупность электрического оборудования электрической установки, защищенная от сверхтоков одним и тем же защитным устройством (устройствами);
 распределительная цепь («distribution circuit») — электрическая цепь, питающая один или более распределительных щитов;
 конечная цепь (здания) («final circuit (of buildings)») — электрическая цепь, предназначенная непосредственно питать электрическим током электроприемники или штепсельные розетки.

делительном устройстве трансформаторной подстанции и «заканчивается» на вводно-распределительном устройстве (ВРУ) электроустановки здания. В питающую сеть также входили электрические цепи от ВРУ до других распределительных устройств электроустановки здания. В ПУЭ более ранних изданий рассматриваемый термин определялся аналогично.

Например, в главе VII-1 ПУЭ четвертого издания [16] указано: «Питающей сетью называются линии от подстанции или ответвления от линий электропередачи до вводных устройств, а также от них до щитов, пунктов или щитков».

То есть к питающей сети Правила устройства электроустановок относили и распределительную электрическую сеть, к которой подключают электроустановку здания, и часть самой электроустановки здания. Термин «distribution circuit» («распределительная цепь») МЭС определяет только ту часть электроустановки здания, которая предназначена для обеспечения электроэнергией низковольтных распределительных устройств, входящих в ее состав.

В главе 7.1 ПУЭ седьмого издания [17] определение термина «питающая сеть» было изменено. Теперь он определяет уже иной объект — электрическую сеть от низковольтного распределительного устройства трансформаторной подстанции или ответвления от воздушной линии электропередачи до ВРУ электроустановки здания. Действующими ПУЭ на питающую сеть возложена иная функция — только обеспечение электроэнергией электроустановок зданий.

Электрические цепи, соединяющие ВРУ с другими распределительными устройствами электроустановки здания, теперь относятся ПУЭ не к питающей, а к распределительной сети. Понятие «распределительная сеть» ПУЭ сейчас стало тождественным понятию «распределительная цепь» («distribution circuit»), используемому в МЭС.

Терминология, принятая в главе 7.1 ПУЭ, таким образом, была приближена к терминологии стандартов МЭК. Однако термин «электрическая цепь», который используется в стандартах МЭК для выделения определенной части электроустановки здания, пока не занял надлежащего места в требованиях ПУЭ. Во многих главах Правил устройства электроустановок до сих пор для определения какой-либо части электроустановки здания или другой низковольтной электроустановки вместо термина «электрическая цепь» («цепь») неправомерно используется термин «электрическая сеть» («сеть»).

Термин «электрическая сеть» определен в главе 1.2 ПУЭ так: «... совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории». Перечисленные в процитированном определении виды электроустановок относятся к сетевым электроустановками. Термин «электрическая сеть», таким образом, характеризует совокупность электроустановок, к которой подключают электроустановки зданий. Внутри электроустановки здания нет перечисленных

элементов электрических сетей, а, следовательно, есть лишь электрические цепи.

Третьему термину «final circuit», который переводится как «конечная цепь», также установлен странный русский эквивалент наименования — «распределительная цепь», который является дословным переводом английского наименования второго термина «distribution circuit». В настоящее время в главе 7.1 ПУЭ вместо термина «конечная цепь» используется термин «групповая сеть», определяющий сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников. Термин «групповая сеть» следует заменить термином «групповая электрическая цепь». В будущем, на этапе корректировки национальной терминологии, предназначенной для применения в нормативной документации, которая устанавливает требования к электроустановкам зданий, указанный термин целесообразно заменить термином «конечная электрическая цепь».

Основываясь на наименовании термина «distribution circuit» и его определении, можно предположить, что в стандартах МЭК часть электроустановки здания, которая представляет собой электрические цепи, обеспечивающие электроэнергией низковольтные распределительные устройства, относят к системе распределения. Электроустановку здания, как правило, подключают к низковольтной электрической сети, включающей в себя, в общем случае, трансформаторную подстанцию и линию электропередачи. Указанная электрическая сеть обычно входит в состав системы распределения электроэнергии и может быть поименована распределительной электрической сетью. Система распределения электроэнергии, таким образом, должна включать в себя и распределительную электрическую сеть, предназначенную для обеспечения электроэнергией электроустановки здания, и распределительные электрические цепи, которые применяют для распределения электроэнергии внутри электроустановки здания между отдельными ее частями, подключенными к низковольтным распределительным устройствам.

Вместе с тем, характеристика «тип заземления системы» устанавливает не только наличие или отсутствие заземления токоведущих частей источника питания, который входит в состав низковольтной распределительной электрической сети. Она определяет характер заземления открытых проводящих частей электроустановки здания, а также наличие или отсутствие связи между ними и заземленной токоведущей частью источника питания. Поэтому система распределения электроэнергии, для которой применяется рассматриваемая характеристика, должна включать в себя все электрооборудование класса I, установленное в электроустановке здания. То есть система распределения электроэнергии охватывает всю электроустановку здания.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о том, что под термином «система распределения», используемом в стандарте МЭК 60364-3, следует понимать совокупность, включающую в себя электроустановку

здания и низковольтную распределительную электрическую сеть. Только в этой совокупности электрических объектов электроэнергия имеет такие характеристики, которые позволяют прямое ее использование конечными электроприемниками, входящими в состав электроустановки здания.

Отдельные элементы обозначенной совокупности оказывают существенное влияние друг на друга, так как имеют непосредственное электрическое соединение между собой. Технические мероприятия, проводимые в низковольтной распределительной электрической сети, влияют на уровень электробезопасности в подключенных к ней электроустановках зданий. Поэтому меры по защите человека от поражения электрическим током в электроустановках зданий следует увязывать с требованиями, которыми должны соответствовать распределительные электрические сети. Тип заземления системы является той основной характеристикой, с помощью которой удается согласовать исходные положения, применяемые в требованиях по обеспечению электробезопасности и предъявляемые к двум разнородным объектам — к низковольтной распределительной электрической сети и к электроустановке здания, входящим в состав одной совокупности, представляющей собой низковольтную систему распределения электроэнергии.

Для прямого или косвенного указания источника электрической энергии, входящего в состав системы распределения электроэнергии, в стандарте МЭК 60364-3 использован термин «система питания» («power system»). В ГОСТ Р 50571.2 этот термин переведен и как «источник питания» (п. 312.2), и как «питающая сеть» (п. 312.2.1, 312.2.2 и 312.2.3). Термины «система питания» и «питающая сеть» в рассматриваемом контексте являются, как правило, эквивалентными термину «распределительная электрическая сеть».

По своей сути термин «источник питания» может определять только один из элементов распределительной электрической сети — трансформатор, установленный на понижающей трансформаторной подстанции, или низковольтный электрогенератор местной электростанции. Поэтому замена рассматриваемого термина в п. 312.2.1, 312.2.2 и 312.2.3 ГОСТ Р 50571.2 на термин «питающая сеть» влечет за собой расширительное толкование требований, предъявляемых к типам заземления системы. В указанных выше пунктах стандарта следует использовать термин «источник питания» и представить пояснения, конкретизирующие особенности выполнения типов заземления системы TN-C, TN-S, TN-C-S, TT и IT в системе распределения электроэнергии.

Существенную неопределенность в требованиях стандарта МЭК 60364-3 и в требованиях ГОСТ Р 50571.2 вносят подрисуночные надписи. В стандарте МЭК 60364-3 заземляющее устройство, показанное на всех рисунках, поименовано заземлением системы («earthing of system»). В ГОСТ Р 50571.2 на рисунках, которые иллюстрируют выполнение конкретных типов заземления системы для сис-

тем переменного тока, указано заземляющее устройство, предназначенное для выполнения заземления источника питания, а для систем постоянного тока — заземляющее устройство, используемое для заземления системы.

Термин «заземление системы» буквально указывает на возможность выполнения заземления не конкретной, а любой точки рассматриваемой системы распределения электроэнергии. И заземление какой-то токоведущей части источника питания, например нейтрали трансформатора, и повторное заземление «нулевого проводника» низковольтной воздушной линии электропередачи, который в зависимости от типа заземления системы может быть защитным проводником или PEN-проводником, — все эти перечисленные виды заземления есть не что иное как заземление системы питания. Это предположение подтверждает следующее определение термина «заземление (питающей) системы» («(power) system earthing»), приведенное в стандарте МЭК 60050-195: функциональное заземление и защитное заземление точки или точек в электрической питающей системе.

Заземление токоведущей части источника питания может быть выполнено не вообще в любой точке системы питания, а только в конкретной точке рассматриваемой системы распределения электроэнергии, расположенной в источнике питания. В трехфазных электрических системах переменного тока, как правило, заземляют нейтраль трансформатора или электрогенератора. Поэтому и в требованиях стандарта МЭК 60364-3, и в требованиях ГОСТ Р 50571.2 речь должна идти о заземлении определенной токоведущей части источника питания, а не о заземлении какой-либо точки в системе питания.

Рисунки стандарта МЭК 60364-3 и ГОСТ Р 50571.2 (см. рис. 1—5 статьи), иллюстрирующие разные типы заземления системы, также вносят свою долю неопределенности в требования стандартов. Читателю нужно иметь очень богатое воображение, чтобы разглядеть на них и систему питания, не имеющую источника питания, и электроустановку здания.

В целом, с учетом указанных выше различий в определении объекта, для которого устанавливается характеристика «тип заземления системы», а также в наименовании характеристики, требования к типам заземления системы, представленные в стандарте МЭК 60364-3 и в ГОСТ Р 50571.2, хорошо согласуются между собой. Однако в обоих стандартах отсутствуют определения основных терминов, применяемых в требованиях к типам заземления системы. Поэтому отсутствует и возможность однозначного восприятия, уяснения и выполнения изложенных в стандартах нормативных требований.

Рассмотренные стандарты более похожи на теоретические разработки, формулирующие лишь основные принципы построения конкретных типов заземления системы, на основании которых следует создать детально проработанный нормативный документ. Поэтому анализируемые стандарты не могут быть признаны нормативными документами, которыми следует непосредственно руководс-

твоваться при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок зданий. Подтверждением этого вывода является, например, неопределенность нормативных требований, предъявляемых к типам заземления системы TN-C и TN-C-S.

И, наконец, последнее. Рассматриваемая характеристика в ГОСТ Р 50571.2 имеет наименование «тип системы заземления»²⁵. В стандарте МЭК 60364-3 она поименована иначе — «тип заземления системы» («type of system earthing»). В международном стандарте устанавливают конкретные типы заземления системы распределения электроэнергии. Здесь не идет речь о какой-то специальной системе заземления, имеющей несколько типов, а говорят о выполнении нескольких вариантов заземления в элементах системы распределения электроэнергии, которая в общем виде включает в себя низковольтную распределительную электрическую сеть и электроустановку здания.

Наименование указанной характеристики в ГОСТ Р 50571.2 ориентирует читателя на создание какой-то специальной системы заземления в питающей электрической сети (в системе распределения электроэнергии). Однако специальная система заземления этим стандартом не устанавливается. Поэтому полное наименование рассматриваемой характеристики в ГОСТ Р 50571.2 и других национальных нормативных документах следует исправить на «тип заземления системы». Краткие наименования рассматриваемой характеристики могут быть следующими: «система TN-C», «система TN-S», «система TN-C-S», «система TT» и «система IT».

Литература

1. ГОСТ Р 50571.2–94 (МЭК 364-3–93). Электроустановки зданий. Ч. 3. Основные характеристики. — М.: «Изд-во стандартов», 1995.
2. International standard IEC 60364-3. Electrical installations of buildings. Part 3. Assessment of general characteristics. Second edition. — Geneva: IEC, 1993—03.
3. International standard IEC 60364-3-am¹. Electrical installations of buildings. Part 3. Assessment of general characteristics. Second edition. Amendment 1. — Geneva: IEC, 1994.
4. International standard IEC 60364-1. Electrical installations of buildings. Part 1. Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2001—08.
5. International standard IEC 60364-1. Low-voltage electrical installations. Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fifth edition. — Geneva: IEC, 2005—11.
6. ГОСТ Р 50571.1–93 (МЭК 364-1–72, МЭК 364-2–70). Электроустановки зданий. Основные положения. — М.: «Изд-во стандартов», 1993.
7. International standard IEC 60050-195. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195. Earthing and protection against electric shock. Premiere edition. — Geneva: IEC, 1998-08.
8. International standard IEC 60050-195-am¹. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition. Amendment 1. — Geneva: IEC, 2001—01.
9. ГОСТ Р МЭК 60050-195–2005. Заземление и защита от поражения электрическим током. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2006.
10. ГОСТ Р 50669–94. Электроснабжение и электробезопасность мобильных (инвентарных) зданий из металла или с металлическим каркасом для уличной торговли и бытового обслуживания населения. Технические требования. — М.: «Изд-во стандартов», 1994.
11. International standard IEC 60050-601. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General. — Geneva: IEC, 1985.
12. International standard IEC 60050-601-am¹. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General. Amendment 1. — Geneva: IEC, 1998-04.
13. Publication 50 (826). International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 826: Electrical installations of buildings. First edition. — Geneva: IEC, 1982.
14. International standard IEC 60050-826. International Electrotechnical Vocabulary. Part 826. Electrical installations. Second edition. — Geneva: IEC, 2004-08.
15. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. перераб. и доп. с изменениями. — М.: Главгосэнергонадзор России, 1998.
16. Правила устройства электроустановок. 4-е изд. — М.: «Энергия», 1966.
17. Правила устройства электроустановок/Раздел 1. Общие правила. Гл. 1.1: Общая часть; гл. 1.2: Электроснабжение и электрические сети; гл. 1.7: Заземление и защитные меры электробезопасности; гл. 1.9: Изоляция электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Гл. 7.1: Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий; гл. 7.2: Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений; гл. 7.5: Электротермические установки; гл. 7.6: Электросварочные установки; гл. 7.10: Электролизные установки и установки гальванических покрытий. 7-е изд. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2002.
18. ГОСТ Р 50571.3–94 (МЭК 364-4-41–92). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. — М.: «Изд-во стандартов», 1995.

²⁵ В требовании, изложенном в п. 413.1.1.2 ГОСТ Р 50571.3 [18], рассматриваемая характеристика имеет правильное наименование — «тип заземления системы».



**В. Ч. Пчицкий,
ООО «Спиракс-Сарко
Инжиниринг»**

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ

Ни для кого не секрет, что эффективность работы предприятия и, соответственно, его конкурентоспособность напрямую зависит от правильного и экономного использования таких энергоресурсов, как электричество, пар, конденсат, вода. В данной статье мы подробно рассмотрим, как можно увеличить эффективность работы всей пароконденсатной системы путем сокращения паропотребления с помощью различных методов контроля конденсатоотводчиков.

Конденсатоотводчики предназначены для автоматического отделения конденсата от пароводяной смеси и выпуска его из системы. По своей сути конденсатоотводчик является автоматическим клапаном, который должен своевременно открываться и пропускать заданное количество конденсата, при этом не допуская пролета пара. Фактически же конденсатоотводчик может находиться в одном из следующих состояний:

- конденсатоотводчик работает нормально;
- конденсатоотводчик сломался в открытом положении;
- конденсатоотводчик сломался в закрытом положении.

Конденсатоотводчик, сломанный в закрытом положении, приводит к подтоплению паропотребляющего оборудования и, соответственно, к нарушению температурного режима работы. Если же конденсатоотводчик сломался в открытом положении, это означает наличие пролетного пара и, как следствие, повышение давления в конденсатной магистрали и нарушение работы пароконденсатной системы в целом.

На практике достоверная оценка работоспособности конденсатоотводчика является достаточно сложной задачей. Очевидно, что неквалифицированная диагностика ведет к замене исправных конденсатоотводчиков и к пропуску сломанных, в итоге средства затрачиваются впустую, а существующая проблема не решается. На сегодняшний день для диагностики конденсатоотводчиков используются различные методы, вот основные из них:

- метод измерения температуры;
- визуальный метод контроля;
- акустический метод контроля;
- метод с использованием специального оборудования.

Рассмотрим подробнее применение этих методов, их преимущества и недостатки.

Метод измерения температуры

Данный метод основан на измерении температуры корпуса конденсатоотводчика и конденсатного трубопровода с последующей интерпретацией полученных результатов. Наиболее удобным способом измерения температуры является использование такого прибора, как пирометр. Пирометр — это прибор для бесконтактного измерения температуры тел, принцип действия которого основан на измерении мощности теплового излучения объекта преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Пирометр (рис. 1), безусловно, является одним из тех приборов, которые всегда должны быть под рукой у сервисного механика, занимающегося обслуживанием пароконденсатной системы.

Суть данного метода заключается в том, что теоретически температура пароконденсатной смеси до конденсатоотводчика должна быть выше, чем температура отведенного конденсата за ним. Однако фактически, если конденсатоотводчик пропускает пар, то давление за ним резко падает и становится равным общему давлению в конденсатной магистрали. Пропорционально падению давления падает и температура пара, а это значит, что измеренная температура после конденсатоотводчика будет меньше чем до него, и можно сделать ложный вывод об удовлетворительной работоспособности данного конденсатоотводчика. Исключением может стать только случай, когда пролетного пара очень много, и давление, а соответственно и температура, возрастают.

Также неверные интерпретации результатов измерений могут происходить при отводе конденсата высокого давления в конденсатную магистраль с низким давлением. Это приводит к мгновенному образованию за конденсатоотводчиком пара вторичного вскипания и повышению давления в данной магистрали, что особенно ярко проявляется, когда конденсатопровод имеет недостаточный диаметр. В данном случае повышенное давление и температура сразу за конденсатоотводчиком (по сравнению со средней температурой остального конденсатопровода) создает иллюзию того, что конденсатоотводчик пропускает пар.

Как мы видим, описанный выше метод диагностики прост и дешев, но, к сожалению, он не подходит для точной диагностики работоспособности конденсатоотводчика. Поэтому чаще всего пирометр используют совместно с другими средствами контроля работы конденсатоотводчиков как дополнительное устройство, помогающее понять общую картину происходящего.



Рис. 1

Визуальные методы контроля

Метод основан на визуальном наблюдении за происходящим истечением конденсата, для чего за конденсатоотводчиком устанавливается так называемое смотровое стекло. Смотровое стекло представляют собой корпус, выполненный из чугуна, стали или другого металла (рис. 2), со специальными жаропрочными стеклами. Использование смотровых стекол позволяет визуально определить наличие пара и конденсата в трубе, затем, проанализировав результат, косвенно установить работоспособность конденсатоотводчика.

Таким образом, если после конденсатоотводчика в трубе не наблюдается потока конденсата, можно предположить, что конденсатоотводчик сломан в открытом положении и пропускает острый пар. В этом случае температура трубопровода до конденсатоотводчика и после должна быть приблизительно одинаковой. Если же в упомянутой выше ситуации труба за конденсатоотводчиком холодная, то можно предположить, что он сломан в закрытом положении.

Данный метод, как и предыдущий, не может гарантировать правильной интерпретации результатов наблюдений, так как бывают ситуации, когда отсутствие потока конденсата после конденсатоотводчика принимается за пролетный пар. На самом же деле это пар вторичного вскипания, который образуется при большом перепаде давления на конденсатоотводчике. Также необходимо помнить, что расход конденсата может изменяться в зависимости от технологического процесса, и в момент обследования конденсатоотводчик может попросту находиться в процессе заполнения конденсатом. Этот процесс может занимать довольно длительное время, в течение которого никакого движения потока в конденсатной магистрали происходить не будет.

Установка смотрового стекла за конденсатоотводчиком достаточно простое и недорогое решение, однако оно имеет все тот же существенный недостаток — вы не получаете полной картины происходящего процесса. Кроме этого, недостатком метода является быстрое загрязнение стекол до состояния, когда определить наличие или отсутствие потока не представляется возможным даже при использовании сильной подсветки. Для повышения точности диагноза за смотровое стекло, как и пирометр, необходимо и желательно использовать в комплексе с другим оборудованием, например, с ультразвуковым течеискателем.

Акустические методы контроля

Метод основан на прослушивании шумов, которые возникают при прохождении пара и конденсата через внутренний клапан конденсатоотводчика, и дальнейшего анализа результатов. Прослушивать шумы можно с помощью ультразвукового течеискателя (рис. 3) — прибора, который преобразует ультразвуковые волны, генерируемые истекающей струей пара или конденсата, в звук, способный восприниматься ухом человека, предварительно фильтруя сигнал с целью исключения посторонних шумов.



Рис. 2



Рис. 3

У каждого типа конденсатоотводчиков (поплавковый, термодинамический, биметаллический и т.д.) характер шумов имеет ярко выраженную специфику. Поэтому, зная характер шумов правильно работающего конденсатоотводчика данного типа и сравнив его с исследуемым образ-

цом, можно сделать вывод о работоспособности конденсатоотводчика. К сожалению, на работу течеискателя оказывает значительное влияние изменение нагрузки и режима работы оборудования. Поэтому для правильной интерпретации данных, полученных при обследовании конденсатоотводчика с помощью ультразвукового течеискателя, необходим опытный квалифицированный специалист, проводить подобные обследования своими силами не рекомендуется.

Автоматические системы контроля работы конденсатоотводчиков

Данный метод основан на установке либо в самом конденсатоотводчике, либо отдельно в специальной камере комбинированного датчика проводимости и температуры.

Рассмотрим систему мониторинга работы конденсатоотводчиков на примере системы Spiratec производства компании Spirax Sarco. Камера Spiratec (рис. 4) представляет собой емкость цилиндрической формы со встроенным комбинированным датчиком проводимости (для определения наличия конденсата в камере) и температуры. Камера устанавливается непосредственно перед конденсатоотводчиком и, в свою очередь, подключается к монитору индикации состояния конденсатоотводчика.

Если конденсатоотводчик исправен, то конденсат по трубе поступает в камеру, затем, минуя перегородку, попадает в конденсатоотводчик. Небольшое отверстие в верхней части

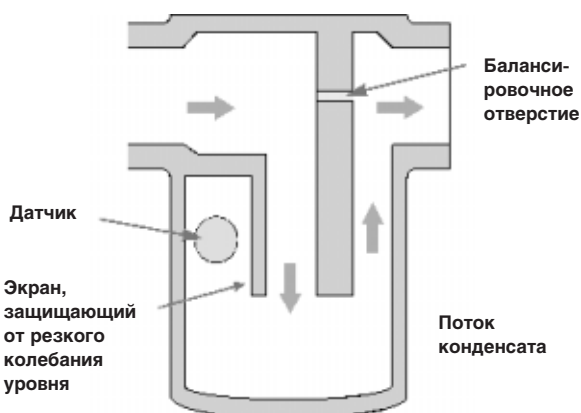


Рис. 4

перегородки служит для выравнивания давления до и после камеры, а также для поддержания уровня конденсата в корпусе камеры. При нормальной работе конденсатоотводчика (рис. 5) внутри камеры всегда находится конденсат, датчик затоплен и на мониторе индикации состояния горит зеленая лампочка (показан стационарный монитор).

Когда конденсатоотводчик ломается в открытом положении и начинает пропускать пар, то давление в камере возрастает и конденсат из нее выдавливается.

Вследствие этого уровень конденсата в камере падает ниже датчика, срабатывает сигнализация и загорается красная сигнальная лампочка (рис. 6). Если в процессе работы конденсатоотводчик хотя бы один раз пропустил пар, но в дальнейшем его работа нормализовалась, то красная лампа будет мигать.

Если конденсатоотводчик ломается в закрытом положении, то конденсат затапливает камеру и все пространство перед конденсатоотводчиком. Через некоторое время конденсат остывает, и когда его температура падает ниже заданной, на мониторе загорается оранжевая сигнальная лампа (рис. 7), сигнализируя о поломке конденсатоотводчика в закрытом состоянии.

К монитору можно подключить до 16-ти датчиков Spiratec. В зависимости от типа конденсатоотводчиков и режимов их работы для каждого конденсатоотводчика может быть задана своя температура, при которой начинается индикация состояния поломки в закрытом положении.

Существуют и более простые мониторы, рассчитанные для подключения к одному конденсатоотводчику, а также переносные портативные индикаторы, которые позволяют определить работоспособность конденсатоотводчика прямо на месте.

Описанная выше система контроля работы конденсатоотводчиков имеет множество преимуществ. Обычно между поломкой конденсатоотводчика и выявлением неисправности проходит довольно большое количество времени, так как негативное влияние поломки часто обнаруживается не сразу. Также не всегда существует возможность однозначно выявить, из-за какого конкретного оборудования нарушилась работа пароконденсатной системы.

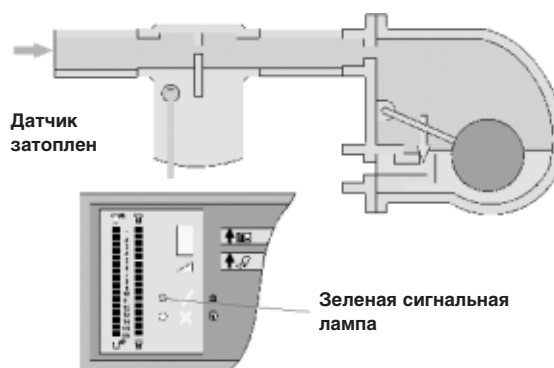


Рис. 5

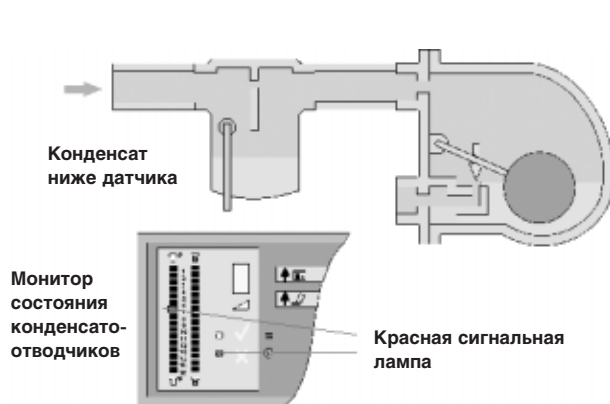


Рис. 6

Система Spiratec позволяет однозначно, а самое главное мгновенно, определить поломку, что, в конечном счете, значительно уменьшает время простоя оборудования и, соответственно, экономит средства. Данная система подходит для мониторинга работы конденсатоотводчиков любого типа и любого производителя. Еще одним немаловажным фактом является то, что система работает полностью автоматически, проста в использовании, а зна-

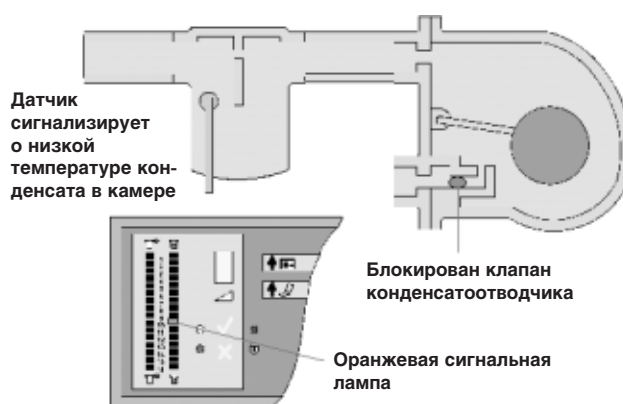


Рис. 7

чит, не требует специальной подготовки обслуживающего персонала. Подводя итог вышесказанному, хочется заметить, что регулярное проведение аудита пароконденатной системы, как и установка оборудования автоматического мониторинга, — это реальная возможность снизить издержки, улучшить качество выпускаемой продукции, повысить эффективность производства, а также уменьшить время простоя оборудования.

АУДИТ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ — ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ИЛИ ЭКОНОМИЯ

Программа STMS (Steam Trap Management System), предлагаемая компанией Spirax Sarco, призвана помочь наладить учет и снизить потери энергии в пароконденатной системе вашего предприятия. Компания Spirax Sarco давно предлагает услуги по проведению аудита пароконденатной системы на предприятиях по всему миру, но для России данная услуга является новинкой.

Целью проведения аудита является выявление и устранение неисправностей вашей пароконденатной системы, анализ потерь пара и конденсата. Ведь каждый раз, когда проходя по предприятию, вы видите парение, это значит, что в трубу вылетают ваши деньги.

Для наглядности приведем конкретный пример: через один конденсатоотводчик Ду15, сломанный в открытом положении при давлении пара 7 бари и средней стоимости пара 300 руб./тонна экономические потери в год составляют 25200 руб./год. Если же взять конденсатоотводчик с большим диаметром, потери могут достигать огромной цифры в 300000 руб.!

Учитывая то, что количество конденсатоотводчиков на предприятии может исчисляться десятками и сотнями, а в нефтяной индустрии тысячами, нетрудно представить, какой колоссальный экономический ущерб может быть нанесен вашей компании из-за неэффективности работы пароконденатной системы. Однако всего этого можно избежать с помощью регулярного аудита и своевременного квалифицированного обслуживания оборудования.

Spirax Sarco предлагает вам оценить текущее положение дел на производстве, а также квалификацию вашего персонала.

После проведенного специалистами компании обследования вы получаете подробный отчет о состоянии пароконденатной системы, описание всех выявленных проблем, оценку потерь, схему оптимизации работ системы, экономическое обоснование предлагаемых изменений (рентабельность и окупаемость всех предлагаемых решений). Вся информация по конденсатоотводчикам сохраняется в базе данных STMS и при желании может быть в любой момент получена в виде таблиц, графиков и диаграмм, в зависимости от пожеланий заказчика.

Данная программа также позволяет рассчитывать потери пара и конденсата в денежном эквиваленте и отслеживать изменение эффективности паропотребления производства до и после проведенных обследований и сервисных работ.

Если вы не уверены в целесообразности проведения аудита конденсатоотводчиков на предприятии, мы предлагаем проведение пробного обследования. Данный вид аудита представляет собой обследование небольшого количества конденсатоотводчиков (максимум 10) и общую оценку состояния пароконденатной системы. После обследования заказчику предоставляется краткий отчет, на основании которого возможно приблизительно оценить качество работы системы в целом. Для клиента данная услуга предоставляется бесплатно.



С.А. Федоров,
к.т.н., директор,
ООО «Манометр-Терма»,
Москва

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНГИБИТОРЫ НАКИПИ

Типы устройств, эффективность работы

Аппараты, в которых вода обрабатывается с помощью электромагнитных полей, активно используются в настоящее время в самых разных отраслях. В статье рассматриваются устройства, предотвращающие осаждение накипи на внутренних поверхностях систем.

Использование жесткой воды в системах отопления и ГВС приводит к давно известным проблемам. При увеличении температуры, снижении давления или изменении величины pH, выпадающий на стенки, твердый осадок снижает теплопередачу (теплопроводность накипи примерно в 400 раз меньше теплопроводности меди) и увеличивает гидравлическое сопротивление. Жесткая вода плохо намыливается и может вызывать неприятные ощущения. В большинстве случаев появление осадка связано с присутствием в воде солей кальция и магния, в виде бикарбонатов. При увеличении температуры, например, бикарбонат кальция, распадается на карбонат, углекислый газ и воду: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Карбонат кальция CaCO_3 оседает при этом на стенках в виде твердого трудно растворимого слоя. После обработки в магнитном или переменном электромагнитном поле большая часть карбонатов начинает осаждаться в виде взвеси в воде, а не на стенках. Поскольку концентрация солей кальция и магния при обработке не меняется, общая жесткость воды также не изменяется, и название «умягчители» для этих аппаратов можно использовать только условно.

Активное использование магнитных аппаратов для обработки воды началось с середины XX века, после того как в 1945 г. бельгийский инженер Веймайерен полу-

чил патент на способ защиты паровых котлов от накипобразования с помощью магнитного поля. Способ оказался настолько простым, что аппараты такого типа производятся с тех пор практически без изменений во многих странах мира. В качестве источников магнитного поля при этом используются как постоянные магниты, так и электрический ток. Около десяти лет назад, после разработки новых более мощных и стабильных магнитов, аппараты такого типа стали еще более привлекательными.

С середины 1990-х гг. были разработаны и успешно используются принципиально новые, более эффективные аппараты, так называемые «электронные умягчители» или электронные преобразователи воды (water conditioners). В данных устройствах для обработки воды применяются переменные электромагнитные поля, охватывающие всю или большую часть системы (классическим представителем являются аппараты Water King).

Несколько лет назад начато производство аппаратов нового типа, в которых в результате электролиза в разрядной камере с помощью импульсного электрического поля высокой напряженности получается взвесь микрокристаллов карбоната кальция (например, аппараты Biostat). Затем эта взвесь, попадая в систему и находясь там постоянно, является центром осаждения накипи.

Несмотря на большое количество исследований, в настоящее время не существует единой точки зрения на процессы, происходящие в аппаратах. При всем многообразии описаний механизмов действия этих устройств можно считать общепринятым, что при обработке воды в ней образуются центры осаждения накипи, на которых кристаллизуется карбонат кальция или магния при измене-

нии температуры и давления. Из этого следует, что электромагнитные устройства не предотвращают образование осадка, а процесс происходит в объеме воды, вместо выпадения его на поверхности нагревателя или стенок системы.

Во всех случаях накипь образуется в виде взвеси, которая частично выпадает в осадок и должна периодически выводиться из циркуляционного контура, например, с помощью сепараторов.

В настоящее время признано, что в аппаратах могут использоваться следующие механизмы образования центров осаждения [1]: электролитическое растворение цинка и образование молекул карбоната цинка, имеющих схожую с карбонатом кальция структуру (в аппаратах с магнитным полем); образование молекул карбоната железа; образование микрокристаллов карбоната кальция.

Ситуация с оценкой эффективности применения выглядит не лучше исследования механизмов. Доказательства зачастую сводятся к алгоритму: применил — стало лучше. В Германии существуют стандарты оценки эффективности работы таких устройств. В соответствии с немецким стандартом W 512 аппараты обрабатывают в течение 21 сут. воду, подающуюся с определенной скоростью в установку с нагревателем. Одновременно тестируется два одинаковых аппарата на двух одинаковых установках. Параллельно, на той же воде, работают две аналогичные установки без обработки воды [2]. Эффективность оценивается по величине параметра F , определяемого по формуле:

$$F = (M_{\text{необр.}} - M_{\text{обр.}}) / M_{\text{необр.}}$$

где

$M_{\text{необр.}}$, $M_{\text{обр.}}$ — средняя масса ионов кальция и магния, осевших на стенках нагревателя в установках соответственно без обработки и с обработкой аппаратами.

Критерий рекомендуемости $F > 0,8$ прошли единицы из нескольких десятков тестируемых аппаратов. В частности, аппараты последнего типа с пульсирующим электрическим полем намного превысили этот порог.

Магнитные аппараты с постоянным магнитным полем

Аппараты представляют собой трубку с фланцевыми присоединениями с магнитами или катушками снаружи либо внутри [3]. Вдоль источника магнитного поля внутри трубы протекает вода. Многочисленные публикации сходятся на том, что доминирующим механизмом работы большей части магнитных аппаратов является процесс гальванической коррозии, при котором в воду попадают так называемые вторичные продукты. Для эффективной гальванической коррозии эти устройства имеют вставки из специального металла (часто используется цинк), либо подходящий металл может находиться внутри самой системы (например, ионы железа). Наиболее эффективные аппараты используют процесс растворения цинка. При прохождении потока воды через магнитное поле генерирующаяся при этом ЭДС переводит ионы цинка в раствор и происходит процесс коррозии. Цинк и молекулы карбоната цинка могут выступать в определенных обстоятельствах как ингибитор осаждения накипи, связывая карбонат кальция и предотвращая его осаждение на поверхности (рис. 1).

Поверхность металла в воде достаточно быстро покрывается слоем осадков, а процесс коррозии сильно зависит от примесей, поэтому эффект обработки воды может резко и иногда неконтролируемо падать задолго до того, как растворится весь цинк. По этой причине магнитные устройства такого типа имеют относительно короткий срок жизни, а эффективность обработки может существенно снизиться в течение нескольких месяцев.

Известно, что мощные магниты с большой напряженностью магнитного поля могут быть ингибиторами осаждения накипи без использования цинка, и применение таких аппаратов с появлением новых постоянных магнитов в последнее время расширилось, но механизм их работы недостаточно изучен.

Серьезным недостатком магнитных систем является зависимость эффективности их работы от скорости потока, т.к. ЭДС пропорциональна скорости. При



Рис. 1. Магнитные аппараты

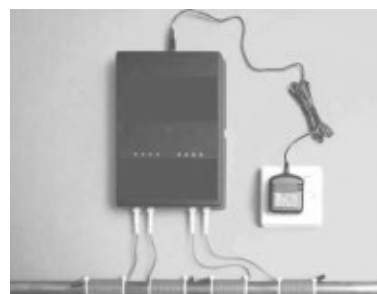


Рис. 2. Электронные радиочастотные аппараты

замедлении потока теплоносителя или остановке течения аппараты этого типа не защищают от образования накипи, поэтому обработка резко меняющихся потоков воды магнитными аппаратами неэффективна. Такими потоками могут быть, например, потоки подпитки систем ГВС.

Нужно также учитывать, что после обработки магнитами вода недолго сохраняет защитные свойства (в среднем до двух суток), поэтому обработка воды на входе в закрытую систему (система с небольшими потерями или расходами воды) часто не имеет смысла. Зона обработки воды в таких аппаратах невелика и ограничена участком вблизи магнитов ниже по потоку. Большим недостатком является также эффект налипания железосодержащих примесей в области расположения магнитов. Необходимо периодически осматривать и чистить аппараты.

При обработке магнитными устройствами воды в циркуляционных контурах нужно иметь в виду, что эффект во многом теряется при прохождении воды через насосы.

Нужно учитывать, что величина магнитного поля постоянных магнитов со временем снижается, а скорость изменений зависит в основном от типа магнита и температурных режимов работы систем.

Электронные радиочастотные аппараты

Аппараты этого типа состоят из блоков управления и катушек и генерируют токи переменной частоты и амплитуды. Катушки надеваются на трубы системы, и от них в воде распространяются электромагнитные волны, которые взаимодействуя с ионами примесей, по одной из версий, образуют ионные кластеры. Кластеры в свою очередь являются центрами осаждения карбоната кальция в воде, предотвращая появление осадка на стенках. Электромагнитные волны распространяются далеко за пределы расположения катушек, давая возможность защитить от отложения либо всю систему, либо наиболее важные ее части (рис. 2).

В настоящее время производится довольно много устройств такого класса, отличающихся конструкцией и эффективностью. В отличие от магнитных аппаратов, переменное электромагнитное поле не вызывает коррозии и образования вторичных продуктов в воде. В наиболее современных и эффективных аппаратах сигналы формируются с помощью программируемых микропроцессоров. Можно отметить три параметра, определяющих эффективность применения электронных устройств: спектр и последовательность чередования сигналов; общая мощность сигнала; способ передачи сигналов.

Сигнал от аппарата в воду передается тремя способами. В большинстве случаев ток от блока управления течет через катушки, оба полюса которых присоединяются к аппарату. В некоторых устройствах используются ферритовые кольца, усиливающие магнитную компоненту волн. В третьем случае используются открытые катушки, а к аппарату присоединяется только один полюс каждой катушки.

Преимущество последнего метода заключается в том, что одна или несколько катушек могут быть подсоединены к трубе или нагревателю, от чего эффективность обработки возрастает многократно.

Поскольку эффект обработки не зависит от скорости течения воды, статическая вода обрабатывается так же, как и вода в потоке. Эффект применения электронных ингибиторов усиливает непрерывность обработки, т.к. электронные аппараты должны работать постоянно.

Сигнал передается симметрично в обе стороны, плавно уменьшаясь при удалении от источника. При правильном выборе типоразмера аппарата и места его установки, мощности сигнала хватает для обработки воды во всей системе или в большей ее части.

Грамотное размещение аппаратов в системе напрямую влияет на эффективность их применения. Электронные аппараты устанавливаются максимально близко к устройству нагрева или месту, которое нужно защитить от образования накипи. Это зачастую означает, что они монтируются на линии подпитки в том помещении, где находится котел

или нагреватель. В циркуляционных контурах, например в системе охлаждения с градирней или системах отопления, электронные аппараты лучше устанавливать ниже по течению от насосов, как можно ближе к нагревателям или местам перепада давления. В этом случае нет необходимости в обработке воды подпитки.

Потоки воды, проходящие через насосы, частично теряют эффект обработки, поэтому аппараты должны устанавливаться на выходе из бустерных и циркуляционных насосов. Открытые баки воды (над водой находится слой воздуха) или разрывы потока воды обычно являются препятствием для прохождения сигнала. Эту проблему можно решить, установив аппарат на выходе из бака, т.е. обратный сигнал будет обрабатывать воду в баке. Если это невозможно, в аппаратах с открытыми катушками проблему воздушного зазора можно решить, установив аппарат на линии подачи и заземлив один из проводов катушки на корпус бака. Обычно эффективность работы электронных аппаратов возрастает при увеличении концентрации железа в воде и скорости потока.

Число моделей электронных аппаратов, производимых в разных странах, растет довольно быстро. В некоторых случаях сдерживающим фактором их применения является необходимость подачи напряжения питания. Однако очевидным являются их достоинства: они компактны, намного эффективней, не требуют врезок, расходных материалов и сервисного обслуживания, почти не потребляют энергии.

Аппараты с импульсным электрическим полем

В аппаратах третьего типа вода обрабатывается электрическим разрядом при протекании через разрядную камеру прибора. Пульсирующее электрическое поле, создаваемое между анодом и катодом в разрядной камере, приводит к образованию устойчивых микрокристаллов карбоната кальция CaCO_3 , которые, постоянно оставаясь в воде в виде нерастворимой взвеси, сами становятся центром осаждения известняка. Возникающая при этом проблема, куда девать нарастающие на электродах кристаллы карбоната, на сегодняшний день решена только тремя производителями в Германии. Два из них используют сменные картриджи, третий использует в качестве катода металлическую щетку, в котором микропроцессорный блок управления задает продолжительность и амплитуду импульсов в соответствии с сигналами контактного счетчика воды. Щетка (катод) периодически вращается с помощью электропривода, а специальная скоба очищает электрод от осевших кристаллов (в ручном или автоматическом режимах).

Согласно проведенным тестам аппараты данного типа имеют наивысшую эффективность защиты от отложений. Образовавшиеся при обработке микрокристаллы постоянно находятся в воде во взвешенном состоянии. В отличие от электронных устройств, работа этих аппаратов не зависит от времени, наличия и места установки баков и насосов, разрыва потока, длины контура. Оптимальное место инсталляции — линия подпитки. Нет

<< 41

нитями (исполнение СИПгсн-4), с дополнительным свойством нераспространения влаги вдоль провода.

www.procable.com.ua

НОВАЯ ПРОДУКЦИЯ ОТ ЗАВОДА «ЧУВАШКАБЕЛЬ»

Завод «Чувашкабель» расширил номенклатуру выпускаемых изделий и приступил к выпуску:

Самонесущих изолированных проводов для воздушных линий электропередач на номинальное напряжение до 0,66/1 кВ включительно марок СИП 1, СИП 2, СИП 4 (маркировка по ГОСТ Р 52373-2005) номинальным сечением до 95 мм². По вашему желанию СИП может комплектоваться арматурой для монтажа и инструментом.

Провода неизолированного для воздушных линий электропередач марки А номинальным сечением до 95 мм² (по ГОСТ 839-80).

Кроме того, запуск нового оборудования позволил увеличить ассортиментную линейку выпускаемых кабельных изделий:

Провода силового для электрических установок марок ПВ1, ПВ2 и ПВ3 номинальным сечением до 95 мм² и марки АПВ номинальным сечением до 120 мм² (по ГОСТ 6323-79)

Провода автотракторного марки ПГВА номинальным сечением до 95 мм² (по ТУ 16. К17-021-94).

www.chuvashcable.ru

НОВИНКА: КАБЕЛЬНЫЙ ТЕСТЕР MICROSCANNER2 ОТ FLUKE NETWORKS

Кабельный тестер Microscanner2 представляет собой революционное решение в области тестирования кабельной инфраструктуры.

Обладая такими особенностями, как инновационный интерфейс пользователя, отображающий всю информацию на одном экране и совмещенная поддержка сервисов передачи голоса/данных/видео, тестер Microscanner2 позволяет сетевым специалистам выполнять свою работу проще, быстрее и точнее.

www.procable.com.ua

79 >>

необходимости устанавливать их в циркуляционных контурах для постоянной обработки потоков. Таким образом, сложную систему с несколькими контурами может обслуживать один аппарат. При необходимости обработки больших потоков подпитки аппараты можно устанавливать параллельно. Но аппараты этого типа дороже электронных аналогов и имеют относительно небольшую производительность.

Работа практически всех типов рассмотренных аппаратов может сопровождаться растворением, размягчением и отслаиванием старых отложений накипи. В работе [4] описывается эффективный процесс очистки бойлера от отложений, во время которого старые слои накипи трескались и отваливались большими кусками. Не рассматривая механизмы и эффективность этих процессов, нужно учитывать, что на начальных стадиях работы аппаратов возможно ухудшение качества воды и появление большого количества шлама. Для удаления грязи из циркуляционного контура рекомендуется применение сепараторов.

Заключение

Нужно признать, что из-за большого количества производимых аппаратов и труднопонижаемых механизмов работы, их популярность на рынке зачастую определяется ценой, традициями или рекламой, вне зависимости от эффективности, надежности или экономичности. Относительная простота производства и сложность оценки эффективности привела к появлению на рынке множества разных моделей. Экзотические описания принципа действия многих из них не подтверждены никакими научными работами и не выдерживают критики даже с точки зрения школьного курса. Поэтому крупные потребители зачастую вынуждены проверять эффективность работы устройств самостоятельно, но сделать это квалифицированно и объективно в условиях реальных и сложных объектов довольно проблематично. Тем не менее, по данным фирмы Lifescience электромагнитные аппараты для обработки воды используют уже около 40% котельных США, Германии и Японии.

Литература

1. J. Seccombe, Water conditions under Part L. Heating, Venting and Plumbing, January, 2006, United Kingdom.
2. Стандарт W 512 — www.waterking.co.uk.
3. Лапотышкина Н.П., Сазонов Р.П. Водоподготовка и водно-химический режим тепловых сетей. М.: Энергоиздат, 1982.
4. Descaling without acids, BSEE, vol.25, No 2, October 2001, United Kingdom.

*По материалам доклада на семинаре
«Водоподготовка и антикоррозионная обработка воды
в системах теплоснабжения малой и средней мощности»*



А. Л. Наумов,
вице-президент НП «АВОК»,
генеральный директор
ООО «НПО Термэк»

АЛГОРИТМ ВЫБОРА МИНИ-ТЭЦ

Проблема проектирования и строительства МИНИ-ТЭЦ привлекает все большее внимание строительной отрасли.

Реализация масштабных инвестиционных проектов во многих регионах сдерживается отсутствием свободных мощностей единой энергосистемы страны. Перспективные планы ввода в эксплуатацию новых крупных энергоисточников из-за длительных сроков не удовлетворяют потребности строительства. Период избытка мощности энергоисточников над уровнем энергопотребления заканчивается раньше, чем того ожидали энергетики.

Недавняя политика стимулирования роста энергопотребления (если есть резервы производства товара — надо их реализовать и продать) имеет и свою обратную сторону. Резко увеличилось нерациональное использование электроэнергии для прямой трансформации в тепловую — электродуховки, воздушные завесы, электрокалориферы систем вентиляции. Вернуться в русло энергосбережения будет весьма непросто.

Энергетики соглашаются с тем, что МИНИ-ТЭЦ может стать разумным дополнением единой энергосистемы и работать в параллельном режиме, но реализовать это направление не спешат, предоставляя строительному комплексу самому решать проблему.

Сложность новой задачи состоит в том, что на самой ранней стадии проектирования необходимо все основные характеристики МИНИ-ТЭЦ гармонизировать с режимами работы систем энергопотребления.

При присоединении к централизованным сетям энергоснабжения в этом не было необходимости, достаточно было, чтобы возможности энергогенераторов покрывали пиковые нагрузки объекта.

Специфика задачи состоит еще и в том, что необходим качественно новый подход к проектированию, предполагающий:

- анализ режимов работы всех инженерных систем в расчетные периоды, число которых может быть 8—24 и даже более;
- построение и анализ суточных, недельных, сезонных и годовых графиков изменения нагрузок;
- многовариантный анализ комбинации подвидов инженерных систем;
- выявление технико-экономических критериев оптимизации комплекса «энергоисточники-энергопотребители», которые в зависимости от исходных условий для разных объектов могут быть различными;
- функциональная координация большого числа разделов проекта в условиях многовариантного анализа.

Во многих случаях проектирования и реализации МИНИ-ТЭЦ допускаются принципиальные ошибки:

- проектирование ведется по заданным нагрузкам установочной мощности электроприемников и теплопотребителей, что приводит к завышению номинальной мощности МИНИ-ТЭЦ на 20—50%;
- заказчики, при наличии технической возможности параллельной работы МИНИ-ТЭЦ и ЕЭС, отказываются от комбинированной схемы в пользу автономной;
- не рассматриваются возможности использования дополнительных мер по энергосбережению и выравниванию неравномерности энергопотребления на объектах;
- оценка экономической эффективности применения МИНИ-ТЭЦ проводится либо по устаревшей модели «приведенных затрат», либо по «удельным рекламным» показателям фирм-поставщиков оборудования.

К сожалению, в России отсутствует нормативно-методическая база проектирования МИНИ-ТЭЦ, а практический опыт небольшого числа организаций, проектирующих автономные энергоцентры, явно недостаточен.

В итоге наметилась тенденция из-за неквалифицированного подхода к проблеме дискредитации прогрессивного направления малой энергетики. В статье излагается общий алгоритм расчета и подбора МИНИ-ТЭЦ, который на последующих этапах работы будет доработан в виде методики.

1. Определение энергетических нагрузок объекта.

На этом этапе выполняется анализ характеристик всех отдельных энергопотребителей объекта, и определяются следующие электрические характеристики:

$N_{уст}$ — установленная мощность всех отдельных потребителей;

$N_{ра}$ — расчетная активная мощность;

NPP — расчетная реактивная мощность;

$\cos f, \operatorname{tg} f$ — коэффициенты мощности;

K_c — коэффициент спроса;

K_o — коэффициент одновременности.

Тепловые характеристики:

$q_{уст}$ — установленная мощность всех теплопотребителей;

$q_{от}$ — установленная мощность систем отопления;

$q_{вент}$ — установленная мощность систем вентиляции;

$q_{вз}$ — установленная мощность воздушно-тепловых завес;

$q_{ГВС}$ — максимальная мощность горячего водоснабжения.

2. Рассчитываются и строятся графики суточного энергопотребления для рабочих и выходных (праздничных) дней для наружных расчетных условий холодного, теплого и переходного периодов года.

В случае необходимости, если объект имеет специальную технологическую нагрузку, цикличностью, отличающуюся от суток, рассчитываются и строятся графики технологического цикла. Важными характеристиками графиков являются:

- линия максимальных пиковых нагрузок;
- линия минимальных нагрузок;
- амплитуда колебания от средних значений.

3. На основании суточных (недельных) графиков по функциям изменения нагрузок в течение года строятся графики круглогодичных нагрузок и рассчитывается годовое потребление энергоресурсов по отдельным видам потребителей и суммарные — по электроэнергии и теплу:

$$N_{0j} = \int_{Z=0}^{Z=8760} \frac{dN_1}{dZ},$$

$$Q_{0j} = \int_{Z=0}^{Z=8760} \frac{dq_1}{dZ}.$$

4. Выбираются базовые расчетные режимы работы МИНИ-ТЭЦ путем наложения круглогодичных графиков тепловых и электрических нагрузок.

В общем случае таких режимов 4:

I — максимальных электрических нагрузок с учетом амплитуды суточных колебаний;

II — максимальных тепловых нагрузок, также с учетом амплитуды;

III — минимальных электрических нагрузок;

IV — минимальных тепловых нагрузок.

5. Для режимов по п. 4 анализируются мероприятия по энергосбережению и выравниванию неравномерности нагрузок.

В качестве таких мероприятий следует рассмотреть:

- утилизацию теплоты вентиляционных выбросов;
- автоматизацию теплопотребляющих систем с целью исключения «перетоков»;
- использование в системах кондиционирования воздуха абсорбционных холодильных машин, а в ряде случаев «сухих охладителей» (dry cooler);
- частотный электропривод силового оборудования (технология, насосные, ИТП и др.);
- энергосберегающие светильники внутреннего и наружного освещения;
- аккумулярование тепловых нагрузок (горячее водоснабжение).

В ряде случаев экономически целесообразно рассмотреть использование технологий нетрадиционной, в том числе возобновляемой энергетики.

При рассмотрении технологических объектов целесообразно совместно со специалистами рассмотреть энергетику технологических режимов, сменность работы. С учетом анализа энергосберегающих и выравнивающих мероприятий строятся скорректированные графики годовых электрических и тепловых нагрузок, а также расчетные по п. 4.

6. Определяется возможность получения и реализации технических условий на присоединение внешних энергосистем на частичное покрытие требуемых нагрузок.

Минимально необходимые нагрузки определяются по мощности гарантированных потребителей I категории (насосные пожаротушения, канализационные станции, системы дымоудаления, серверные, лифты, система отопления и т.п.).

Как правило, величина этих нагрузок по электроэнергии находится в диапазоне от 5 до 10% от максимального потребления и от 20 до 40% — по теплопотреблению. Оптимальная величина покрытия нагрузок за счет внешних сетей определяется по графикам расчетного потребления в годовом режиме и соответствует превышению пиковых нагрузок над базовыми.

В большинстве случаев эта величина составляет 30—60% от общей потребности в электроэнергии и 20—50% — по тепловой.

Таблица 1

Электрические нагрузки объекта

№ п/п	Наименование групп электроприемников	Р _у , кВт
1	Подземная автостоянка	
	Освещение	44
	Общеобменная вентиляция	39
	Воздушные завесы	45
	Технология	15
	Мойка	22,5
	Очистные сооружения	7,5
	Дымоудаление	50
	Дренажные насосы	15
	Итого по автостоянке	238
2	Бар, ресторан	
	Освещение зала	8,8
	Освещение кухни	3
	Фэнкойлы	3
	Технология	60
	Наружная реклама	5
	Итого по ресторану	79,8
3	Офисы	
	Освещение	510
	Фэнкойлы	105
	Компьютеры, оргтехника	490
	Итого по офисам	1 105
4	Потребители общего назначения	
	Освещение	62
	Освещение фасадов	48
	Вентиляция	124
	Воздушные завесы	48
	Холодильные машины	412
	Драйкулеры	44
	Насосы холодильной станции	194
	Лифты	33
	АТС	7,2
	Диспетчерская	7,2
	Компьютеры, оргтехника	12
	Насосы ХПВ	9,2
	Дымоудаление, системы подпора	98
	Насосы пожаротушения	54
	Итого по потребителям общего назначения	1 104,6
5	Тепловой пункт	
	Насосы	46
	Автоматика	3,2
	Ремонтное оборудование	8
	Итого по тепловому пункту	57,2
Итого по объекту	2 504,8	

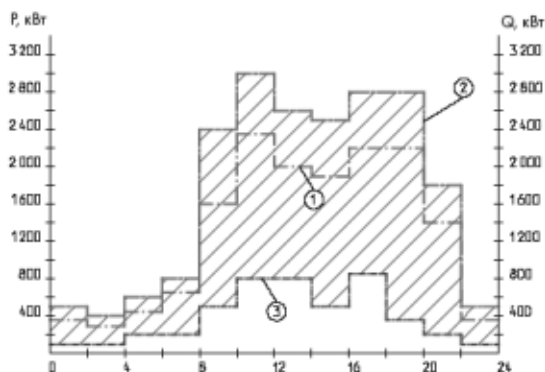


Рис. 1. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных летних суток (вариант 1): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

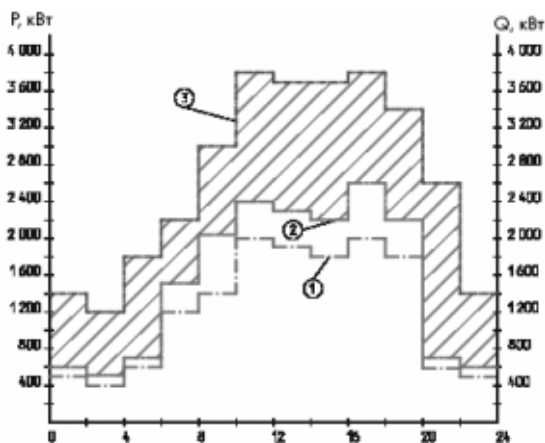


Рис. 2. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных зимних суток (вариант 1): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

7. С учетом нагрузок, приходящихся на внешние сети, определяется нагрузка на МИНИ-ТЭЦ, по которой выбирается количество и мощность газопоршневых двигателей.

Учитывая глубину регулирования мощности двигателей (как правило, 50—100%), минимальная электрическая нагрузка определяет мощность самого малого из агрегатов.

8. Рассчитывается режим работы МИНИ-ТЭЦ, и строятся суточные и годовые графики работы двигателей, исходя из того, что МИНИ-ТЭЦ закладывается в базу энергоснабжения объекта с максимальным коэффициентом загрузки.

Покрывание пиковых нагрузок осуществляется за счет внешних сетей. Определяющим режимом является режим электроснабжения.

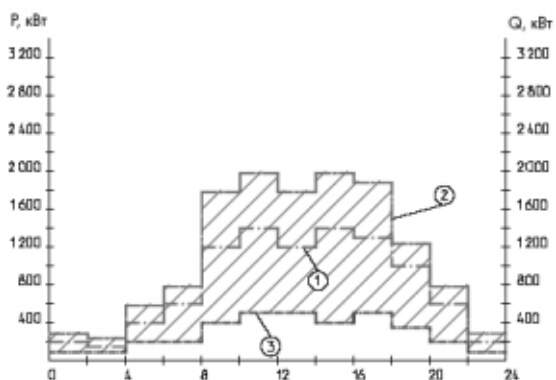


Рис. 3. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных летних суток (вариант 3): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

9. Путем наложения графиков энергопотребления и энергопроизводства по приоритету электроснабжения рассчитываются величины и продолжительность дефицита (избытка) тепловой мощности МИНИ-ТЭЦ.

По этим характеристикам подбирается мощность пиковых водогрейных котлов (в периоды дефицита тепла) и градиент для сброса тепла в периоды его перепроизводства.

10. Разрабатывается принципиальная схема МИНИ-ТЭЦ и выбираются все основные и вспомогательные элементы рассматриваемых вариантов установки.

11. Рассчитывается экономическая эффективность вариантов по методике дисконтированных доходов (например, МГСН «Положение об экономическом стимулировании проектирования и строительства энергоэффективных зданий и выпуске для них энергосберегающей продукции») с определением следующих показателей:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности инвестиций (ИД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- срок окупаемости капиталовложений динамический (ДРВ) и статический (РВ).

На основании анализа принимается окончательный вариант МИНИ-ТЭЦ, который реализуется в рабочую документацию.

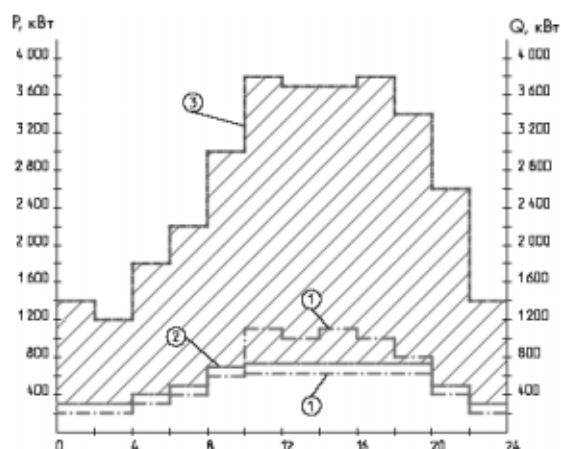


Рис. 4. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных зимних суток (вариант 3): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

Проиллюстрируем предложенный алгоритм на примере

Рассмотрим энергообеспечение офисного комплекса с подземной автостоянкой. Общая площадь комплекса — 32 тыс. м². Район застройки — Москва. По объекту выполнена проектная документация (стадия-проект) и определены энергетические нагрузки всех потребителей (табл. 1 и 2).

Энергоснабжающие организации отказали в выдаче технических условий на присоединение объекта к централизованным сетям в связи с дефицитом энергии в районе застройки.

Первый вариант энергоснабжения объекта — МИНИ-ТЭЦ на базе газопоршневых установок (ГПУ), подобранных по установочной мощности потребителей. Характеристики этого варианта приведены в табл. 3.

Графики изменения тепловой и электрической нагрузок для расчетных летних и зимних суток приведены на рис. 1 и 2. Коэффициент загрузки МИНИ-ТЭЦ (отношение расчетной годовой выработки электроэнергии к номинальной) составляет 34,6%.

Капитальные затраты на строительство МИНИ-ТЭЦ — 66,77 млн руб. (около 920 долл. на 1 кВт установленной мощности по электроэнергии). Для потребителей энергии

Таблица 2

Тепловые нагрузки объекта

№ п/п	Наименование групп теплопотребителей	Q, Гкал/ч/МВт		
		Отопление	Вентиляция	ГВС
1	Подземная автостоянка	0,007 / 0,008	0,322 / 0,375	0,388
2	Бар, ресторан	0,024 / 0,028	0,078 / 0,09	
3	Офисы и потребители общего назначения	0,800 / 0,93	1,980 / 2,303	
4	Итого	0,831 / 0,967	2,065 / 2,402	0,388 / 0,451

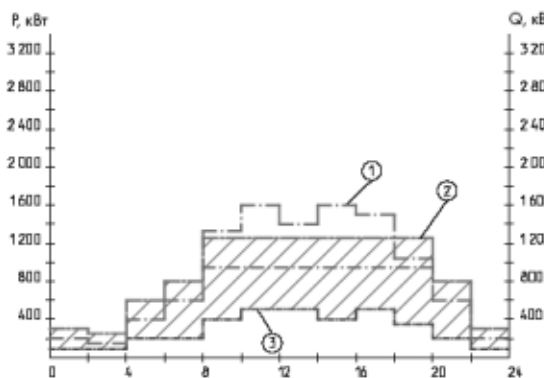


Рис. 5. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных летних суток (вариант 4): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

I категории принят еще и резервный источник энергии — дизельная электростанция на 600 кВт (4,54 млн руб.).

Себестоимость производства электроэнергии при стоимости газа 1500 руб./тыс. м³ и сроке амортизации 20 лет составила 1,15 руб./кВт·ч. Это неплохой показатель, и вариант может считаться конкурентоспособным по отношению к энергоснабжению от централизованных сетей.

Кроме того, в данном расчете принято, что на производство тепловой энергии относится топливная составляющая пиковых водогрейных котлов, а утилизированное тепло от ГПУ учитывается без топливной составляющей (себестоимость производства тепла — 290 руб./Гкал).

Второй вариант отличается от первого только тем, что установленная мощность МИНИ-ТЭЦ понижена с 2,5 до 2,1 МВт, что вполне достаточно, исходя из анализа графика рабочих нагрузок объекта с учетом коэффициента одновременности. В этом случае коэффициент загрузки увеличивается до 40,3%, капитальные затраты снижаются более, чем на 10 млн руб., а себестоимость производства электроэнергии становится 1,06 руб./кВт·ч.

Третий вариант базируется на анализе возможностей энергосбережения инженерных систем объекта и предусматривает:

- замену электрических воздушно-тепловых завес на водяные;
- применение энергосберегающих осветительных устройств внутреннего и наружного освещения с системой автоматического управления светом;
- использование энергоэкономичной оргтехники и компьютеров;
- замену поршневых холодильных машин на винтовые с повышением холодильного коэффициента с 2,9 до 5,8.

Дополнительные меры по энергосбережению позволяют понизить установочную мощность МИНИ-ТЭЦ до 1500 кВт (рис. 2 и 3). Затраты на энергосбережение оцениваются в 7,8 млн руб.

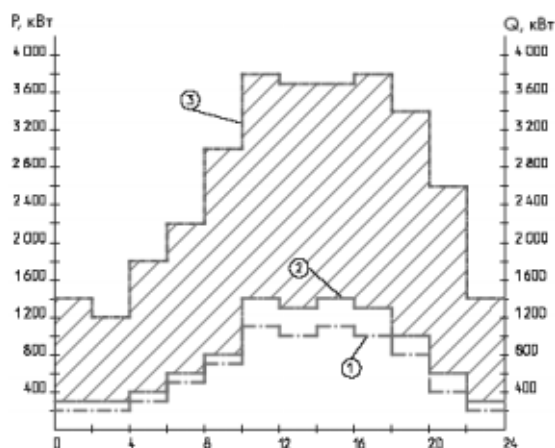


Рис. 6. График электрической и тепловой нагрузок для расчетных зимних суток (вариант 4): 1 — электропотребление; 2 — теплопроизводство ГПУ; 3 — потребность в теплоте

Если принять 1-й вариант за базовый, то общая экономия капитальных затрат составит 14,94 млн руб. (22%), а годовая экономия эксплуатационных затрат (теплота и электроэнергия) — 2,32 млн руб. (24%).

Себестоимость производства электроэнергии составит 0,98 руб./кВт·ч.

Следующий шаг, вариант четвертый, связан с комбинированным режимом энергоснабжения от МИНИ-ТЭЦ и централизованных сетей. Как правило, на период строительства энергоснабжающие организации выделяют определенные энергоресурсы даже в условиях дефицита энергии.

В данном случае выделенные 600 кВт были оформлены и по постоянной схеме электроснабжения. Стоимость реализации технических условий, в зависимости от конкретной схемы присоединения, может значительно отличаться. В данном случае затраты, связанные с присоединением питающих сетей 600 кВт, составили 12 млн руб.

С другой стороны, удалось снизить мощность МИНИ-ТЭЦ до 900 кВт и отказаться от резервной дизель-электростанции. Работа МИНИ-ТЭЦ предполагается в круглосуточном режиме с коэффициентом загрузки 61,1% (рис. 3 и 4), а пиковые нагрузки в дневные часы покрывают внешние сети.

Экономия капитальных затрат в этом случае, по сравнению с базовым вариантом, составит более 23 млн руб., а себестоимость производства электроэнергии снизится до 0,9 руб./кВт·ч.

В пятом варианте, наряду с комбинированным режимом работы энергосетей, применяются абсорбционные холодильные машины вместо компрессорных. Несмотря на значительное удорожание холодильного центра, достигается еще большая общая экономия единовременных затрат — почти 25 млн руб., а мощность МИНИ-ТЭЦ снижается до 600 кВт, соответственно, себестоимость производства электроэнергии — до 0,87 руб./кВт·ч.

Таблица 3

Технико-экономические показатели вариантов энергоснабжения

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Варианты				
			I	II	III	IV	V
1	Электрическая мощность ГПУ и число агрегатов	кВт	1×500 2×1000	1×500 1×1600	1×300 1×1200	1×300 1×600	2×300
2	Годовая выработка электроэнергии ГПУ	МВт·ч	7568	7368	5329	4785	3612
3	Коэффициент загрузки по электроэнергии	%	34,6	40,3	40,8	61,1	69,2
4	Годовой расход газа: • всего • для ГПУ • для пиковых котлов	тыс. м ³	2142 1760 382	2142 1760 382	1819 1396 423	1755 1253 502	1448 946 502
5	Количество тепла, сбрасываемого через градирни	МВт·ч/год	6 524	6 524	4 241	2023	1781
6	Энергоемкость объекта по: • электроэнергии • тепловой энергии	кВт·ч/м ² год	236,5 280,8	236,5 280,8	187,6 310,9	187,6 310,9	180,8 332,8
7	Себестоимость производства электроэнергии МИНИ-ТЭЦ: • всего • топливная составляющая • амортизация • техобслуживание и эксплуатация • другое	руб./кВт·ч	1,15 0,44 0,45 0,18 0,08	1,06 0,44 0,38 0,16 0,08	0,98 0,44 0,30 0,16 0,08	0,90 0,44 0,20 0,17 0,09	0,87 0,44 0,14 0,19 0,10
8	Капитальные затраты на МИНИ-ТЭЦ	млн руб.	66,77	56,04	44,03	28,48	22,33
9	Единовременные затраты на дополнительные меры энергосбережения	млн руб.	–	–	7,80	19,80	24,96
10	Резервный дизель-генератор	млн руб.	4,54	4,54	4,54	–	–
11	Удельные эксплуатационные затраты на энергоснабжение объекта (теплота и электроэнергия)	руб./м ² год	304,43	283,71	231,87	238,44	218,62
12	Экономия капитальных затрат	млн руб.	0	10,73	14,94	23,03	24,02
13	Годовая экономия эксплуатационных затрат (электроэнергия и тепло)	млн руб.	0	0,663	2,322	2,112	2,746

Приведенный пример дает представление о направлениях проектного поиска технико-экономической оптимизации энергоснабжения объектов с использованием МИНИ-ТЭЦ, но далеко не исчерпывает возможные варианты решения. Настоящая статья в какой-то мере отвечает на вопросы специалистов, поступившие после статьи «МИНИ-ТЭЦ — очередной бум или объективная потребность отечественной энергетики» (журнал «АВОК», 2005, № 7).

Наше предприятие разрабатывает технические решения энергоснабжения для целого ряда объектов различного назначения (торговые комплексы, промышленно-складские зоны, офисы, коттеджные поселки, спортивно-развлекательные комплексы), и в случае заинтересованности читателей журнала мы готовы и дальше делиться практическим опытом решения этой сравнительно новой, но весьма актуальной задачи.



ЭФФЕКТИВНАЯ ПНЕВМОСИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ

В связи с постоянно растущими ценами на энергоносители и постоянным требованием рынка производить все более дешевую продукцию, не отличающуюся по качеству от образцов многих европейских и азиатских производителей, многие российские предприятия сегодня задумываются, в частности, о замене и модернизации сети воздухообеспечения, которая является неотъемлемой частью любого промышленного предприятия как металлургического гиганта, так и малых предприятий, занятых в сфере услуг и производства товаров народного потребления. И именно эта часть производственных затрат начинает в настоящее время тяготить производителя, который стал серьезно задумываться о сокращении затрат на производство сжатого воздуха. О том, как это сделать, рассказывает ведущий инженер-конструктор ОАО «Уралкомпрессормаш» Вадим Юрьевич Хворов.

Проблема повышения производительности пневмосетей — одна из самых актуальных в российской промышленности в настоящее время. На многих предприятиях сети воздухообеспечения проектировались и монтировались в конце 1970-х годов и сильно изношены.

Потери в таких системах могут составлять до 50% (а в некоторых случаях до 80%) от общей производительности, что приводит к неэффективным расходам средств и значительным энергозатратам. К тому же компрессоры хотя еще и работают, но их ресурс находится на пределе, так как в советской промышленности для выработки сжатого воздуха использовались поршневые компрессо-



ры большой производительности с длительным сроком эксплуатации и немалой энергоемкостью. Многие из них требовали строительства отдельных помещений, оборудования градирен для отвода вырабатываемой тепловой энергии и очень шумели. Из-за габаритности сооружения многие владельцы предприятий считают, что замена существующих пневмосетей и компрессорных станций будет стоить несоизмеримо больше, нежели компенсация потерь, и все это ведет к увеличению стоимости конечного продукта.



Рассмотрим два примера.

I. На предприятии используется компрессор, потребляемая мощность — 110 кВт, потери составляют 30%, в этом случае затраты рассчитываются по формуле:

$$P = A \times M \times T \times S = 0,3 \times 110 \times 4032 \times 1,5 = 198\,000 \text{ руб.},$$

где

P — затраты на утечки сжатого воздуха в год, руб.;

A — потери в пневмосети ($A = 0,3$);

M — мощность, потребляемая компрессором ($M = 110$ кВт);

T — время работы компрессорной установки в год (252 рабочих дня в году, две смены по 8 час., тогда $T = 4032$ час. в год);

S — стоимость 1 кВт·час электроэнергии (1 кВт·час = 1,5 руб.), руб.

Таким образом, даже не самые большие потери в сети воздухообеспечения приводят к существенным расходам около 200 000 руб.

II. Для оценки абсолютных величин потерь сжатого воздуха рассмотрим утечки через отверстие 5 мм, которые составят:

$$Q = 2634 \text{ л/мин} = 2,634 \text{ м}^3/\text{мин},$$

что эквивалентно:

$$N = N1 \times Q = 6,46 \times 2,634 = 17,02 \text{ кВт},$$

где

$N1$ — мощность, требуемая для производства 1 м³/мин.

Затраты составят:

$$P = N \times T \times S = 17,02 \times 4032 \times 1,5 = 102\,937 \text{ руб.},$$



где

P — затраты на утечки сжатого воздуха в год, руб.;

N — потребляемая мощность, кВт;

T — время работы компрессорной установки в год (252 рабочих дня в году, две смены по 8 час., тогда $T = 4032$ час. в год);

S — стоимость 1 кВт·час электроэнергии (1 кВт·час = 1,5 руб.), руб.

Таким образом, утечка воздуха в системе воздухообеспечения через отверстие 5 мм приводит к потерям более 100 тыс. руб. в год.

С другой стороны, современная система воздухообеспечения позволяет сэкономить до 30% электроэнергии по сравнению с использованием непродуманных или устаревших схем.

— С чего должно начать работу предприятие, решившее модернизировать пневмосеть?

— Первым этапом любого комплекса работ по совершенствованию системы воздухоподготовки предприятия становится техническое обследование или, как его еще называют, аудит. Основная цель аудита — определение характеристик существующей системы и выработка технико-экономического обоснования к ее совершенствованию.

Проводя обследование, прежде всего необходимо определить характеристики системы (максимальный, средний и минимальный уровни потребления воздуха). Для этого проводятся:

- сбор информации о предприятии;
- описание производства и технологических процессов;
- тщательный анализ документов заказчика: записей в журналах операторов, самописцев, сводных отчетов, балансов.

Затем проводится обследование самой системы, делаются замеры. В результате определяются основные показатели: сколько промышленного воздуха производит система, каково давление, сколько реально потребляет предприятие и насколько высок процент утечек.



Расчеты ведутся по среднегодовым или среднесезонным показателям (если производство работает неполный год). При этом отбрасывается влияние случайных факторов, таких, как прорывы трубопроводов, аварии оборудования и некоторые другие, не характеризующие потребление сжатого воздуха предприятием.

— **Сколько времени может занять обследование и отчего зависит его цена для заказчика?**

— Сроки проведения этого этапа проекта могут быть самыми различными, и зависят они от двух важных моментов. Во-первых, оттого, насколько сложна и протяженна сама система, а также от количества потребителей в сети. Чем сложнее проект, тем больше исследований и расчетов он требует.

Во-вторых, важную роль играет та информация, которую может предоставить проектировщикам предприятие-заказчик. На тех производствах, где сети создавались достаточно давно, первоначальные проекты на них не сохранились. В таких случаях проектировщики тратят дополнительное время на обследование мест прокладки трубопроводов, сбор информации о потребителях и т.д. Таким образом, самым длительным по времени (до 7 мес.) может стать обследование сети, в которой более 200 потребителей и при этом не предоставлено никакой информации. От этих же факторов зависит и цена технического обследования. Впрочем, она никогда не превышает 10% от стоимости модернизации всей системы.

— **Почему при модернизации пневмосети так важно проводить техническое обследование? Может быть, его можно избежать?**

— К сожалению, многие предприятия до сих пор так и поступают и принимают решения о покупках и замене пневмотехники самостоятельно, без консультации специалистов. То есть, если у предприятия стоят два старых компрессора общей мощностью 250 кВт, оно меняет их на аналогичную технику. Тогда как после проведения аудита и расчетов становится ясно, что при установке

6 станций такой же суммарной мощности только экономия затрат на электроэнергию составит порядка 50%. Этот этап работ позволяет в первую очередь точно определить пути сокращения издержек и провести дальнейшее проектирование пневмосети с учетом текущих потребностей предприятия и его дальнейшего развития.

Переоснащение пневмосетей предприятий не самая сложная проблема, с которой сталкивается производитель, решивший произвести эти работы. Сразу же возникает вопрос об обслуживании вновь установленного оборудования, ведь сейчас на рынке появились компрессоры совсем другого типа, и специалистов по обслуживанию данных компрессоров потребитель, решивший переоснащать свое производство, попросту не имеет, так как свои специалисты обучены на ремонт и обслуживание устаревшей техники. Какой можно найти выход? Рассказывает коммерческий директор компании «ТЭМБО» Владимир Владимирович Ярлыков.

В настоящее время на отечественном рынке компрессорного оборудования присутствуют производители многих стран, в том числе и российские, шведские, немецкие.

Оборудование иностранных производителей, как правило, хорошего качества, но его отличают большие сроки поставки и крайне дорогое сервисное обслуживание, которое далеко не всегда способны осуществить компании-продавцы.

Собственный персонал потребителя еще не готов самостоятельно обслуживать новую и дорогостоящую технику, поэтому в настоящее время на рынке существуют специализированные сервисные компании, которые, наряду с поставкой оборудования, осуществляют его квалифицированное техническое обслуживание на всем сроке его эксплуатации. Например, технический персонал компании «ТЭМБО» прошел обучение на большинстве заводов-производителей компрессорного оборудования и официально аттестован и сертифицирован ими на осуществление сервисной и технической поддержки. Специалистов такого уровня подготовки немного не только в Московской области, но и в России в целом.

За последние два года в связи с потоком обращений клиентов мы втрое расширили сервисную базу и ассортиментную линейку, поэтому в настоящее время осуществляем обслуживание компрессорных установок практически любого отечественного и иностранного производителя.

Качественно новым этапом развития я считаю открытие направления по проведению технических обследований пневмосетей предприятий, что вкуче с грамотным подбором оборудования позволяет предприятиям сократить затраты на производство сжатого воздуха в среднем до 37%. Поэтому, подводя итог нашей встречи, еще раз повторюсь, что только технически грамотный и финансово оправданный комплексный подход позволяет максимально удовлетворить потребности предприятий в обеспечении собственных производств качественным сжатым воздухом.



СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПРЕССОРОМ

При выборе компонентов для системы сжатого воздуха подразумевается, что система будет эксплуатироваться не один год. Если подсчитать, сколько денег тратится на изначальную стоимость компрессорного оборудования, его сервисное обслуживание и электроэнергию для производства сжатого воздуха, то выясняется, что за десятилетний цикл эксплуатации оборудования, стоимость покупки оборудования и его сервисного обслуживания просто теряется на фоне стоимости электроэнергии. Таким образом, первое на что нужно обратить внимание — это энергоэффективность оборудования, то есть отношение количества производимого сжатого воздуха к затраченной электроэнергии.

Существенное влияние на затраты электроэнергии оказывает выбранная схема управления компрессором. Компрессор обычно подбирают таким образом, чтобы его производительность была равна или незначительно превышала максимально возможный поток сжатого воздуха к потребителям. На практике, однако, это редкий случай, чтобы все потребители работали под полную загрузку и, следовательно, необходимо регулировать производительность компрессора. Времена, когда избыток сжатого воздуха сбрасывался в атмосферу, к счастью давно позади. Сегодня существуют способы производить воздуха ровно столько, сколько необходимо, что минимизирует затраты электроэнергии.

На сегодняшний день наиболее часто используются три схемы управления: «нагрузка-останов», «нагрузка-разгрузка-останов», «частотное регулирование». В данном номере мы попробуем разобраться, когда и почему следует применить тот или иной метод регулирования винтовых компрессоров.

Любой из методов управления компрессором основан на измерении давления в сети. Для любого оборудования-потребителя сжатого воздуха имеется параметр минимального давления для работы (далее «оптимальное»). По-хорошему, для наименьших затрат следует держать давление на уровне, едва-едва превышающим это минимальное давление. Но на практике, часто приходится поддерживать рабочее давление, значительно превышающее «оптимальное». Что под этим подразумевается?

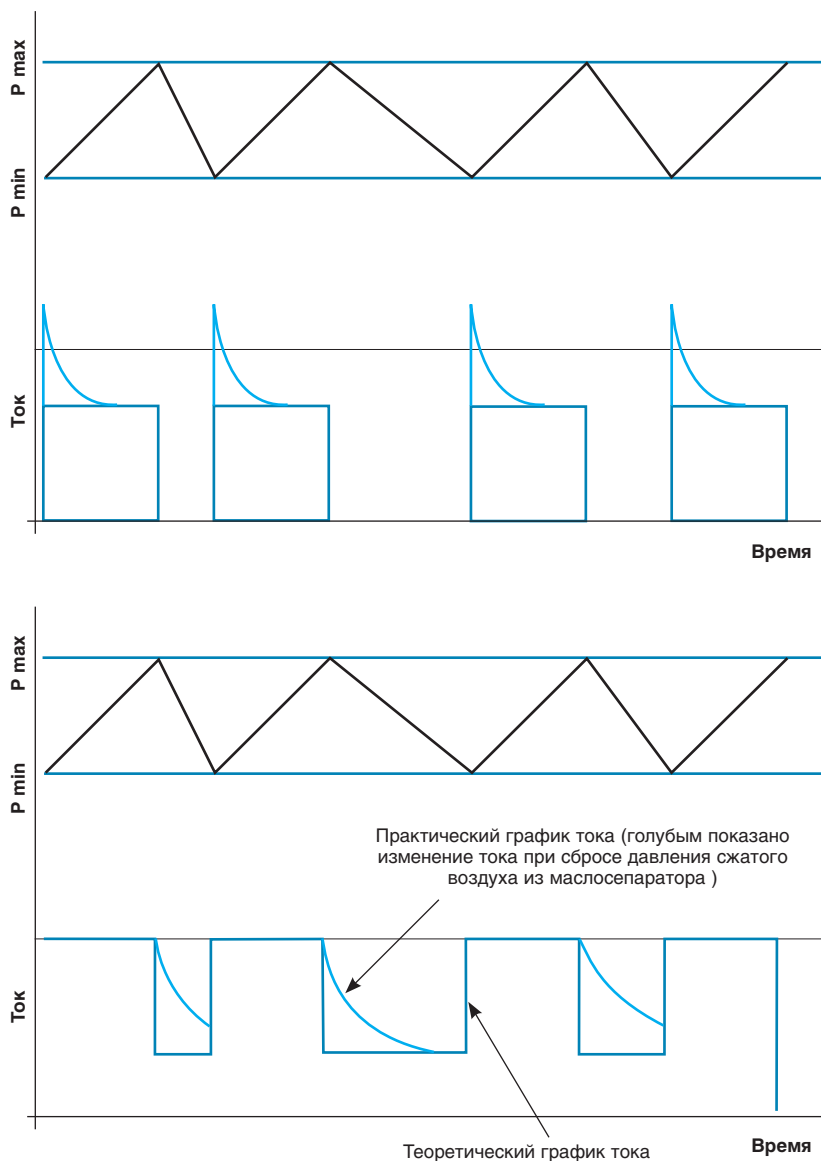
Схема «нагрузка-останов» значит, что компрессор работает на полную мощность, когда давление в сети ниже заданного (обычно этот параметр выбирается несколько выше оптимального давления) и отключается, поднимая давление до заданной величины. До какой же величины должен компрессор накачивать давление? С одной стороны, давление должно поддерживаться на минимальном уровне, что обеспечивает минимизацию энергозатрат, с другой стороны, количество пусков электропривода компрессора должно быть ограничено. Необходимо помнить, что каждый пуск компрессора дает «всплеск» потребления тока и эти токи могут превышать номинальный до 10 раз, нагрев кабеля, вызванный таким током, превышает в 100! раз тепловыделения в установившемся режиме. Количество пусков оборудования будет зависеть от разности давлений и объема пневмосети. Количество пусков можно уменьшить увеличением разности давлений и увеличением суммарного объема пневмосети, например, поставить ресивер — накопитель сжатого воздуха.

В чем преимущество схемы «нагрузка-останов»? Во-первых, такая схема очень проста в исполнении.

Во-вторых, когда нет необходимости в сжатом воздухе — электропривод отключен, то есть нет холостого хода и потерь, связанных с ним. Отсюда становится ясно, что такая схема управления годится для маломощных компрессоров, где токи невелики.

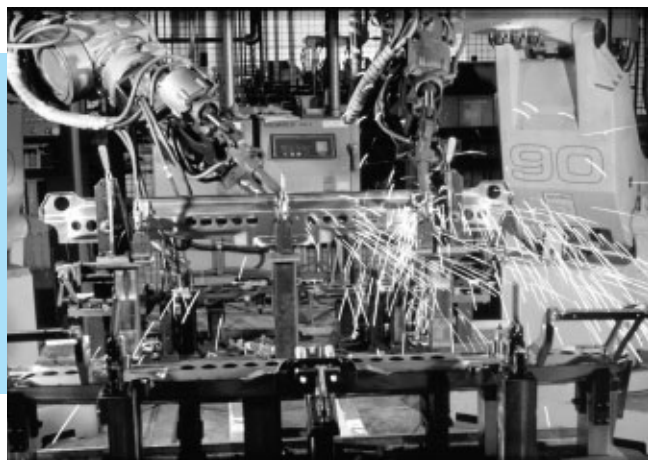
Для более мощных электроприводов применяется схема «нагрузка-разгрузка-останов». При таком управлении компрессор, накачивая давление до заданной отметки, переходит в режим холостого хода, в котором электропривод вращается, но воздух в пневмосеть не качает. Если же в течение заданного промежутка времени давление не успевает опуститься до точки включения, то компрессор отключается.

Данный вид управления хорош тем, что убирается необходимость частого запуска мощного оборудования и применяется для управления машинами, мощностью более 5 кВт. В режиме холостого хода компрессор потребляет до 20% мощности номинального режима. 20% — не очень высокая цифра, учитывая, что подразумевается машина не должна работать в холостом режиме долго. Однако и здесь есть подводные камни. Дело в том, что 20% — это мощность в установившемся режиме холостого хода, а в установившемся режиме компрессор выходит не ранее, чем через 1 минуту. В течение этой 1 минуты происходит сброс давления из маслосепаратора для обеспечения возможности следующего запуска оборудования. В результате, среднее потребление в режиме холостого хода вырастает с 20 до 50 и даже 70%, что возможно при частых сменах режима работы компрессора. Таким образом, при плохо спроектированной системе такое управление может конкурировать с методом управления методом сброса избытка сжатого воздуха в атмосферу. Как же решить такую проблему? Самый простой, вероятно, способ — это установить большой ресивер, который позволит накапливать большой запас воздуха и, следовательно, увеличить время между сменой режима работы компрессора.



К сожалению, далеко не всегда такое простое решение осуществимо. И появляется множество проблем, связанных с ресиверами: оформление паспортов, регистрация в органах Госгортехнадзора, место для их установки. И тут мы подходим третьему типу управления — электропривод с частотным регулятором. При частотном управлении электропривод питается не напрямую от сети, а от частотного преобразователя, который может менять частоту электрического напряжения в широком диапазоне. На выходе компрессора устанавливается датчик давления, который передает сигналы об изменении давления на регулятор, увеличивая частоту вращения электропривода компрессора при падении давления и, соответственно, уменьшая при росте. Такой режим позволяет избавиться от потерь холостого хода и добиться существенной экономии. Кроме того, рабочее давление может поддерживаться на уровне оптимального с точностью 0,1 бар. Несмотря на все преимущества частотного регулирования, это не значит, что можно выбирать такой способ управления всегда и везде. Выбор любой системы должен быть обоснован.

По материалам компании «Вактех»



В. А. Янсюкевич,
yanviktor.narod.ru

ОБЩАЯ МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Область применения

Рекомендации настоящей методики распространяются на проведение испытаний диэлектрических материалов независимо от их назначения и состояния. Методика содержит общие рекомендации в области испытания диэлектриков и диэлектрических материалов.

Материалы, применяемые при изготовлении электротехнического оборудования, разделяют на ряд групп: проводниковые, изолирующие (диэлектрики), магнитные и полупроводниковые.

Характер работы изолирующих материалов в оборудовании в большей мере определяет надежность электрических устройств.

Изоляция токоведущих частей может быть следующих видов: газовой, жидкой, твердой или комбинированной (смешанной) из отдельных перечисленных видов.

Теоретически идеальный диэлектрик можно рассматривать как нейтральный атом, который состоит из положительно заряженного ядра и электрически уравновешивающего его электронов. Если электрически нейтральный атом поместить в область, в которой имеется воздействие внешнего электрического поля, то, под влиянием последнего, положительно заряженные части сдвинутся в направлении поля, а отрицательные — против поля.

При исчезновении внешнего поля они возвратятся в исходное положение. Подобные перемещения связаны с затратой энергии или возвратом ее при прекращении воздействия, с известной долей потерь. Примером указанных

процессов может явиться в некотором роде заряд и разряд конденсатора.

В тех случаях, когда энергия, сообщаемая электрону под влиянием внешних условий, превысит некоторое предельное значение, он может стать независимым, т.е. атом будет разрушен — атом ионизируется. Таким образом, при определенных условиях, атомы могут терять или присоединять электроны.

На практике приходится иметь дело не с идеальными диэлектриками, а с техническими — неоднородными, обладающими некоторой степенью электропроводности. Электропроводность технических диэлектриков объясняется наличием свободных зарядов в тех случаях, когда внутри атома связи отсутствуют и в этих случаях под воздействием электрического напряжения в изоляционном материале возникает ток проводимости. В связи с отмеченным явлением качество диэлектрика можно охарактеризовать удельной объемной проводимостью и удельной поверхностной проводимостью, — величинами, обратными соответствующим удельным значениям объемного и поверхностно электрического сопротивления.

Все диэлектрики могут работать при напряжениях, не превышающих предельных значений, характерных для них в определенных условиях и состоянии, при превышении предельного значения наступает пробой диэлектрика.

Если плотность тока проводимостей через диэлектрик, находящийся под напряжением в рабочих условиях, очень

мала, то при превышении напряжения ток резко возрастает — внезапно образуется проводящий канал между электродами, т.е. изоляционные свойства материала ухудшаются, а затем наступает пробой. Значение напряжения, при котором происходит пробой диэлектрика, называют пробивным напряжением $U_{проб}$.

Наиболее важными факторами, влияющими на пробивное напряжение всех видов диэлектриков, являются: форма поля, длительность приложения напряжения, род тока, климатические условия, температура, давление для газов, вид материала и его толщина.

Форма электрического поля определяется формой электродов. Поле в диэлектрике может быть равномерным (однородным) или неравномерным (неоднородным). Например, равномерным является поле в средней части обкладок плоского конденсатора.

Климатические условия подчас определяют обстоятельства, при которых производится эксперимент, но которые должны учитываться как один из факторов, влияющих на результат.

В природе существует естественный диэлектрик — атмосферный воздух. Воздух, а последнее время и ряд других газов (водород, элeгаз, фреон и др.) используются как изолятор во многих устройствах высокого напряжения.

Объект испытания

Методика испытаний и оценка по их результатам состояния изоляции электрооборудования вытекают из физической сущности изоляции. Любая изоляция (диэлектрик), применяемая в электрических машинах и аппаратах, по существу есть конденсатор со сложной средой. Обкладками его являются наружные элементы конструкции аппарата (корпус, сердечник) и токоведущие части (жилы кабеля, провода, шина). Среда — изоляционный материал, структура которого определяется не только используемым материалом (волокно, бумага и т.д.), но и состоянием ее — наличием дефектов, в частности увлажнением. Физическая сущность изоляции определяется теми процессами, кото-

рые протекают в электрическом поле конденсатора. Схема замещения диэлектрика представлена на рис. 1.

В результате воздействия внешнего поля на диэлектрик в нем создается особое напряженное состояние, именуемое электрической поляризацией. Различают несколько видов поляризации:

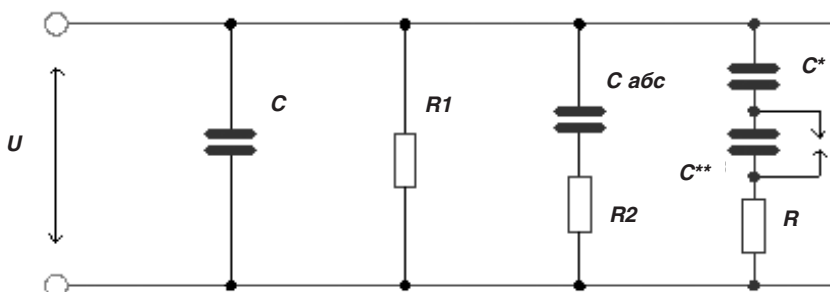
- Электронная — возникновение несимметричности атомов под воздействием электрического поля. Подобная поляризация возможна и для молекул.
- Дипольная — приобретение, по направлению внешнего поля, составляющего момента у дипольных молекул.
- Внутрислойная — накопление (абсорбция) зарядов в пограничных слоях, имеющих отличающиеся проводимости и диэлектрические проницаемости.

Процессы поляризации в диэлектриках совершаются в течение некоторого конечного времени, а при приложении переменного тока повторяются каждый полупериод.

Внутрислойная поляризация — это медленный процесс, соизмеримый по времени с частотой переменного тока 50 Гц или превышающий его, при условии, что изоляция сухая. При сильном увлажнении изоляции постоянная времени внутрислойной поляризации резко уменьшается. На этом основано исследование абсорбции изоляции при проведении испытаний — при медленной поляризации энергии поляризации возвращается источнику питания не полностью и часть ее рассеивается в виде тепла (коэффициент абсорбции высокий).

Определяемые характеристики

Сопротивление изоляции постоянному току $R_{из}$ является основным показателем состояния изоляции. Наличие грубых внутренних и внешних дефектов (повреждение, увлажнение, поверхностное загрязнение) снижает сопротивление. Определение $R_{из}$ (Ом) производится измерением тока утечки $I_{ут}$, проходящего через изоляцию, при приложении к ней выпрямленного напряжения:



C — геометрическая емкость; $R1$ — сопротивление сквозной проводимости;
 C абс и $R2$ — цепочка абсорбирующей составляющей и потерь диэлектрика;
 C^* , C^{**} , R — цепочка, в которой возможны потери из-за ионизации при наличии искрового промежутка

Рис. 1. Схема замещения диэлектрика

ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

$$R_{из} = U_{прл. выпр} / I_{ут}$$

В связи с явлением поляризации, имеющим место в изоляции, определяемое сопротивление **R_{из}** зависит от времени с момента приложения напряжения. Правильный результат может дать измерение тока утечки по истечению 60 секунд после приложения напряжения, т.е. в момент, к которому ток абсорбции в изоляции в основном затухает.

Вторым основным показателем состояния изоляции машин и трансформаторов является коэффициент абсорбции. **K_{абс}** лучше всего определяет увлажнение изоляции. Коэффициент абсорбции — это отношение **R_{из}**, измеренного мегаомметром через 60 сек с момента приложения напряжения, к **R_{из}** измеренного через 15 секунд после начала приложения испытательного напряжения от мегаомметра:

$$K_{абс} = R_{60} / R_{15}$$

Если изоляция сухая, то коэффициент абсорбции значительно превышает единицу, в то время как у влажной изоляции коэффициент абсорбции близок к единице.

Объясняется это временем заряда абсорбционной емкости у сухой и влажной изоляции. В первом случае (сухая изоляция) время велико, ток заряда изменяется медленно, значения **R_{из}**, соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, сильно различаются. Во втором случае (влажная изоляция) время мало — ток заряда изменяется быстро и уже к 15 секундам после начала измерения достигает установившегося значения, поэтому **R_{из}**, соответствующие 15 и 60 секундам после начала измерения, почти не различаются.

Для оценки состояния волокнистой изоляции класса А, используемой в трансформаторах, применяется метод частотной зависимости емкости. Ток заряда геометрической емкости изменяется как у сухой, так и у влажной изоля-

ции очень быстро. Емкость влажной изоляции в отличие от сухой изоляции содержит более значительную абсорбционную емкость, ток заряда которой изменяется медленнее, чем ток заряда геометрической емкости. Это свойство и использовано в методе частотной зависимости емкости, при которой измеряется емкость изоляции на частотах 2 и 50 Гц. При измерении емкости изоляции на частоте 50 Гц (**C₅₀**) успевает проявиться только геометрическая емкость, одинаковая у сухой и влажной изоляции. При измерении емкости изоляции на частоте 2 Гц (**C₂**) успевает проявиться абсорбционная емкость влажной изоляции, так как у сухой изоляции она меньше и заряжается она очень медленно. У сухой изоляции отношение **C₂/C₅₀** в связи с этим близко к единице, а у влажной значительно больше единицы.

Зависимость емкости изоляции от частоты видна из выражения для двухслойного конденсатора:

$$C_w = C_2 + ((C\phi - C_2)/(1 + w)),$$

где

C_w — емкость эффективная;

C₂ — емкость геометрическая;

C ϕ — емкость полная или физическая (емкость двухслойного конденсатора при длительном заряде постоянным напряжением);

W — постоянная времени конденсатора.

Наиболее распространенным методом определения состояния изоляции электрооборудования является измерение тангенса угла диэлектрических потерь. Как известно, **tg** есть отношение активной составляющей тока **I_a**, проходящего через изоляцию при приложении к ней переменного напряжения, к реактивной **I_c**. Диаграмма представлена на рис. 2.

Как видно из диаграммы, диэлектрические потери обуславливают наличие активной составляющей токов

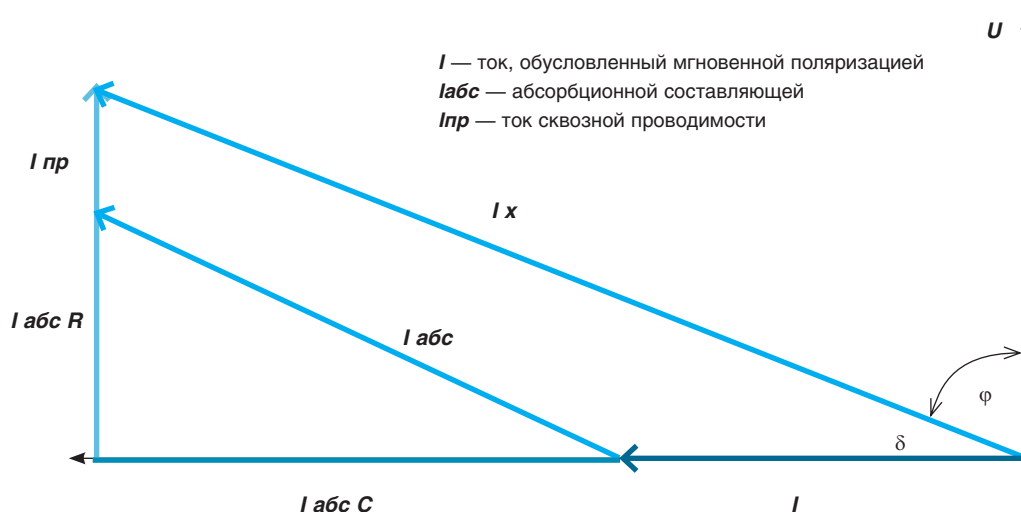


Рис. 2. Векторная диаграмма токов в диэлектрике

$I_a = I_{np} + I_{abc}R$ в силу чего сдвиг фаз между напряжением U и током I_x отличается от 90° на угол, называемый углом диэлектрических потерь. Чем больше этот угол, тем больше энергия рассеивается и, следовательно, диэлектрик менее качествен, а это может вызвать в свою очередь перегревы и другие различные нарушения в работе оборудования.

Полные потери в диэлектрике:

$$P = U \times I_c \times tg = wC_x \times U \times tg,$$

где

U — напряжение, приложенное к диэлектрику;

C_x — емкость объекта;

I_c — реактивная составляющая тока ($I + I_{abc}$).

Исходя из этих соотношений и векторной диаграммы, состояние изоляции можно характеризовать величиной:

$$Tg = I_a / I_c.$$

В практике измерений, чтобы не оперировать малыми цифрами, абсолютное значение tg выражают в процентах:

$$Tg\% = 100 \times tg.$$

Из рассмотрения схемы замещения диэлектрика и векторной диаграммы можно сделать ряд выводов:

- При увлажнении диэлектрика или нагреве его сопротивления $R1$ и $R2$ уменьшаются и, следовательно, tg возрастает.

- Угол диэлектрических потерь почти не зависит от геометрических размеров однородного диэлектрика в силу пропорциональности изменения активной и реактивной составляющих тока.

- Местный, а также сосредоточенный дефекты ухудшения диэлектрика, например при увлажнении, могут быть не выявлены при измерении tg , так как токи, определяемые дефектом, могут быть значительно меньше токов емкости в целом.

- По мере увеличения приложенного напряжения к диэлектрику отмечается весьма незначительное изменение tg . Лишь после того, как возникнет ионизация во включениях диэлектрика, вызывающая дополнительные потери, tg будет резко возрастать.

- При отрицательных температурах, когда влага диэлектрика переходит в твердое состояние, состояние изоляции по потерям трудно распознаваемо.

- Измерение тангенса угла диэлектрических потерь проводится при помощи мостов переменного тока типа P5026 или прибора «ВЕКТОР М».

Испытание изоляции электрооборудования повышенным напряжением производится для выявления грубых и сосредоточенных дефектов, которые, из-за недостаточного уровня напряженности электрического поля, не могли быть выявлены при предварительной проверке и измерениях. По этой причине испытание повышенным напряжением является основным испытанием, после которого выносится окончательное суждение о возможности нормальной работы

оборудования в условиях эксплуатации. Испытание повышенным напряжением считается разрушающим испытательным методом испытания, т.к. в случае наличия дефекта изоляции приложение испытательного напряжения приводит к пробое изоляции.

Испытательное напряжение регламентируется «Объемом и нормами испытаний электрооборудования». Конкретные значения испытательных напряжений для проведения испытаний соответствующего оборудования указаны в методиках на данный тип оборудования.

Условия испытаний и измерений

Влияние температуры подчиняется закону:

$$Rt_2 = Rt_1 \times 10^{((T_2 - T_1)/a)},$$

где

Rt_1 и Rt_2 — сопротивление изоляции постоянному току при температурах $T1$ и $T2$ соответственно;

a — коэффициент, зависящий от типа изоляции; для изоляции класса А — 40, для изоляции класса В — 60.

Сопротивление изоляции $R_{из}$ и коэффициент абсорбции K_{abc} не измеряются при температуре менее $10^\circ C$, так как в этом случае результаты измерения из-за нестабильного поведения влаги не отражают истинного состояния изоляции. При температуре ниже $0^\circ C$ вода превращается в лед, а последний является реальным диэлектриком.

Испытания могут производиться как до ремонта оборудования (профилактические испытания) — для выявления необходимости в ремонте по результатам испытания, так и после проведения ремонта (послеремонтные испытания) — для определения его качества ремонта и пригодности оборудования к дальнейшей эксплуатации.

Высоковольтные испытания проводятся в следующем порядке: испытательное напряжение подается скачком до $1/3$ необходимой величины, затем поднимается постепенно со скоростью примерно $2-3$ кВ в секунду при периодическом контроле токов утечки (токов проводимости). После установки необходимой величины испытательного напряжения начинается отсчет времени испытаний и фиксируется ток утечки (проводимости) в начале испытаний. За 5 секунд до окончания времени испытаний фиксируется ток утечки в конце испытаний, напряжение плавно снижается до нуля, испытательная установка отключается от сети, высоковольтный вывод заземляется. Если объект испытания имеет большую емкость, заземление испытательного вывода сначала производится через разрядное сопротивление, а затем заземляется напрямую (эти операции производятся с помощью специальной разрядной штанги).

Средства измерений

Определение $R_{из}$ производится с помощью мегаомметров, которые представляют собой логометрический прибор, измеряющий ток, но со шкалой, отградуированной в мегаомах и килоомах.

Таблица 1

Испытуемый объект	Предельное измеряемое сопротивление (МОм)	Дополнительное требование
Вращающиеся машины	0,1—1000	Стабилизация испытательного напряжения
Силовые трансформаторы	10—20000	То же
Коммутационные аппараты	1000—5000	Нет
Силовые кабели	1—1000	Стабилизация испытательного напряжения
Изоляторы	100—10000	Нет

Таблица 2

Технические данные некоторых мегаомметров

Тип	Напряжение на разомкнутых зажимах (В)	Предел измерения	Рабочая часть шкалы	Масса (кг)
M4100/1	100+10%	0—200 кОм 0—100 МОм	0—200 кОм 0,01—20 МОм	3,5
M4100/2	250+10%	0—500 кОм 0—250 МОм	0—500 кОм 0,02—50 МОм	3,5
M4100/3	500+10%	0—1000 кОм 0—500 МОм	0—1000 кОм 0,05—100 МОм	3,5
M4100/4	1000+10%	0—1000 кОм 0—1000 МОм	0—1000 кОм 0,2—200 МОм	3,5
M4100/5	2500+10%	0—2000 кОм 0—2500 МОм	0—2000 кОм 0,5—1000 МОм	3,5
Ф4102/2-1М	2500+125	0—5000 МОм 0—50 000 МОм	187,5—2500 МОм 187,5—10 000 МОм	—

Мегаомметры выпускаются на напряжение 100, 250, 500, 1000 и 2500 В.

Выбор типа мегаомметра для выполнения измерений сопротивления изоляции зависит от параметров объекта испытания и производится исходя из необходимого предела измерения и номинального напряжения объекта (табл. 1).

Как правило, при испытании в электроустановках с номинальным напряжением выше 1000 В применяют мегаомметры с номинальным напряжением 1000—2500 В.

При проведении работ в электроустановках с напряжением до 1000 В применяют мегаомметры с напряжением 1000, 500 и 100 В.

Испытание повышенным напряжением переменного тока промышленной частоты проводят по схеме, представленной на рис. 3. Испытательная установка состоит из регулирующего устройства (автотрансформатора), повышающего трансформатора, аппарата защиты (автоматического выключателя), средств измерения тока и напряжения (в некоторых случаях измерение тока может не проводиться) и дополнительного сопротивления (резистора), который необходим для защиты установки при пробое изоляции испытуемого объекта. Измерение напряжения может производиться как косвенным методом — с применением специальных измерительных трансформаторов, при этом измерительный трансформатор и прибор включаются во вто-

ричную цепь повышающего трансформатора (на рис. 3 таким образом включен вольтметр V), а также включением вольтметра в первичную цепь повышающего трансформатора (на рис. 3 таким образом включен киловольтметр), так и методом прямого измерения испытательного напряжения непосредственно на испытуемом объекте — с применением киловольтметров.

Автоматический выключатель SF1 предназначен для быстрого отключения испытательной установки при возникновении большого через регулирующий трансформатор в момент пробоя изоляции. Таким образом, этот автоматический выключатель ограничивает время воздействия испытательного напряжения на объект при пробое изоляции и защищает испытательную установку от повреждения.

Необходимая мощность испытательного трансформатора при испытаниях (кВА) рассчитывается по формуле:

$$S_{исп.} = wCU_{исп.} \times 10^{(-9)},$$

где

C — емкость испытываемой изоляции, (пФ);

U_{исп.} — испытательное напряжение (кВ);

W — угловая частота испытательного напряжения.

Для испытания изоляции постоянным (выпрямленным) напряжением используют установки, которые схематично

КОМПАНИЯ «ТОРОИД»: РАЗРАБОТАН ЦИФРОВОЙ ПРИБОР КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ Ф4107

Компания «Тороид», совместно с ООО «НПП «САТУРН», разработала цифровой прибор контроля изоляции Ф4107.

Прибор предназначен для непрерывного контроля сопротивления изоляции и сигнализации при его снижении ниже установленного уровня (уставки) в сетях переменного тока и других электроустановках с изолированной нейтралью, находящихся под напряжением 220 или 380 В частотой 50, 60 или 400 Гц.

Область применения цифрового прибора контроля изоляции Ф4107 распространяется на любые передвижные и стационарные электроустановки с изолированной нейтралью, в том числе и станции управления погружными насосами нефтяных скважин типа ШГС и КТППН при наличии в них емкостно-омических делителей, согласующих входное напряжение прибора с напряжением погружного электрооборудования.

Условия эксплуатации прибора контроля изоляции:

- температура окружающего воздуха — от -45 до $+45$ °С;
- относительная влажность воздуха — до 98% при температуре $+25$ °С;
- исполнение прибора — пылезащищенное, брызгозащищенное.

Новый прибор выполнен в герметичном литом алюминиевом корпусе на базе современных электронных компонентов от известных мировых производителей. Все устройства прибора, включая источник питания и выходные разъемы, размещены на одной печатной плате, легко извлекаемой из корпуса для обслуживания и ремонта.

В приборе контроля изоляции Ф4107 сохранены следующие основные технические характеристики и функциональные возможности приборов Ф4106М-01 и аналогичных:

Диапазон напряжения питания, В 220 \pm 15—30%.

Время отпущения релейного устройства (РУ), с, не более 0,1.

Оперативный ток (через измеряемое сопротивление R_x), мА, не более 0,6.

Входное сопротивление, кОм, не менее 300.

Два переключающих контакта РУ на выходе прибора.

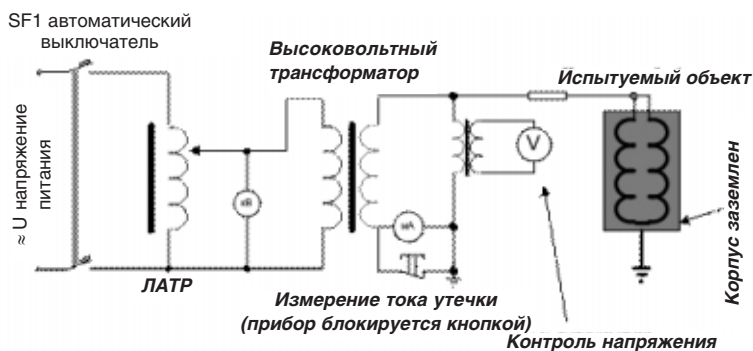


Рис. 3. Схема испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением переменного тока

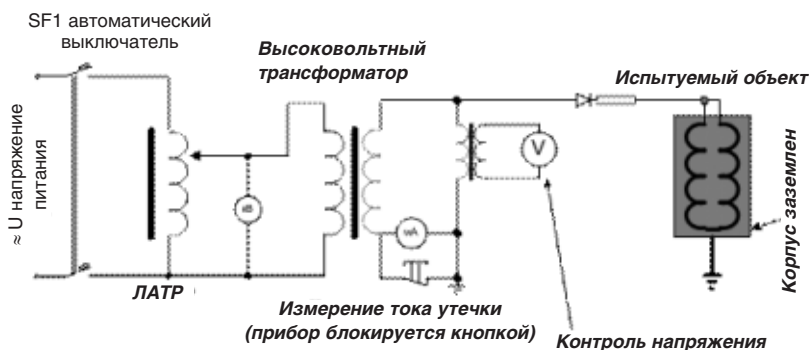


Рис. 4. Схема испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением выпрямленного переменного тока

аналогичны установкам для испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, только в схему вводят выпрямительное устройство. Примерная схема испытательной установки для проведения испытаний с использованием постоянного (выпрямленного) тока представлена на рис. 4.

Как видно из рисунка установка отличается от предыдущей только наличием диода. На практике может использоваться любое выпрямительное устройство. В некоторых установках (например, ИК-10 — испытательная установка для кабелей) используется схема умножения напряжения, в этом случае в качестве выпрямительного устройства используются диоды и конденсаторы, которые соединяются соответствующим образом (рис. 5).

В ряде случаев, для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения, возникает необходимость в применении специальных конденсаторов. В этом случае на выходе испытательной установки устанавливают фильтрующий конденсатор. В большинстве случаев (например, при испытаниях силовых кабелей) роль конденсатора выполняет собственная емкость объекта, и применение специальных устройств отпадает.

Конкретная необходимость установки сглаживающего конденсатора оговаривается в соответствующих методиках испытаний.

Выпускаемые промышленностью испытательные установки соответствуют описанным выше. Главными отличительными особенностями могут являться схемы измерения испытательного напряжения. Как уже отмечалось выше, измерение напряжения может производиться либо косвенным, либо прямым методом.

Для проведения испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты используются различные установки, которые состоят из следу-

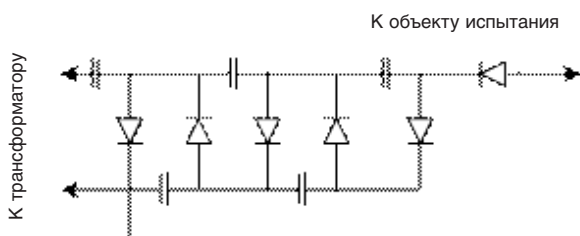


Рис. 5. Схема умножения напряжения для испытаний

ющих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры.

К комплектным передвижным испытательным установкам относятся: комплектный аппарат АИИ-70, снятые с производства промышленностью АКИ-50 и АМИ-60, аппарат АИД-70, полупроводниковый аппарат ИК-10ТМ и аппарат для испытания жидких диэлектриков АИМ-80, а также различные другие модификации.

Выбор типа аппарата зависит от цели испытания, уровня необходимого напряжения и тока.

Отношение C_2/C_{50} определяется при помощи приборов контроля влажности типа ПКВ-7 и ПКВ-13.

Порядок проведения испытаний и измерений

Перед началом измерения мегаомметр проверяется. Для этого зажимы З и Л замыкают накоротко и вращают рукоятку. Стрелка должна устанавливаться против деления шкалы 0. После этого закоротка удаляется и при повторном нормальном вращении рукоятки стрелка прибора устанавливается против деления с наибольшим значением изоляции для данного предела измерения.

Если эти требования не соблюдаются, прибором пользоваться нельзя. Перед измерением объект заземляют на 5 мин. для того, чтобы снять возможно имеющиеся в нем остаточные заряды. В противном случае они могут повлиять на показания прибора.

После подготовки объекта и проверки мегаомметра производится измерение. При измерении абсолютно значения сопротивления изоляции аппарата (машины) **Риз** токоведущую часть ее подсоединяют специальным проводом с усиленной изоляцией (типа ПВЛ) к выводу Л мегаомметра. Вывод З соединяется с корпусом аппарата (машины), относительно которого производится измерение сопротивления изоляции, и надежно заземляется через общий контур заземления. Сопротивление изоляции **Риз** определяется по показанию стрелки мегаомметра, установившейся по истечении 60 сек, после подачи номинального напряжения от мегаомметра.

Перед началом испытания с помощью передвижной или переносной испытательной установки необходимо выполнить мероприятия, изложенные в разделе «Меры безопасности при проведении испытаний» данной методики.

Обработка данных, полученных при испытаниях

Сопротивление изоляции **Риз**, а также коэффициент абсорбции **Кабс** сильно зависят от температуры. Поэтому для сравнения следует пользоваться величинами **Риз**, измеренными при одной температуре.

Все данные, полученные при проведении испытаний, заносятся в протокол и рассматриваются на их соответствие нормам НТД. Данные, которые должны сравниваться с заводскими параметрами, сначала приводятся к температуре, при которой производились испытания на заводе-изготовителе, а затем обрабатываются.

При проведении профилактических испытаний их результаты сравниваются с нормами НТД и с результатами испытаний завода-изготовителя или с результатами испытаний аналогичного оборудования.

При проведении послеремонтных испытаний их результаты должны сравниваться с нормами НТД и с результатами профилактических испытаний этого оборудования.

Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды

Перед 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.

Перед 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 тетрадь для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведенные работы.

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В — 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 1000 В, 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

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе 5.1 «Правила 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 1000 В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000 В, 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 раздельная световая, извещающая о включении напряжения до и выше 1000 В, 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 III, 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, находящееся 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 380/220 В 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 380/220 В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом или через штепсельную вилку, расположенную на месте управления установкой.

<< 79

Светодиодная индикация состояния РУ.

Аналоговый выход на стрелочный прибор.

Кроме того, новый прибор имеет ряд существенных преимуществ, позволяющих не только заменить старые приборы во всех применениях, но и использовать его в системах сбора данных и различных устройствах автоматического управления.

www.ielectro.ru

«ЭЛЕКТРОЗАВОД» И «МОСКАБЕЛЬ-ОБМОТОЧНЫЕ ПРОВОДА» СОЗДАДУТ СП

Об этом сообщил пресс-секретарь «Электрозавода» Николай Боричев. «Уже состоялось подписание учредительных документов, и, таким образом, завершён первый этап создания СП. Госрегистрация нового предприятия намечена на февраль-март 2008 года», — сказал он.

По словам Боричева, основным направлением деятельности СП, которое получит название ЗАО «Москабель-Электрозавод», станет производство транспонированных и эмалированных проводов, предназначенных для изготовления обмоток масляных трансформаторов, реакторов и другого электротехнического оборудования.

«Доли в уставном капитале СП распределяются следующим образом: «Москабель-Обмоточные провода» — 51%, «Электрозавод» — 49%. На первом этапе производственные мощности нового предприятия составят более 8 тыс. т продукции в год, которая, по ожиданиям учредителей, будет реализовываться как на отечественном рынке, так и на иностранном», — отметил собеседник. Холдинговая компания «Электрозавод» специализируется на производстве электротехнического оборудования, поставляемого для всех отраслей экономики, и обслуживании объектов электроэнергетики. По итогам 2007 года объём продаж предприятий компании превысил 750 млн долларов. Заказы на 2008 год составляют 1 млрд долларов. ООО «Москабель-Обмоточные провода» входит в группу компаний «Москабельмет», созданную в 2003 году.

www.rian.ru

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 380/220 В, должен быть защищён 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 испытуемым оборудованием сначала должен быть присоединён к её заземленному выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее указанного в табл. 1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытуемого 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 надёжность 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 неё напряжение 380/220 В.

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 её от сети напряжением 380/220 В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.



А. Л. Булатов,
начальник участка контроля и наладки
систем паротеплоснабжения ЦЭСТ,
ОАО «ММК»
Е. В. Загребина,
ведущий инженер участка контроля
систем паротеплоснабжения ЦЭСТ,
ОАО «ММК»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ ГАЗОВЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ОАО «МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

Открытое акционерное общество «Магнитогорский металлургический комбинат» является крупнейшим предприятием черной металлургии России, его доля в объеме металлопродукции, реализуемой на внутреннем рынке страны, составляет около 20%. Предприятие представляет собой крупный металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов.

На ОАО «Магнитогорском металлургическом комбинате» (ММК) осуществляется масштабная программа реконструкции и модернизации производства. В рамках технического перевооружения за последнее десятилетие были кардинально обновлены все металлургические переделы. Произошел поэтапный переход от устаревшего мартеновского производства к кислородно-конвертерному производству. В 2006 году вошли в строй два современных электросталеплавильных агрегата. Точно также в конце 2004 года на Магнитке была окончательно прекращена разливка стали в изложницы. Сегодня вся сталь, выпускаемая ММК, проходит через машины непрерывного литья заготовки. Кардинальные изменения произошли в агло-

мерационном, доменном и коксохимическом производствах. Но основной объем капитальных вложений комбинат традиционно направляет на развитие прокатного передела и производство продукции дальнейших переделов. За последние годы на ММК вошли в строй такие крупные производственные объекты, как двухклетевой реверсивный стан «1700» холодной прокатки, агрегат непрерывного горячего цинкования, агрегат нанесения полимерных покрытий. Закончена полная реконструкция сортопрокатного производства, в рамках которой в 2005 году введены в эксплуатацию современные, полностью автоматизированные сортовые станы «370» и «450», проволочный стан «170». Ввод новых производственных объектов и реконструкция существующего производства требует от энергетиков изменения и выбора схем обеспечения энергоресурсами, в том числе и тепловой энергией.

На ОАО «ММК» система теплоснабжения проектировалась по принципу максимальной централизации теплоснабжения. Существующие тепловые сети промплощадки ОАО «ММК» включают в себя порядка 2,6 тыс. потребителей.

Характерной особенностью эксплуатации тепловых сетей ОАО «ММК» в настоящее время является то,

что реальные режимы теплоснабжения и эксплуатации тепловых сетей значительно отличаются от проектных. Это связано с тем, что используется низкотемпературный график 95—70 °С, позволяющий повысить выработку электроэнергии на ТЭЦ и ЦЭС и снизить потребление газа. Негативным последствием введения низкотемпературного графика является повышение циркуляции теплоносителя в сети, снижение ее гидравлической устойчивости в целом и в итоге недотоп помещений. Так, при пониженной температуре теплоносителя потребители в целях компенсации дефицита тепла вынуждены принимать меры к увеличению расходов теплоносителя, что приводит к снижению располагаемых напоров у смежных потребителей и нарушению гидравлики, увеличению тепловых потерь при транспортировке теплоносителя.

Совокупность всех этих факторов ставит перед энергетиками ОАО «ММК» новые задачи для оптимизации режимов теплоснабжения промплощадки ОАО «ММК».

Специалистами Управления главного энергетика (УГЭ) и Центра энергосберегающих технологий (ЦЭСТ) по результатам анализа режимов теплоснабжения за несколько отопительных сезонов УГЭ и ЦЭСТ был предложен к реализации новый проект — использования инфракрасных газовых излучателей. В чем его преимущество перед существующей системой отопления? Традиционные системы отопления базируются на нагреве воздушного пространства в отапливаемом объеме. Для отопления зданий большой высоты и объема, с низким качеством или отсутствием изоляции ограждающих конструкций с успехом применяются системы «лучистого инфракрасного обогрева». При их применении нет никакой необходимости поддерживать такие же комфортные условия во всем объеме помещения. Правильный подбор типа и количества инфракрасных обогревателей, схемы их размещения позволяют выбрать оптимальный вариант инфракрасной отопительной системы цеха. Такой способ, как показывает практика, сегодня наиболее эффективен и может дать до 50—70% экономии в затратах на отопление.

Для выработки единой политики ОАО «ММК» в области применения лучистых источников тепла для обогрева и создания комфортных условий на рабочих местах в подразделениях и дочерних организациях ОАО «ММК», имеющих дефицит тепловой энергии, рекомендуется устанавливать инфракрасные газовые обогреватели. Такое оборудование успешно используется на объектах ОАО «ММК» (ЦТО, бывший ЦПВ), ЦВС блок очистных сооружений новых сортовых станов, ЗАО «МРК» (ЦМК), ЛПЦ-5 (термическое отделение), ЛПЦ-10, ЭСПЦ, Энергоцех. Эксплуатация оборудования показала его высокую надежность, экономичность и простоту в обслуживании.

Имеются существенные отличия между применением излучателей различных типов. Излучатели бывают «светлые» и «темные».

«Светлые» — излучатели с открытым горением газа на поверхности керамической пластины и с выделением продуктов сгорания непосредственно в отапливаемое пространство. «Светлые» излучатели имеют следующее преимущество: из-за высокой температуры излучающей

поверхности (900—1 000 °С) обеспечивается высокая мощность теплового излучения на единицу поверхности.

Недостатки «светлых» излучателей:

- жесткое излучение, которое при длительном воздействии способно проникать сквозь кожу человека и вызывать онкологические заболевания, особенно вредно это для глаз находящихся в зоне облучения людей;
- пожароопасны, необходимо соблюдать технические требования к размещению горелок на удалении от горючих материалов;
- ограниченность применения (используются главным образом там, где люди не находятся постоянно, больше для обогрева оборудования, сушки различных изделий или сыпучих веществ);
- необходимость принудительной вентиляции окружающего воздуха, которая увеличивает теплопотери помещения и приводит к дополнительному росту тепловой мощности системы отопления и экономических потерь;
- размещение «светлых» нагревателей на значительной высоте (более 15 м от уровня пола).

«Темные» — горение газа происходит в трубе, которая и дает инфракрасное излучение, продукты сгорания удаляются за пределы отапливаемого помещения через дымоход. Имеют следующие преимущества:

- излучение с более «естественными» для человека характеристиками, близкими к солнечному, что снимает большинство ограничений на применение излучателей;
- применяются для обогрева производственных помещений с потолком ниже 3—5 м;
- применение «темных» излучателей не противоречит требованиям санитарных норм и пожарной безопасности.

На ОАО «ММК» в основном применяются светлые обогреватели.

Для использования инфракрасных газовых горелок специалистами УГЭ и ЦЭСТ был сделан предварительный экономический расчет эксплуатационных затрат. Местом установки современного оборудования была выбрана насосная станция очистных сооружений для новых сортовых станов (сравнительный анализ затрат по вариантам централизованного теплоснабжения и применения для отопления инфракрасных газовых излучателей в насосной станции блока очистных сооружений для новых сортовых станов приведен в табл.).

Результаты расчета показывают, что окупаемость инфракрасных систем выше в 2—3 раза окупаемости традиционных систем отопления. Использование лучистых отопительных систем, как очень прогрессивных и эффективных отопительных систем, предоставляет много выгод с точки зрения образования рабочей среды:

- децентрализованное использование природного газа обеспечивает его рациональное применение с высоким КПД и более простое регулирование температур в рабочих зонах;
- на рабочих местах обеспечивается тепловой комфорт, поскольку температура воздуха на полу на 2—3 °С выше, чем на высоте 1,5 м над полом;
- экономичность системы достигается за счет снижения эксплуатационных затрат (в 3—4 раза).

Таблица

Сравнительный анализ затрат по вариантам централизованного теплоснабжения и применения для отопления инфракрасных газовых излучателей в насосной станции оборотного водоснабжения сортовых цехов (ЦВС)

Наименование затрат	Централизованное теплоснабжение	Стоимость, тыс. руб.	Инфокрасные газовые излучатели	Стоимость, тыс. руб.	Сравнение	
	Наименование работ		Наименование работ		руб.	%
Капитальные затраты	ТЭЦ		Насосная станция			
	1. Установка насоса СЭ 12501250-140-11 с двигателем А4-400У4 6 Кв мощностью 630 кВт	846	1. Установка газовых излучателей АА-50 (26 шт.)	2 006,732		
	2. Пусконаладочные работы	800	2. Установка дополнительного оборудования	93,314		
	Итого по ТЭЦ Н/С	1 646	3. Установка газотеплового агрегатов АХ-45 (10 шт.)	894,660		
	1. Установка центрального теплового пункта с погодной регулировкой (1 шт.)	4 500	4. Монтаж внешних и внутренних сетей газоснабжения	1 350		
	2. Установка воздушно-отопительных агрегатов	500	5. Установка теплогенераторов мощностью 100 кВт (2 шт.)	300		
	3. Монтаж внешних сетей теплоснабжения с изоляцией	1 500				
	Итого по Н/С:	6 500				
	Итого по ТЭЦ и Н/С:	8 146	Итого по Н/С:	4 732,766	-3 413,234	-42%
Эксплуатационные затраты	ТЭЦ		Насосная станция			
	1. Потребление электроэнергии в отопительный сезон	1 193,869	1. Расход природного газа на излучатели АА-500	958,698		
	2. Дополнительная выработка ХОВ	2 656,116				
	3. Потребление природного газа на водогрейные котлы	2,583				
	Итого по ТЭЦ:	1 462,063	Итого по Н/С:	958,698	-503,365	-34%
	Н/С					
	1. Теплоснабжение в отопительный период	1 377,324				
	Итого по Н/С:	1 377,324				
	Итого затраты по ТЭЦ:	3 108,063				
	Итого затраты по Н/С:	7 877,324				
	Итого по ТЭЦ и Н/С:	10 985,387	Итого затраты по Н/С:	5 691,464	-5 293,923	-48%

При выборе газовых систем лучистого отопления необходимо обоснованно подходить к выбору характеристик излучателей с целью ограничения негативных факторов, воздействующих на здоровье людей и исключения ошибок при проектировании, выборе типа обогревателя и его монтаже. Для организации работы по устройству системы инфракрасного обогрева необходимо заказывать проект в специализированной организации, имеющей соответствующую лицензию и опыт в выполнении данного вида работ,

устанавливаемое оборудование должно соответствовать ГОСТам и СНиПам.

В настоящее время децентрализация и оптимизация режимов теплоснабжения промплощадки ОАО «ММК» является актуальной задачей. И ее решение носит комплексный характер, охватывая при этом всю систему централизованного теплоснабжения, начиная от источников тепла и тепловых сетей и заканчивая тепловыми установками потребителей, поиском альтернативных источников тепла.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

При использовании регулируемого электропривода экономия электроэнергии достигается за счет следующих мероприятий:

- снижение потерь в трубопроводах;
- снижение потерь на дросселирование в регулируемых устройствах;
- поддержание оптимального гидравлического режима в сетях;
- устранение влияния холостого хода электродвигателя.

Технико-экономическое обоснование внедрения регулируемого электропривода насоса

Расчет экономии топлива от внедрения регулируемого электропривода насоса

Определение относительной скорости вращения насоса при снижении давления в подающем трубопроводе:

$$P/P_{\text{НОМ}} = n^2/n_{\text{НОМ}}^2;$$

$$n = P/P_{\text{НОМ}} \times n_{\text{НОМ}}^2; \text{ об/мин.}$$

где

P — давление в напорном трубопроводе, кгс/см²;

$P_{\text{НОМ}}$ — номинальное давление в напорном трубопроводе, кгс/см²;

$n_{\text{НОМ}}$ — номинальные обороты электродвигателя, об/мин.

Примечание: При регулировании расхода (производительности) насоса при неизменном давлении в подающем трубопроводе (при выдерживании гидравлики) необходимо использовать следующую формулу:

$$Q/Q_{\text{НОМ}} = n/n_{\text{НОМ}};$$

$$n = Q/Q_{\text{НОМ}} \times n_{\text{НОМ}};$$

где

Q — фактическая производительность насоса, т/ч;

$Q_{\text{НОМ}}$ — номинальная производительность насоса при заданном давлении, т/ч.

Определение мощности на валу насоса при работе на пониженном давлении:

$$N/N_{\text{НОМ}} = n^3/n_{\text{НОМ}}^3;$$

$$N = N_{\text{НОМ}} \times n^3/n_{\text{НОМ}}^3; \text{ кВт}$$

где

$N_{\text{НОМ}}$ — номинальная мощность на валу насоса, кВт;

n — обороты электродвигателя при работе на пониженном давлении (производительности) в напорном трубопроводе, об/мин;

$n_{\text{НОМ}}$ — номинальные обороты электродвигателя, об/мин.

Годовой расход электроэнергии при работе насоса с номинальной скоростью:

$$W_H = N_{\text{НОМ}} \times T \times K_{\text{И}}, \text{ кВт ч};$$

где

T — количество часов работы, ч;

$K_{\text{И}}$ — коэффициент использования.

Годовой расход электроэнергии при работе насоса с регулируемым электроприводом:

$$W = N \times T \times K_{\text{И}}, \text{ кВт ч};$$

где

T — количество часов работы, ч;

$K_{\text{И}}$ — коэффициент использования.

Годовая экономия электроэнергии при работе насоса с регулируемым электроприводом, по сравнению с насосом с обычным электроприводом:

$$DW = W_H - W; \text{ кВт ч}$$

Годовая экономия условного топлива от внедрения регулируемого электропривода с учетом потерь на транспорт электроэнергии в электросетях:

$$DB = DW \times b_3 \times (1 + k_{\text{пот}}/100) \times 10^{-3}, \text{ т у. т.};$$

где

b_3 — удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии в системе концерна «Белэнерго». В целях соблюдения сопоставимости в расчетах средний удельный расход принимается равным коэффициенту пересчета электроэнергии в условное топливо 0,28 кг у. т./кВт ч;

$k_{\text{пот}}$ — потери электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) в системе концерна «Белэнерго».

Расчет сроков окупаемости внедрения регулируемого электропривода

Определение укрупненных капиталовложений в регулируемый электропривод:

Стоимость выбранного регулируемого электропривода $C_{\text{рэл}}$ согласно договорной цены фирмы-поставщика (на основании тендера).

Стоимость электротехнических устройств и КИП составляет ориентировочно 3—5% от стоимости РЭП.

Стоимость строительно-монтажных работ — 5—10% от стоимости оборудования.

Стоимость пуско-наладочных работ — 3—5% от стоимости оборудования.

Стоимость оборудования:

$$C_{\text{об}} = C_{\text{рэл}} + (0,03-0,05) \times C_{\text{рэл}}, \text{ тыс. руб.}$$

Капиталовложения в мероприятие:

$$K_{\text{рэл}} = C_{\text{об}} + (0,05-0,1) \times C_{\text{об}} + (0,03-0,05) \times C_{\text{об}}, \text{ тыс. руб.}$$

Определение срока окупаемости мероприятия:

С учетом того, что 90% постоянных издержек составляет топливная составляющая, для укрупненного расчета другими издержками можно пренебречь.

$$C_{\text{рок}} = K_{\text{рэл}} / (DB \times C_{\text{топл}}), \text{ лет},$$

где

$K_{\text{рэл}}$ — капиталовложения в мероприятие, тыс. руб.;

DB — экономия топлива от внедрения мероприятия, т у. т.;

$C_{\text{топл}}$ — стоимость 1 т у. т. (тыс. руб.), уточняется на момент составления расчета.

Технико-экономическое обоснование внедрения регулируемого электропривода (РЭП) дутьевого вентилятора или дымососа котла

Расчет экономии топлива от внедрения регулируемого электропривода дутьевого вентилятора или дымососа котла

Определение относительной скорости вращения насоса при снижении производительности дутьевого вентилятора (ДВ) или дымососа (ДС):

$$Q/Q_{\text{НОМ}} = n/n_{\text{НОМ}};$$

$$n = Q/Q_{\text{НОМ}} \times n_{\text{НОМ}};$$

где

Q — фактическая производительность ДВ или ДС, м³/ч;

$Q_{\text{НОМ}}$ — номинальная производительность ДВ или ДС при заданном давлении, м³/ч.

Определение мощности на валу ДВ или ДС при работе на сниженной производительности:

$$N/N_{\text{НОМ}} = n^3/n_{\text{НОМ}}^3;$$

$$N = N_{\text{НОМ}} \times n^3/n_{\text{НОМ}}^3; \text{ кВт}$$

где

$N_{\text{НОМ}}$ — номинальная мощность на валу ДВ или ДС, кВт;

n — обороты электродвигателя при работе на пониженной производительности, об/мин;

$n_{\text{НОМ}}$ — номинальные обороты электродвигателя, об/мин.

Годовой расход электроэнергии при работе ДВ или ДС с номинальной скоростью:

$$W_H = N_{\text{НОМ}} \times T \times K_{\text{И}}, \text{ кВт ч};$$

где

T — количество часов работы, ч;

$K_{\text{И}}$ — коэффициент использования.



Годовой расход электроэнергии при работе ДВ или ДС с регулируемым электроприводом:

$$W = N \times T \times K_{и}, \text{ кВт ч};$$

где

T — количество часов работы, ч;

$K_{и}$ — коэффициент использования.

Годовая экономия электроэнергии при работе ДВ или ДС с регулируемым электроприводом по сравнению с насосом с обычным электроприводом:

$$DW = W_{н} - W; \text{ кВт ч}$$

Годовая экономия условного топлива от внедрения регулируемого электропривода с учетом потерь на транс-

порт электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных):

$$DB = DW \times b_{э} \times (1 + k_{пот}/100) \times 10^{-3}, \text{ т у. т.};$$

где

$b_{э}$ — удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии в системе концерна «Белэнерго». В целях соблюдения сопоставимости в расчетах средний удельный расход принимается равным коэффициенту пересчета электроэнергии в условное топливо 0,28 кг у. т./кВт ч;

$k_{пот}$ — потери электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) в системе концерна «Белэнерго».

По материалам
www.electrolibrary.narod.ru

НОВОСТИ

ЗАВОД СТЕКЛЯННЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В ЮЖНОУРАЛЬСКЕ ВЫПУСТИТ ПЕРВУЮ ПРОДУКЦИЮ В 2008 ГОДУ

Новый завод по производству стеклянных изоляторов, построенный в Южноуральске Челябинской области, выпустит первую продукцию осенью 2008 года. По информации агентства «Урал-пресс», создание нового завода было согласовано на уровне РАО ЕЭС.

В сообщении также говорится, что средства в его создание вкладывают крупные инвесторы, в том числе зарубежные, однако более конкретно об этих компаниях (или лицах) ничего не сообщается.

Сегодня уже готовы производственные помещения, приобретено оборудование, которое должно быть смонтировано в начале 2008 года. Если все пойдет по плану, то будущей осенью на российском рынке появится продукция нового предприятия — ООО «ЮМЭК».

В соседнем Южноуральском арматурно-изоляционном заводе генеральный директор нового завода конкурента не видит, объясняя это тем, что из-за модернизации воздушных линий электропередачи в России возник дефицит подобного оборудования. При современном спросе на стеклянные изоляторы будет востребована продукция как давно существующих, так и новых компаний.

www.uralpress.ru



На вопросы читателей отвечает
канд. техн. наук, доцент
Юрий Владимирович Харечко

**ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ
ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ: GLAVENERGO@MAIL.RU**

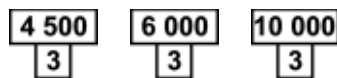
— На некоторых автоматических выключателях бытового назначения маркируют два значения отключающей способности. Какую отключающую способность нужно принимать в расчет?

— В соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345—99 (МЭК 60898—95) «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения» автоматические выключатели характеризуют номинальной коммутационной способностью при коротком замыкании¹ I_{cn} . Эта характеристика устанавливает наибольшее значение тока короткого замыкания, который доброкачественный автоматический выключатель должен гарантированно отключить два раза.

В ГОСТ Р 50345 установлены стандартные значения номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, равные 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 А, а в диапазоне сверхтока свыше 10000 А до 25000 А включительно — предпочтительное значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, равное 20000 А. Значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании в амперах, размещенное в прямоугольнике, наносят на корпус автоматического выключателя, например: 6000 А — **6 000**, 10000 А — **10 000**, 25000 А — **25 000**.

Современные автоматические выключатели могут быть токоограничивающими автоматическими выключа-

телями, которые ограничивают величину сверхтока при коротком замыкании и обеспечивают, тем самым, сильное снижение негативного воздействия токов короткого замыкания на проводники и другое электрооборудование. Изменения А11, внесенные в 1994 г. в европейский стандарт EN 60898, который устанавливает требования к автоматическим выключателям бытового назначения, аналогичные требованиям стандарта МЭК 60898, установили их подразделение по трем классам ограничения электроэнергии в зависимости от максимальных значений характеристики I^2t автоматических выключателей (см. таблицу). Автоматические выключатели, соответствующие третьему классу ограничения электроэнергии, маркируют цифрой «3», совмещенной с маркировкой значения номинальной коммутационной способности при коротком замыкании, например:



Классификация токоограничивающих автоматических выключателей распространяется только на те автоматические выключатели, у которых значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании не превышает 10000 А. Современные токоограничивающие автоматических выключатели могут иметь значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании более 10000 А, например — 25000 А. На такие

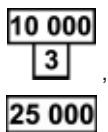
¹ В ГОСТ Р 50345 рассматриваемая характеристика автоматического выключателя имеет наименование «номинальная отключающая способность», а в первоисточнике — стандарте МЭК 60898 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок» (International standard IEC 60898 «Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations») 1995 г. — эта характеристика названа иначе — «номинальная способность при коротком замыкании» («rated short-circuit capacity»). При этом под способностью при коротком замыкании (short-circuit capacity) в стандартах понимают (включающую и отключающую) способность при коротком замыкании (short-circuit (making and breaking) capacity), то есть коммутационную способность автоматического выключателя при коротком замыкании.

Предельные значения характеристики I^{2t} для автоматических выключателей, A^2c

Номинальная коммутационная способность при коротком замыкании, А	Класс ограничения электроэнергии				
	1	2		3	
	Тип мгновенного расцепления автоматического выключателя				
	В и С	В	С	В	С
Номинальный ток до 16 А включительно					
3000	Предельные значения не установлены	31000	37000	15000	18000
4500		60000	75000	25000	30000
6000		100000	120000	35000	42000
10000		240000	290000	70000	84000
Номинальный ток свыше 16 А до 32 А включительно*					
3000	Предельные значения не установлены	40000	50000	18000	22000
4500		80000	100000	32000	39000
6000		130000	160000	45000	55000
10000		310000	370000	90000	110000

* Для автоматических выключателей с номинальным током 40 А могут быть применены максимальные значения, равные 120% от указанных в таблице. Такие автоматические выключатели могут быть маркированы символом соответствующего класса ограничения электроэнергии.

автоматические выключатели наносят двойную маркировку, например:



Эта маркировка означает, что автоматический выключатель имеет номинальную коммутационную способность при коротком замыкании, равную 25000 А. То есть он два раза может отключить ток короткого замыкания, равный 25000 А. Кроме того, этот автоматический выключатель соответствует третьему классу ограничения электроэнергии точно также, как ему соответствует автоматический выключатель, имеющий номинальную коммутационную способность при коротком замыкании, которая равна 10000 А.

Иногда помимо номинальной коммутационной способности при коротком замыкании на автоматические выключатели бытового назначения наносят значения номинальной предельной отключающей способности при коротком замыкании I_{cu} . Эта характеристика установлена тре-

бованиями стандарта МЭК 60947-2² для автоматических выключателей, которые не являются автоматическими выключателями бытового назначения. В отличие от автоматических выключателей бытового назначения, которые могут эксплуатировать обычные лица³, автоматические выключатели, соответствующие требованиям стандарта МЭК 60947-2, могут обслуживать только обученные и квалифицированные лица. Поэтому их нельзя устанавливать в местах, доступных обычным лицам.

Автоматический выключатель обязан два раза отключить ток короткого замыкания, равный номинальной предельной отключающей способности при коротком замыкании. Значение характеристики I_{cu} обычно превышает значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании I_{cn} . Значение номинальной предельной отключающей способности при коротком замыкании всегда указывают вместе с номером стандарта МЭК 60947-2 (IEC 60947-2).

Если на автоматический выключатель бытового назначения нанесено значение номинальной предельной отклю-

² 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») 2006 г. В России действует ГОСТ Р 50030.2—99 (МЭК 60947—98) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели», разработанный на основе стандарта МЭК 60947-2 1998 г., который действовал до апреля 2003 г.

³ 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.

чающей способности при коротком замыкании I_{cu} , превышающее значение I_{cn} , то его можно использовать в электрических цепях низковольтной электроустановки, характеризующихся токами короткого замыкания, превышающими значение номинальной коммутационной способности при коротком замыкании. Однако эксплуатировать автоматический выключатель в указанных условиях могут только обученные и квалифицированные лица.

— Как можно проверить работоспособность УЗО?

— В соответствии с требованиями п. 8.11 ГОСТ Р 51326.1—99 (МЭК 61008-1—96)⁴ «Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний» любое ВДТ должно быть оснащено контрольным устройством. Аналогичное требование содержит п. 8.11 ГОСТ Р 51327.1—99 (МЭК 61009-1—96)⁵ «Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний» — АВДТ должны иметь контрольное устройство.

Контрольное устройство применяют для периодического эксплуатационного контроля работоспособности устройства защитного отключения. Контрольное устройство имитирует появление отключающего дифференциального тока в главной цепи УЗО, инициирующего его автоматическое срабатывание. Орган управления контрольным устройством обычно выполняют в виде кнопки и обозначают буквой «Т». Если при воздействии на орган управления контрольного устройства (нажатии на кнопку) включенное УЗО не срабатывает, то это означает, что проверяемое УЗО не работоспособно. Оно должно быть заменено новым УЗО.

Указанная проверка работоспособности УЗО доступна обычному лицу. Однако она не может дать исчерпывающей информации о состоянии УЗО. Полную проверку УЗО⁶, предусмотренную требованиями указанных выше стандартов, можно провести только в специальных испытательных лабораториях. Причем для ее выполнения потребуются проведение десятков испытаний, во время которых нужно

будет использовать несколько УЗО. После проведения всех испытаний эти УЗО будут непригодными для дальнейшего использования.

Поэтому в обычных условиях вместо полной проверки работоспособности УЗО возможно проведение частичной проверки, включающей в себя выполнение измерений отключающего дифференциального тока и времени отключения УЗО. Указанные измерения следует выполнять в точном соответствии с требованиями стандартов. Поэтому необходимо рассмотреть требования ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1, которые устанавливают правила и условия проведения указанных измерений, изложенные в п. 9.9 и 9.21 стандартов⁷.

«9.9 Проверка функциональных характеристик

9.9.1 Испытательная цепь

ВДТ устанавливают как для нормальной эксплуатации.

Испытательная цепь должна обладать пренебрежимо малой индуктивностью и соответствовать рисунку 4а⁸.

Приборы для измерения дифференциального тока должны иметь класс точности не менее 0,5 и показывать (или давать возможность определять) истинное действующее значение.

Приборы для измерения времени должны иметь относительную погрешность не более 10% от измеряемого значения.

9.9.2 Испытания без нагрузки при дифференциальном синусоидальном переменном токе при контрольной температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$

ВДТ должен выдержать испытания согласно 9.9.2.1—9.9.2.3 (каждый включает по пять измерений), выполненные только на одном полюсе, выбранном случайным образом.

Для ВДТ, имеющих несколько уставок дифференциального тока срабатывания⁹, испытания проводят на каждой уставке.

9.9.2.1 Проверка правильной работы в случае постепенного роста дифференциального тока

При замкнутых ВДТ и испытательных выключателях S1 и S2, дифференциальный ток плавно увеличивают, начиная от значения не выше $0,2 I_{\Delta n}$ ¹⁰, стараясь достигнуть значения $I_{\Delta n}$ в течение не более 30 с; ток расцепления¹¹ измеряют каждый раз.

⁴ Стандарт МЭК 61008-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 1. Общие правила» (International standard IEC 610081 «Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 1: General rules») 1996 г. В настоящее время действует измененная редакция этого стандарта, датированная июнем 2006 г.

⁵ Стандарт МЭК 61009-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока для бытового и подобного использования (АВДТ). Часть 1. Общие правила» (International standard IEC 610091 «Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 1: General rules») 1996 г. В настоящее время действует измененная редакция этого стандарта, датированная июнем 2006 г.

⁶ Требования к испытаниям УЗО составляют около 65% всех требований, изложенных в ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1.

⁷ В п. 9.9 и 9.21 обоих стандартов изложены одинаковые требования к испытаниям ВДТ и АВДТ. Ниже цитируются требования ГОСТ Р 51326.1.

⁸ Рисунок 4а ГОСТ Р 51326.1 воспроизведен на рис. 1 без элементов, применяемых для других испытаний УЗО.

⁹ Здесь речь идет об УЗО, у которых можно изменять значение отключающего дифференциального тока.

¹⁰ $I_{\Delta n}$ — номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО, стандартные значения которого равны: 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3 и 0,5 А.

¹¹ Этот ток назван в стандарте отключающим дифференциальным током.

Все пять измеренных значений должны находиться от $I_{\Delta n0}^{12}$ до $I_{\Delta n}$.

9.9.2.2 Проверка правильной работы при включении на дифференциальный ток

При откалиброванной на номинальное значение отключающего дифференциального тока $I_{\Delta n}$ испытательной цепи и включенных испытательных выключателях $S1$ и $S2$ ВДТ включают на цепь, настолько близкую к характеристикам рабочей цепи, насколько это возможно. Время выключения¹³ измеряют пять раз. Не должно быть значений, превосходящих предельное значение, указанное в таблице 1¹⁴ для $I_{\Delta n}$, соответственно типу ВДТ.

Для ВДТ, функционально зависящих от напряжения сети, классифицируемых согласно п. 4.1.2.2а), управляющая цепь которых питается от линейной стороны главной цепи, эта проверка не учитывает время, необходимое для активизации ВДТ. В этом случае, в силу вышесказанного, проверку выполняют подачей дифференциального тока замыканием выключателя $S1$, при ранее замкнутых ВДТ и $S2$.

9.9.2.3 Проверка правильной работы при внезапном появлении дифференциального тока

а) Все типы

Испытательную цепь последовательно калибруют на каждое из значений дифференциального тока, указанных в таблице 1, и при включенных $S1$ и ВДТ дифференциальный ток подают внезапно замыканием выключателя $S2$.

ВДТ должны расцепляться при каждом испытании.

Для каждого значения дифференциального тока производят по пять измерений времени срабатывания. Не должно быть ни одного значения, превышающего соответствующую указанную предельную величину¹⁵.

б) Дополнительные испытания для типа S.

Испытательную цепь последовательно калибруют на каждое из значений дифференциального тока, указанных в таблице 1, и при включенных $S1$ и ВДТ, дифференциальный ток подают внезапно при замыкании выключателя $S2$ на время, равное соответствующему минимальному времени несрабатывания с погрешностью 5%.

Между предыдущей и последующей подачей дифференциального тока должен быть интервал не менее 1 мин.

ВДТ не должен расцепляться ни при одном испытании.

Затем испытание повторяют, исключая значения испытательного тока 500 А, при температуре окружающего воздуха от минус 5 до плюс 40°C.

ВДТ не должен расцепляться ни при одном испытании.

9.9.3 Проверка правильной работы ВДТ под нагрузкой при контрольной температуре

Испытания по 9.9.2.2 и 9.9.2.3 повторяют при ВДТ, нагруженном номинальным током как при нормальной эксплуатации, в течение времени, достаточного для достижения установившегося состояния.

На практике это состояние достигается, когда изменение превышения температуры не превосходит 1 К за 1 ч.

Для ВДТ, имеющих несколько значений уставки дифференциального тока срабатывания, испытания проводят для каждого значения.

9.9.4 Испытания при предельных значениях температуры

ВДТ должны выдерживать испытания, указанные в 9.9.2.3, при следующих условиях, последовательно одно за другим:

- а) окружающая температура минус 5 °С, без нагрузки;
- б) окружающая температура 40 °С, ВДТ должен быть предварительно нагружен номинальным током при любом подходящем напряжении до достижения установившегося теплового состояния.

Практически это состояние достигается, когда изменение превышения температуры не превосходит 1 К за 1 ч.

Для ВДТ с несколькими значениями уставок дифференциального тока срабатывания испытания проводят для каждого значения уставки.

Примечание — Предварительный нагрев может производиться на пониженном напряжении, но вспомогательные цепи должны быть подключены на их нормальное рабочее напряжение (особенно для компонентов, зависящих от напряжения сети).

9.9.5 Специфические условия испытаний для ВДТ, функционально зависящих от напряжения сети

Для ВДТ, функционально зависящих от напряжения сети, каждое испытание проводят для каждого из следующих значений напряжения сети, приложенного к соответствующим выводам: 1,1 и 0,85 номинального напряжения сети».

«9.21 Проверка правильной работы ВДТ при дифференциальных токах, содержащих составляющие постоянного тока»

Применяют условия испытаний по 9.9.1 и 9.9.5, с тем исключением, что испытательные цепи должны быть, как указано на рисунках 4b и 4c¹⁶, что более применимо.

9.21.1 ВДТ дифференциального тока типа А¹⁷

9.21.1.1 Проверка работы в случае постепенного роста дифференциального пульсирующего постоянного тока

¹² В ГОСТ Р 51326.1 здесь приведено неправильное обозначение « I_{n0} ». В стандарте МЭК 61008-1 корректным обозначением « $I_{\Delta n0}$ » указан номинальный неотключающий дифференциальный ток.

¹³ Эта характеристика УЗО называется «время отключения».

¹⁴ Здесь указана таблица 1 ГОСТ Р 51326.1. В ГОСТ Р 51327.1 эта таблица имеет номер 2.

¹⁵ Здесь речь идет о максимальном времени отключения, указанном в таблице 1 ГОСТ Р 51326.1 для ВДТ и в таблице 2 ГОСТ Р 51327.1 для АВДТ.

¹⁶ Рисунки 4b и 4c ГОСТ Р 51326.1 воспроизведены на рис. 2 и 3.

¹⁷ В ГОСТ Р 51326.1 неправомерно использовано словосочетание «ВДТ дифференциального тока», поскольку ВДТ представляет собой автоматический выключатель, управляемый дифференциальным током. Пункт 9.21.1 этого стандарта следовало назвать так — «ВДТ типа А». В стандарте МЭК 61008-1 этот пункт имеет наименование «Type A residual current devices» — «Устройства дифференциального тока типа А».

Таблица 17

Диапазоны тока расщепления ВДТ типа А¹⁹

Угол α	Ток расщепления	
	Нижний предел	Верхний предел
0°	0,35 $I_{\Delta n}$	1,4 $I_{\Delta n}$ или 2,0 $I_{\Delta n}$ (см. 5.3.12 ²⁰)
90°	0,25 $I_{\Delta n}$ ²¹	
135°	0,11 $I_{\Delta n}$	

Испытание должно проводиться согласно рисунка 4б.

Вспомогательные выключатели $S1$, $S2$ и ВДТ должны быть включены. Соответствующий тиристор должен управляться таким образом, чтобы получить углы задержки тока 0, 90 и 135°. Каждый полюс ВДТ должен испытываться дважды на каждом из значений угла задержки тока: как в положении I, так и в положении II вспомогательного выключателя $S3$.

При каждом испытании ток должен равномерно нарастать от нуля со скоростью около $1,4 I_{\Delta n} / 30$ А в секунду для ВДТ с $I_{\Delta n} > 0,01$ А, и со скоростью около $2 I_{\Delta n} / 30$ А в секунду для ВДТ с $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А¹⁸.

Ток расщепления должен соответствовать таблице 17.

9.21.1.2 Проверка нормального функционирования в случае внезапного появления дифференциального пульсирующего постоянного тока

ВДТ подвергают испытаниям по схеме рисунка 4б.

Цепь последовательно калибруют при значениях, которые указаны ниже. Вспомогательный выключатель $S1$ и ВДТ находятся в замкнутом положении. Дифференциальный ток внезапно подают путем замыкания выключателя $S2$.

Примечание — Для ВДТ, функционально зависящих от напряжения сети, классифицируемых согласно 4.1.2.2а), управляющая цепь которых подключена к линейной стороне главной цепи, при этом испытании не принимают в расчет время, необходимое для активизации ВДТ. В этом случае проверку проводят с подачей дифференциального тока путем замыкания выключателя $S1$. ВДТ и выключатель $S2$ предварительно включают.

Испытание проводят при каждом значении дифференциального тока, указанном в таблице 1, соответственно типу ВДТ.

Проводят по два измерения времени отключения при каждом значении $I_{\Delta n}$, умноженном на коэффициент 1,4 для ВДТ с $I_{\Delta n} > 0,01$ А и на коэффициент 2 для ВДТ с $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А²², с углом задержки тока, $\alpha = 0$, с выключателем $S3$ ²³ в положении I для первого измерения и в положении II — для второго.

Не должно быть значений, превосходящих указанные предельные значения²⁴.

9.21.1.3 Проверка нормального функционирования под нагрузкой при контрольной температуре

Испытания по 9.21.1.1 повторяют, испытываемый полюс и один из других полюсов ВДТ при этом нагружают номинальным током, который кратковременно устанавливают перед испытанием.

Примечание — Нагрузка номинальным током не показана на рисунке 4б.

9.21.1.4 Проверка нормального функционирования в случае дифференциальных пульсирующих постоянных токов с наложением гладкого постоянного тока 0,006 А

ВДТ испытывают согласно рисунка 4с при полуволновом выпрямленном дифференциальном токе (угол токовой задержки $\alpha = 0$) с наложенным гладким постоянным током 0,006 А.

Каждый полюс ВДТ испытывают по очереди, дважды на каждой из позиций I и II.

Полуволновой ток I_1 , начиная с нуля, плавно увеличивают со скоростью примерно $1,4 I_{\Delta n} / 30$ А в секунду для ВДТ с $I_{\Delta n} > 0,01$ А и $2 I_{\Delta n} / 30$ А в секунду для ВДТ с $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А²⁵. Устройство должно сработать прежде, чем ток достигнет величины, не превышающей $1,4 I_{\Delta n} + 6$ мА или $2 I_{\Delta n} + 6$ мА, соответственно».

¹⁸ В п. 9.21.1.1 ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 указано $I_{\Delta n} < 0,01$ А. Таким образом, из требований этих стандартов исключены УЗО, имеющие номинальный отключающий дифференциальный ток, равный 0,01 А. В соответствующих пунктах стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 указано: $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А.

¹⁹ В ГОСТ Р 51327.1 эта таблица имеет номер 22.

²⁰ Требования п. 5.3.12 ГОСТ Р 51326.1 приведены ниже.

²¹ Для угла задержки тока 90° в таблице 17 ГОСТ Р 51326.1 (для ВДТ) ошибочно указано значение неотключающего дифференциального тока, равное $0,2 I_{\Delta n}$, а в таблице 22 ГОСТ Р 51327.1 (для АВДТ) — $0,35 I_{\Delta n}$, хотя в соответствующих таблицах стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 это значение установлено равным $0,25 I_{\Delta n}$.

²² В п. 9.21.1.2 ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 ошибочно указано $I_{\Delta n} < 0,01$ А. В соответствующих пунктах стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 указано: $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А.

²³ В п. 9.21.1.2 ГОСТ Р 51326.1 ошибочно указан выключатель $S2$. В этом пункте стандарта МЭК 61008-1 указан переключатель $S3$.

²⁴ Здесь речь идет о максимальном времени отключения, указанном в таблице 1 ГОСТ Р 51326.1 для ВДТ и в таблице 2 ГОСТ Р 51327.1 для АВДТ.

²⁵ В п. 9.21.1.4 ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 ошибочно указано $I_{\Delta n} < 0,01$ А. В соответствующих пунктах стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 указано: $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А.

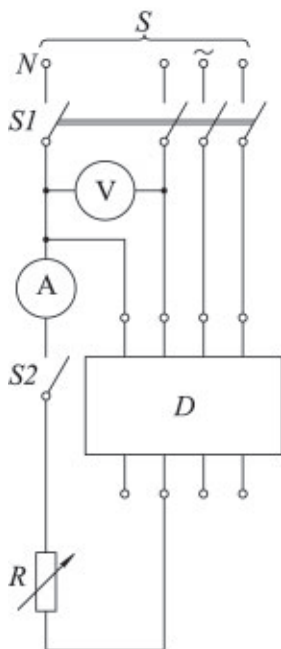


Рис. 1. Испытательная цепь для проверки рабочих характеристик УЗО:

S — источник питания; V — вольтметр; A — амперметр; $S1$ — выключатель для всех полюсов; $S2$ — однополюсный выключатель; D — испытуемое УЗО; R — регулируемый резистор

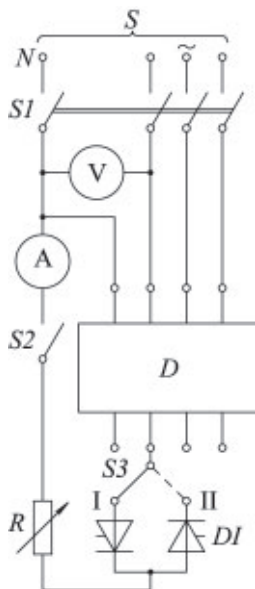


Рис. 2. Испытательная цепь для проверки правильности функционирования УЗО в случае дифференциального пульсирующего постоянного тока:

S — источник питания; V — вольтметр; A — амперметр (измерение действующего значения); D — испытуемое УЗО; DI — тиристоры²⁶; R — регулируемый резистор; $S1$ — выключатель для всех полюсов; $S2$ — однополюсный выключатель; $S3$ — переключатель на два положения

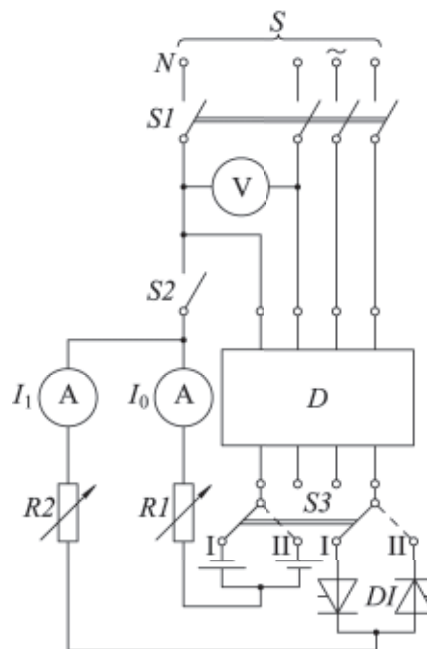


Рис. 3. Испытательная цепь для проверки правильной работы УЗО в случае пульсирующего постоянного тока с наложением сглаженного постоянного тока:

S — источник питания; V — вольтметр; A — амперметр (измерение действующего значения); D — испытуемое УЗО; DI — тиристоры; $R1, R2$ — регулируемые резисторы; $S1$ — выключатель для всех полюсов; $S2$ — однополюсный выключатель; $S3$ — переключатель на два положения, два направления

Упомянутая в процитированных требованиях таблица 1 из п. 5.3.12 ГОСТ Р 51326.1 приведена ниже.

В п. 5.3.12 ГОСТ Р 51326.1 указано, что «Максимальное время отключения, установленное в таблице 1, распространяется также на ВДТ типа А, однако значения тока $I_{\Delta n}$, $2 I_{\Delta n}$, $5 I_{\Delta n}$, 0,25 А и 500 А, принимают для испытания по 9.9.2.1 с коэффициентом 1,4 для ВДТ с $I_{\Delta n} > 0,01$ А и с коэффициентом 2 для ВДТ с $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А²⁷».

Руководствуясь требованиями, изложенными в п. 9.9.2.1 и 9.21.1.1, можно выполнить измерения отключающего синусоидального и пульсирующего постоянного дифференциальных токов УЗО. Для измерений следует использовать испытательные цепи, приведенные на рис. 1 и 2.

Измерение отключающего синусоидального дифференциального тока УЗО типа АС или А проводят следу-

²⁶ В подрисочной надписи к рисунку 4б ГОСТ Р 51326.1 здесь указаны диоды, обозначенные символом «D1». В первоисточнике — стандарте МЭК 61008-1 — речь идет о тиристорах, обозначенных «DI».

²⁷ В п. 5.3.12 ГОСТ Р 51326.1 и п. 5.3.8 ГОСТ Р 51327.1 указано $I_{\Delta n} < 0,01$ А. Таким образом, не определена величина поправочного коэффициента для УЗО, имеющих номинальный отключающий дифференциальный ток, равный 0,01 А. В соответствующих пунктах стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 указано: $I_{\Delta n} \leq 0,01$ А.

Таблица 1

Стандартные значения времени отключения и неотключения для работы при наличии дифференциального тока

Тип	I_n	$I_{\Delta n}$	Стандартные значения времени отключения и неотключения, с, при дифференциальном токе				
			$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 A^{28}	
Общий	Любое значение		0,30	0,15	0,04	0,04	Максимальное время отключения
S	Св. 25	Св. 0,030	0,50	0,20	0,15	0,15	
			0,13	0,06 ²⁹	0,05	0,04	Минимальное время неотключения

Таблица 2

Диапазон значений испытательного тока в зависимости от его вида

$I_{\Delta n}$, А	Синусоидальный ток	Пульсирующий постоянный ток
0,01	0,002–0,010	0–0,020
0,03	0,006–0,030	0–0,042
0,10	0,020–0,100	0–0,140
0,30	0,060–0,300	0–0,420
0,50	0,010–0,500	0–0,700

ющим образом. Замыкают УЗО и выключатели $S1$ и $S2$ (рис. 1). Изменяя значение резистора R , синусоидальный дифференциальный ток плавно увеличивают от минимального до максимального значения диапазона испытательного тока, приведенного в табл. 2. Скорость нарастания тока около $I_{\Delta n}/30$ А в секунду. Для каждого УЗО проводят пять измерений, во время которых значения отключающего синусоидального дифференциального тока должны находиться в пределах, указанных в табл. 3.

Измерение отключающего пульсирующего постоянного дифференциального тока УЗО типа А проводят следующим образом. Замыкают УЗО и выключатели $S1$ и $S2$ (рис. 2). Тиристор, соответствующий положению переключателя $S3$, должен обеспечивать угол задержки тока 0, 90 или 135°. Изменяя значение резистора R , пульсирующий постоянный дифференциальный ток плавно увеличивают

от минимального до максимального значения диапазона испытательного тока, приведенного в табл. 2. Скорость нарастания тока около $1,4 I_{\Delta n}/30$ А в секунду для УЗО с $I_{\Delta n} > 0,01$ А и $2 I_{\Delta n}/30$ А в секунду для УЗО с $I_{\Delta n} = 0,01$ А. Для каждого полюса УЗО проводят по два измерения на каждом из значений угла задержки тока при двух положениях (I и II) переключателя $S3$. Во время измерений значения отключающего пульсирующего постоянного дифференциального тока доброкачественного УЗО должны находиться в пределах, указанных в табл. 3.

Если необходимо выполнить измерение отключающего пульсирующего постоянного дифференциального тока УЗО типа А при наличии его главной цепи постоянного тока 0,006 А, его проводят в соответствии с процитированными выше требованиями п. 9.21.1.4, используя испытательную цепь, приведенную на рис. 3.

²⁸ Аналогичная таблица 1 стандарта МЭК 61008-1 2006 г. дополнена значениями испытательных дифференциальных токов, равных 5, 10, 20, 50, 100 и 200 А.

В таблице 2 ГОСТ Р 51327.1 вместо «500 А» указано « $I_{\Delta n}$ », однако это обозначение не имеет какого-либо разъяснения. Нет определения этого обозначения и в первоисточнике — стандарте МЭК 61009-11 996 г. В стандарте МЭК 61009-1 2006 г. определен термин «дифференциальный ток ($I_{\Delta n}$) АВДТ» («residual current ($I_{\Delta n}$) of an RCBO») — значение дифференциального тока, которое является нижним пределом диапазона сверхтока мгновенного расцепления в соответствии с типом В, С или D. Речь идет о нижней границе диапазона токов мгновенного расцепления АВДТ, равной $3 I_n$ для типа мгновенного расцепления В, $5 I_n$ — С и $10 I_n$ — D. I_n — номинальный ток АВДТ.

Кроме того, таблица 2 стандарта МЭК 61009-1 2006 г. дополнена колонкой, устанавливающей максимальное время отключения при испытательных дифференциальных токах, равных 5, 10, 20, 50, 100, 200 и 500 А. Минимальное время неотключения при этих испытательных токах не установлено.

²⁹ В таблице 1 ГОСТ Р 51326.1 ошибочно указана величина, равная 0,006. В стандарте МЭК 61008-1 это значение установлено равным 0,06.

Таблица 3

Диапазон значений отключающего дифференциального тока доброкачественного УЗО в зависимости от его вида

$I_{\Delta n}$, А	Синусоидальный ток	Пульсирующий постоянный ток при угле α		
		0°	90°	135°
0,01	0,005–0,010	0,0035–0,020	0,0025–0,020	0,0011–0,020
0,03	0,015–0,030	0,0105–0,042	0,0075–0,042	0,0033–0,042
0,10	0,050–0,100	0,0350–0,140	0,0250–0,140	0,0110–0,140
0,30	0,150–0,300	0,1050–0,420	0,0750–0,420	0,0330–0,420
0,50	0,250–0,500	0,1750–0,700	0,1250–0,700	0,0550–0,700

Таблица 4

Значения испытательного тока при измерении времени отключения УЗО

$I_{\Delta n}$, А	Значение испытательного тока, кратное $I_{\Delta n}$, А, в зависимости от его вида:					
	Синусоидальный			Пульсирующий постоянный		
	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$
0,01	0,01	0,02	0,05	0,020	0,040	0,100
0,03	0,03	0,06	0,15	0,042	0,084	0,210
0,10	0,10	0,20	0,50	0,140	0,280	0,700
0,30	0,30	0,60	1,50	0,420	0,840	2,100
0,50	0,50	1,00	2,50	0,700	1,400	3,500

На основании требований, изложенных в п. 9.9.2.3 и 9.21.1.2, можно выполнить измерения времени отключения УЗО при внезапном появлении в его главной цепи синусоидального и пульсирующего постоянного дифференциальных токов. Для измерений следует использовать испытательные цепи, приведенные на рис. 1 и 2.

Измерение времени отключения УЗО типа АС или А при синусоидальном дифференциальном токе проводят следующим образом. Изменяя значение резистора R испытательную цепь (рис. 1) последовательно калибруют на каждое из значений синусоидального дифференциального тока, указанных в табл. 4. Замыкают УЗО и выключатель $S1$. Синусоидальный дифференциальный ток подают внезапно замыканием выключателя $S2$. Для каждого значения синусоидального дифференциального тока выполняют пять измерений времени отключения УЗО. Время отключения доброкачественного УЗО при каждом испытательном токе не должно превышать соответствующее максимальное время отключения, указанное в таблице 1 ГОСТ Р 51326.1 (в таблице 2 ГОСТ Р 51327.1).

Измерение времени отключения УЗО типа А при пульсирующем постоянном дифференциальном токе проводят следующим образом. Изменяя значение резистора R испытательную цепь (рис. 2) последовательно калибруют на каждое из значений пульсирующего постоянного дифференциального тока, указанных в табл. 4. Тиристор, соответствующий положению переключателя $S3$, должен обеспечивать угол задержки тока 0°. Замыкают УЗО и выключатель $S1$. Пульсирующий постоянный дифференциальный ток подают внезапно замыканием выключателя $S2$. Для каждого значения пульсирующего постоянного дифференциального тока выполняют два измерения времени отключения УЗО: первое измерение в положении I переключателя $S3$, второе измерение — в положении II. Время отключения доброкачественного УЗО при каждом испытательном токе не должно превышать соответствующее максимальное время отключения, указанное в таблице 1 ГОСТ Р 51326.1 (в таблице 2 ГОСТ Р 51327.1).



В. К. Монаков

КОНТРОЛЬ ИЗОЛЯЦИИ, ОБНАРУЖЕНИЕ ЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Режим работы электрической сети, изолированной от земли (режим изолированной нейтрали, ИТ-системы), широко применяется в электроустановках, требующих повышенной надежности энергоснабжения, и особо опасных по условиям электропоражения.

К таким электроустановкам относятся системы энергоснабжения:

- медицинских учреждений, больниц;
- судов (морских, речных), паромов, драг;
- железнодорожных предприятий;
- предприятий горной, нефтедобывающей, сталеплавильной, химической промышленности;
- испытательного, лабораторного, взрывоопасного производства и др.

В электрических сетях и электроустановках, изолированных от земли, условия электробезопасности и надежности энергоснабжения в значительной мере определяются состоянием изоляции, ее сопротивлением и емкостью относительно земли.

Для обеспечения требуемого уровня сопротивления изоляции в электрической сети или конкретной электроустановке правила предписывают ведение непрерывного автоматического контроля (мониторинга) сопротивления изоляции, осуществляемого устройствами контроля изоляции.

В ИТ-сетях условия электробезопасности обеспечивают высоким сопротивлением изоляции относительно земли, однако при необходимости обеспечения высокой степени безопасности вполне оправдано применение УЗО.

Функции устройства контроля изоляции заключаются в измерении сопротивления изоляции сетей **под рабочим напряжением и при включенных токоприемниках**, оценке результатов измерения путем сравнения с уставкой, задаваемой, как правило, по условиям электробезопасности, и, в случае необходимости, включения сигнализации или воздействия на отключающий аппарат.

Таким образом, устройство контроля изоляции осуществляет «защиту человека изоляцией цепей электроустановки» путем ведения непрерывного измерения сопротивления изоляции с целью поддержания его значения на уровне, обеспечивающем условия электробезопасности.

Вышеизложенное означает, что контроль изоляции является необходимым, но недостаточным условием обеспечения условий электробезопасности.

Достаточными условиями могут быть: поддержание сопротивления изоляции на уровне выше критического, защитное отключение и т.п.

По назначению устройства контроля изоляции можно разделить на группы:

А — устройства автоматического (непрерывного) контроля сопротивления изоляции сети или установки относительно земли;

Б — инспекторские приборы для периодических контрольных измерений сопротивления изоляции в рабочем режиме сети;

В — устройства селективного обнаружения в разветвленных электрических сетях присоединения (фидера) с пониженным сопротивлением изоляции.

В настоящее время в России и за рубежом выпускаются устройства контроля изоляции, отличающиеся друг от друга принципом действия, конструктивными решениями, областью применения, надежностью работы.

Лидирующее положение в области разработки и производства устройств контроля изоляции занимает германская фирма *Walter Bender GmbH*, имеющая филиалы и дочерние фирмы во многих странах мира — США, Бразилии, Франции и др.

Программа производства данной фирмы включает в себя устройства контроля изоляции для сетей переменного тока напряжением до 690 В, сетей постоянного тока до 500 В, смешанных (переменного и постоянного тока), отключенных (включаемых периодически), устройства поиска поврежденных присоединений (фидеров) в разветвленных сетях переменного тока напряжением до 10 кВ и постоянного тока до 690 В и др.

Особое место в программе занимают установки резервированного электроснабжения медицинских учреждений, например, операционных и помещений экстремальной терапии (мощностью до 10 кВА).

Главными элементами такой установки являются разделительный трансформатор с устройствами контроля перегрузки, температуры и сопротивления изоляции самого трансформатора, система автоматического включения резерва — АВР, система контроля изоляции электроустановки ответственного потребителя.

Следует отметить, к разделительному трансформатору предъявляются чрезвычайно высокие технические требования по сопротивлению изоляции между первичной и вторичной обмотками, по нагреву, по значению пускового тока, по исполнению и т.д.

Основным отличием от известных устройств системы электроснабжения медицинских учреждений фирмы *W. Bender GmbH* является ее высокая надежность, достигаемая за счет ведения постоянного автоматического контроля сопротивления изоляции электроустановки, анализа тенденций его изменений и предупредительной сигнализации в случае установления факта устойчивого снижения сопротивления изоляции.

ЗАО «АСТРО-УЗО»—МЭИ освоило по лицензии фирмы *W. Bender GmbH* производство устройства автоматического контроля изоляции «АСТРО-ИЗО-470».

АСТРО-ИЗО-470 предназначено для ведения непрерывного автоматического контроля (мониторинга) сопротивления изоляции относительно земли одно- и трехфазных электроустановок с системой заземления типа IT (режим изолированной нейтрали) и имеет высокие технические параметры (табл. 1).

АСТРО-ИЗО-470 выполняет следующие функции:

- наложение на контролируемую сеть оперативного тока;
- непрерывное измерение текущего значения оперативного тока;
- обработка результатов измерения электронным устройством на базе микропроцессора и сопоставление их с задаваемой уставкой;

Таблица 1

Технические параметры прибора АСТРО-ИЗО 470

Наименование	Номинальное значение
Напряжение контролируемой сети, В	до 690
Частота контролируемой сети, Гц	50 ...400
Напряжение питания, В	230 ± 20%
Напряжение оперативного тока, В	40
Оперативный ток, не более, мкА	200
Собственное потребление, ВА	3
Внутреннее сопротивление (омическое), кОм	200
Внутреннее сопротивление (полное, 50 Гц), кОм	180
Максимально допустимое напряжение постоянного тока в контролируемой цепи, В	800
Уставка (регулируемая), кОм	1 ... 200
Время срабатывания (при емкости контролируемой сети не более 1 мкФ), с	1 ... 3
Максимально допустимая емкость контролируемой цепи, мкФ	20
Ток в цепи внешнего измерительного прибора ($R_{вн} = 120$ кОм), мкА	0 ... 400
Исполнительные контакты	1 – разм., 1 – замык.
Напряжение, коммутируемое исполнительными контактами, В	
– переменный ток	250
– постоянный ток	300
Максимальный коммутируемый ток, А	
– переменный ток 230 В, $\cos\phi = 0,4$	2
– постоянный ток 220 В, $\tau = 0,04$ с	0,2
Класс защиты	IP 30
Диапазон рабочих температур, °С	-10 ...+55

- индикация значения сопротивления изоляции относительно земли контролируемой электроустановки;
- включение сигнала тревоги в случае снижения сопротивления изоляции ниже заданного значения (уставки).

Габаритные размеры АСТРО-ИЗО-470 приведены на рис. 1, схемы подключения в различных типах сетей — на рис. 2, подключение питания и внешних устройств — на рис. 3.

Монтаж, подключение и пуск в эксплуатацию устройства должны осуществляться только квалифицированным электротехническим персоналом.

Устройство крепится с помощью защелки на стандартную DIN-рейку 35 мм.

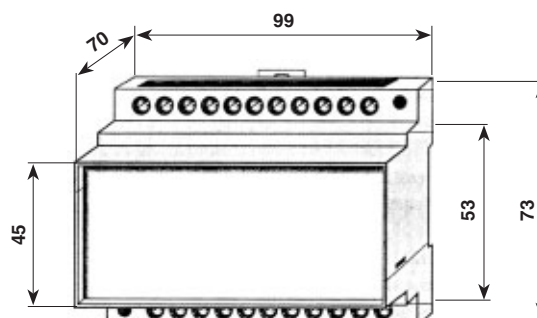


Рис. 1. Габаритные размеры АСТРО-ИЗО-470

Рекомендуется ежемесячно проверять работоспособность устройства.

Проверка осуществляется нажатием кнопки «ТЕСТ».

Загорание сигнального индикатора «ТРЕВОГА» означает, что устройство исправно.

Сигнал тревоги снимается повторным нажатием кнопки «ТЕСТ».

В главе 1.6. ПУЭ (изд. 6) применение устройств контроля изоляции регламентируется так: «В сетях переменного тока выше 1 кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью, в сетях переменного тока до 1 кВ с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока с изолированными полюсами или с изолированной средней точкой, как правило, должен выполняться автоматический контроль изоляции, действующий на сигнал при снижении сопротивления изоляции одной из фаз (или полюса) ниже заданного значения, с последующим контролем асимметрии напряжения при помощи показывающего прибора (с переключением)».

Глава 1.6 нового издания ПУЭ утверждена приказом Минэнерго России от 06.02.2004 № 34, но до настоящего времени не введена в действие.

В ПУЭ 7-го издания предписывается обязательное применение контроля изоляции в передвижных электроустановках:

«Автономные передвижные источники питания с изолированной нейтралью должны иметь устройство непрерывного контроля сопротивления изоляции относительно корпуса (земли) со световым и звуковым сигналами. Должна быть обеспечена возможность проверки исправности устройства контроля изоляции и его отключения».

Выбор уставки устройств автоматического контроля сопротивления изоляции осуществляются по условиям электробезопасности или по устойчивому среднему уровню сопротивления изоляции сети относительно земли.

Одним из наиболее трудоемких и сложных мероприятий в практике эксплуатации сетей, изолированных от земли, переменного и постоянного тока — *IT*-сетей является выявление



Рис. 2. Подключение АСТРО-ИЗО-470 в различных типах сетей

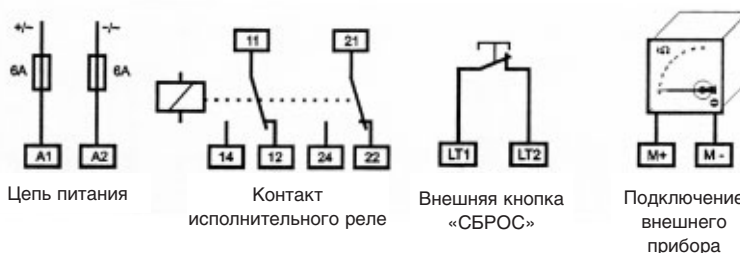


Рис. 3. Подключение питания и внешних устройств АСТРО-ИЗО-470

фидера (присоединения), в котором произошло замыкание на землю или снизилось до недопустимого уровня сопротивление изоляции.

Существует класс приборов *RCM* — *residual current monitor* — устройство контроля дифференциального тока по классификации МЭК [1].

Эти приборы обеспечивают селективный контроль изоляции. По исполнению они могут быть стационарными, с центральным блоком управления и опроса токовых датчиков, установленных на присоединениях, и переносными, в виде токоискательных клещей, позволяющими оператору проследить всю трассу возникшей утечки тока на землю.

Селективным (избирательным) принято называть действие защитного устройства, обеспечивающее отключение только поврежденного участка сети или элемента электрооборудования посредством ближайших к нему выключателей. Алгоритм селективного отключения присоединений должен быть составлен с учетом конфигурации сетей, их разветвленности, категории электроснабжения и т.д.

Принцип селективности действия электрозащитного устройства может быть сформулирован в виде двух условий — *необходимого* и *достаточного*.

Необходимым (но недостаточным) условием селективности действия устройства является наличие у каждого контролируемого объекта (электрической цепи) датчика, контролирующего сопротивление его изоляции.

Достаточным условием обеспечения селективности является оптимальный алгоритм опроса датчиков и команд на отключение аппаратов.

В качестве примера устройства поиска поврежденного присоединения в разветвленных сетях переменного тока напряжением до 10 кВ с системами заземления *TN* или *IT* можно привести прибор *RCMS-470* производства вышеупомянутой фирмы *W. Bender GmbH*, позволяющий вести постоянный контроль токов утечки в 12 фидерах одновременно. Для каждого из фидеров может быть задана соответствующая уставка по дифференциальному току. Выходной сигнал с прибора может быть подан либо на устройство сигнализации, либо на исполнительные устройства — выключатели.

В заключение следует отметить, что в последнее время стала очевидной тенденция широкого применения сетей типа *IT* в комплексе с устройством контроля изоляции и в электроустановках бытового назначения — с целью достижения максимально возможной надежности и электробезопасности электроснабжения.

Литература

1. Монаков В.К. УЗО. Теория и практика. — М.: ЗАО «Энергосервис», 2007.

ООО «КВАЗАР»

тел. (347) 251-75-15, 251-65-12, 251-56-60, 251-09-44, 250-79-28

E-mail: kvazar@ufanet.ru , <http://www.kvazar-ufa.ru>

Россия, Республика Башкортостан, 450076,

г. Уфа, ул. Коммунистическая, 23



Трассоискатель «Контур»

Предназначен для электромагнитной локализации и трассировки, скрытых линейно расположенных металлических трубопроводов, трассы энергосиловых кабелей.

Электромагнитная рамка из комплекта «Контур» позволяет осуществлять подачу сигнала от поискового генератора на объект поиска без гальванической связи с ним.

Дальность поиска – до 3-х км.

Точность поиска подземных коммуникаций – 5% от глубины залегания коммуникаций.

Глубина залегания – до 10 м.



Трассоискатель «ИККт-300»

Предназначен для определения планового расположения подземных коммуникаций.

Повреждение кабеля определяется путем дожига изоляции для получения тока в цепи, подземные коммуникации определяются и без применения генератора, т. к. приемник хорошо принимает сигналы частотой 50 Гц.

При использовании индукционной рамки (контур) возможно бесконтактное подключение к трубопроводам, телефонным и силовым кабелям.

Глубина залегания определяется методом равнобедренного треугольника.

Дальность поиска – 5-10 км.

Точность поиска подземных коммуникаций – 3% от глубины залегания коммуникаций.



Набор инструментов электромонтажника универсальный «НЭУ-М»

Предназначен для производства электромонтажных работ до 1000 В.

Состав комплекта: ключи рожковые, ключ раздвижной КР-19, пресс-клещи для снятия изоляции, ножи изолированные, отвертки крестообразные, плоские, отвертки усиленные (плоская, крестообразная), перчатки д/э до

1000 В, плоскогубцы, кусачки с изолированными ручками, рулетка 2 м, индикаторная отвертка, указатель напряжения ПИН-90, мультиметр цифровой М830 В, фонарик, изолента х/б/ПХВ, молоток, зубило, футляр.



Устройство механического прокола кабеля «УМПК»

Предназначено для индикации отсутствия напряжения на ремонтируемом электрическом кабеле от 0,4 до 10 кВ перед его разрезкой путем

прокола кабеля по диаметру и закорачивания всех жил разных фаз между собой и на землю с целью предотвращения возможности поражения персонала электрическим током и электрической дугой.

Устройством можно производить прокол силовых кабелей различных типов с наружным диаметром от 25 до 70 мм, на глубину не менее 0,6 диаметра кабеля.



Аппаратура контроля опор деревянных «АКОД»

Прибор предназначен для определения степени загнивания деревянных опор линий электропередач. Его использование обеспечивает своевременное определение прогнивших опор, тем самым предупреждая

возникновение разрывов на линиях электропередач. Максимальное углубление иглы в древесину – 110 мм.



Комплект для термитной сварки тугоплавких проводов «КСП»

Комплект КСП предназначен для термитной сварки алюминиевых и стальных проводов воздушных линий электропередач. Диаметр свариваемых проводов – от 3 мм до 30 мм.

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ

Ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на журнал		82717	
(наименование издания)		Индекс издания	
Главный энергетик		Количество комплектов	

на 2008 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____ (фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

на журнал **82717** (индекс издания)

ПВ	место	ли-тер	подписки	--- руб. --- коп.	Количество комплектов
			Перед-ресовки	--- руб. --- коп.	

на 2008 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____ (фамилия, инициалы)

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ

Ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на журнал		16579	
(наименование издания)		Индекс издания	
Главный энергетик		Количество комплектов	

на 2008 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____ (фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

на журнал **16579** (индекс издания)

ПВ	место	ли-тер	подписки	--- руб. --- коп.	Количество комплектов
			Перед-ресовки	--- руб. --- коп.	

на 2008 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____ (фамилия, инициалы)

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штампа отдела связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится работниками предприятий связи и подписных агентств.

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штампа отдела связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в подписных каталогах.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ-МЕСТО» производится работниками предприятий связи и подписных агентств.

**ЗАО «Издательство литературы по архитектуре,
строительству и жилищно-коммунальному хозяйству
«СТРОЙИЗДАТ»**

Почтовый адрес: 107031, г. Москва, а/я 49

Образец заполнения платежного поручения

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

ДОСТАВКА ИЗДАНИЙ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО ПОЧТЕ ЗАКАЗНЫМИ БАНДЕРОЛЯМИ ЗА СЧЕТ РЕДАКЦИИ. В СЛУЧАЕ ВОЗВРАТА ЖУРНАЛОВ ОТПРАВИТЕЛЮ, ПОЛУЧАТЕЛЬ ОПЛАЧИВАЕТ СТОИМОСТЬ ПОЧТОВОЙ УСЛУГИ ПО ВОЗВРАТУ И ДОСЫЛУ ИЗДАНИЙ ПО ИСТЕЧЕНИИ 15 ДНЕЙ.

Получатель

ИНН 7709739154\ КПП 770901001

сч. № 40702810938180136002

ЗАО «Издательство литературы по архитектуре, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству «СТРОЙИЗДАТ»

Вернадское ОСБ №7970

Банк получателя

Сбербанк России ОАО, г. Москва

БИК 044525225

к/сч. № 30101810400000000225

СЧЕТ № 2Ж8 от 10.04.2008

Покупатель:

Расчетный счет №:

Адрес:

№№ п/п	Предмет счета (наименование издания)	Кол-во экз.	Цена за 1 экз.	Сумма	НДС, %	Всего
1	Главный энергетик	6	540	3240	Не обл.	3240
ИТОГО:						

ВСЕГО К ОПЛАТЕ:

Генеральный директор

Главный бухгалтер



М.П.

Москаленко К.А. Москаленко

Москаленко Л.В. Москаленко

ВНИМАНИЮ БУХГАЛТЕРИИ!

В ГРАФЕ «НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТЕЖА» ОБЯЗАТЕЛЬНО УКАЗЫВАТЬ ТОЧНЫЙ АДРЕС ДОСТАВКИ ЛИТЕРАТУРЫ (С ИНДЕКСОМ) И ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКАЗЫВАЕМЫХ ЖУРНАЛОВ.

ОПЛАТА ДОСТАВКИ ЖУРНАЛОВ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ИЗДАТЕЛЬСТВОМ.

НДС НЕ ВЗИМАЕТСЯ (УПРОЩЕННАЯ СИСТЕМА НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ).

ДАННЫЙ СЧЕТ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ ОПЛАТЫ ПОДПИСКИ НА ИЗДАНИЯ ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ И ЗАПОЛНЯЕТСЯ ПОДПИСЧИКОМ. СЧЕТ НЕ ОТПРАВЛЯТЬ В АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА.