

ЭЛЕКТРОЦЕХ

5/2008
**Производственно –
технический
журнал**

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

**Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-17681
от 9 марта 2004 года**

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

© **Некоммерческое
партнерство
Издательский Дом
«Просвещение»**
<http://electro.promtransizdat.ru>

Почтовый адрес редакции:
107031 Москва а/я 49
ИД «Панорама»

Адрес электронной почты редакции:
perspektiva2005@list.ru

Главный редактор
С.А. Леонов

Выпускающий редактор
О. Лунина

Компьютерная верстка
Е. Семенова

Корректор
Г.М. Репникова

Редакция журнала «Электроцех»
выражает надежду, что читатели,
руководители фирм, специалисты
в области управления и экономики про-
должат или оформят вновь подписку
на наш журнал и вышеуказанные издания,
а также установят взаимовыгодное деловое
сотрудничество с организациями
и фирмами, любезно предоставившими
свои материалы для публикации
в данном номере журнала.

СОДЕРЖАНИЕ:

НОВОСТИ КОМПАНИЙ	2
ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	6
Об оценке состояния электрооборудования с большим сроком службы	6
РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ	11
Обзор отечественного рынка электроприводной техники	11
ПРИБОРЫ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ	17
Специальные пылевлагозащищенные светильники для производственных помещений	17
Высокотемпературные сверхпроводниковые трансформаторы – новое поколение подстанционного оборудования	26
ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ	29
Компенсация реактивной мощности «три в одном»	29
Кабели для работы в жестких условиях эксплуатации	35
Эксплуатационные характеристики УЗО	39
ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ	50
Общая методика испытания изоляции электрооборудования	50
МАСТЕР-КЛАСС	60
Особенности применения вакуумных выключателей	60
Осторожно, подделки!	64
ОБМЕН ОПЫТОМ	66
Аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации электрооборудования 6–10 кВ в сетях газоперерабатывающих заводов	66
КНИЖНАЯ ПОЛКА	70
ОХРАНА ТРУДА	72
Время срабатывания и уровень защиты УЗО класса I+II	72

НОВЫЕ ТРЕХФАЗНЫЕ СЧЕТЧИКИ СЕ301 И СЕ303 С ФУНКЦИЕЙ ПОЧАСОВОГО УЧЕТА

Согласно постановлению № 530 Правительства РФ от 31 августа 2006 г., предельные уровни цен для каждого часа суток теперь определяются на основе прогноза почасового потребления крупных абонентов. Поэтому все субъекты рынка электроэнергетики должны быть обеспечены приборами учета с соответствующими возможностями.

Для организации коммерческого и технического учета многие крупные потребители и поставщики электроэнергии используют счетчик ЦЭ6850М торговой марки «Энергомера», заслуживший немало положительных отзывов. Сегодня концерн готов предложить потребителям новые многофункциональные трехфазные приборы учета – счетчики СЕ301 и СЕ303. Использование передовых схемотехнических решений и применение специальных комплектующих обусловили широкие функциональные возможности этих приборов.

Почасовой учет электроэнергии

Счетчики СЕ301 и СЕ303 обеспечивают хранение профилей нагрузок. Возможно измерение активной (и реактивной – СЕ303) энергии в прямом и обратном направлении с усреднением на заданном интервале времени (от 1 до 60 минут). Глубина хранения профилей нагрузки, усредненных на 30-минутном интервале, составляет 60 суток.

Счетчики СЕ301 и СЕ303 ведут учет электроэнергии и мощности по четырем тарифам в двенадцати суточных зонах и предусматривают 36 графиков тарификации.

Достоверность и точность учета

Современная элементная база позволила разработчикам создать приборы учета с высоким классом точности – 0,5 или 1,0. Счетчики надежно защищены от большинства способов хищения электроэнергии и исключают воз-

можность недоучета. Два уровня доступа, защищенных паролями, и электронная пломба (для корпуса типа S) обеспечивают сохранность накопленной информации и настроек приборов.

Полностью соответствуя требованиям ГОСТа по электромагнитной совместимости, счетчики невосприимчивы к высокочастотным магнитным полям и к электростатическим разрядам. Расширенный диапазон рабочих напряжений (от -15 до +20% от Уном) делает возможной их нормальную работу даже при неблагоприятных режимах сети.

Управление нагрузкой. В счетчиках СЕ301 и СЕ303 заложена функция дистанционного управления нагрузкой. В случае превышения отдельным пользователем установленного уровня потребления электроэнергии или мощности счетчик формирует соответствующий сигнал, информируя о возможности отключения абонента. Это позволяет исключить поставку электроэнергии недобросовестным потребителям, значительно уменьшая сумму убытков для энергоснабжающей компании.

Интеграция в АИИС КУЭ. При помощи новых счетчиков могут быть созданы различные варианты АИИС КУЭ. Взаимодействие с внешними устройствами обработки и передачи информации в СЕ301 и СЕ303 может осуществляться несколькими способами. Обмен информацией происходит через современный цифровой интерфейс RS485, радио- или PLC-модемы. Модификации с модемами позволяют осуществлять удаленное снятие показаний, что особенно важно в случае затрудненного доступа к приборам учета. Для считывания данных на месте установки счетчика в его конструкции предусмотрен инфракрасный порт или оптопорт.

Простота и легкость в использовании

Функция самодиагностики, которой обладают счетчики СЕ301 и СЕ303, позволяет оперативно контролировать состояние приборов учета, обеспечивать их своевременный ремонт, а при необходимости

и замену. Сбой в работе счетчиков автоматически фиксируется в журнале, хранящем сведения о 120 последних событиях.

Накопленные показания, ход часов и ведение календаря даже при отсутствии питающего напряжения сохраняются в течение 10 лет. Продолжительный срок службы (30 лет) и большой межповерочный интервал позволяют свести к минимуму затраты на эксплуатацию СЕ301 и СЕ303. Наличие программной и аппаратной защиты памяти данных и программ гарантирует сохранность учетной информации.

Покупатель может выбрать одно из двух корпусных исполнений: S31 – для установки в щиток, R31 – для крепления на рейку TH35. Это позволяет избежать дополнительных сложностей при монтаже счетчиков. Высокая прочность новых приборов, их устойчивость к температурным воздействиям расширяет возможности их применения.

СЕ301 и СЕ303 можно рекомендовать для установки на предприятиях коммунальной энергетики, а также в муниципальных сетевых компаниях, где требуются трехфазные счетчики, обладающие отличными потребительскими качествами при оптимальной цене.

www.energomera.ru

НОВЫЙ ИЗОЛЯТОР ШС10-И1 ИЗ СТЕКЛА И ФАРФОРА

На Южноуральском арматурно-изоляционном заводе в конце прошлого года поставили на промышленное производство изолятор ШС10-И. Недавно выпущена новая модификация – ШС10-И1. В дополнение к существующей модели в «голове» изолятора появился паз для крепления изолированных проводов.

Изолятор ШС10-И состоит из двух деталей: одна выполнена из фарфора, вторая – из закаленного стекла. Особым достоинством этого изолятора стала возможность быстрого визуального обнаружения повреждения изолятора при эксплуатации и его оперативной замены.

Этот изолятор предназначен для изоляции и крепления проводов на воздушных линиях электропередачи, в распределительных устройствах станций и подстанций переменного тока напряжением до 10 кВ и частотой до 100 Гц.

Напомним, что изоляторы ШС 10-И прошли испытания в Государственном унитарном предприятии «Всероссийский электротехнический институт», г. Москва.

До настоящего времени в распределительных сетях на воздушных линиях электропередачи 6–10 кВ традиционно использовались штыревые изоляторы с изоляционной деталью из фарфора и отожженного стекла: ШФ10Г, ШФ20Г, ШС10Д, а также их аналоги из полимерных материалов.

Однако эти изоляторы при электрическом пробое внешне выглядят целыми, и на поиск и замену вышедшего из строя изолятора уходит драгоценное время. Группа разработчиков Южноуральского арматурно-изоляторного завода решила эту проблему.

Для визуализации пробоя и сохранения провода на опоре они разработали новый изолятор. Им и стал ШС10-И из закаленного стекла и фарфора.

– Стекланная часть изолятора полностью разрушается при пробое, фарфоровая сохраняется и создает дополнительную электрическую прочность, поддерживая провод и выдерживая нагрузки напряжения, – рассказывает технический директор завода Владимир Головин.

По результатам испытаний ИЦ ГУП ВЭИ изоляторы линейные штыревые типа ШС10-И производства ОАО «ЮАИЗ» соответствуют требованиям проекта ТУ 3493-200-76935199-2006.

www.aiz.ru

В ОМСКЕ ОТКРЫТ НОВЫЙ ЗАВОД ПО ВЫПУСКУ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Омское научно-производственное объединение (НПО) «Мир» завершило строительство завода по выпуску электротехнических изделий. Открытие в Омске новых

производственных мощностей НПО «Мир» состоится сегодня с участием первого вице-президента Российской инженерной академии Игоря Пономарева, губернатора Омской области Леонида Полежаева, заместителя полпреда Президента РФ в СФО Владимира Псарева. Инвестиции в проект серийного выпуска широкой номенклатуры современной электротехники составили 500 млн руб.

Основной рынок сбыта продукции – трансформаторных подстанций и систем электроуправления – сибирские регионы. Новый четырехэтажный корпус общей площадью 4,6 тыс. кв. м в Амурском поселке Омска возводился около года. Ввод новых мощностей обеспечивает значительное расширение производственных возможностей НПО «Мир», основанных на собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах. Ряд автоматических систем дополняют комплексные трансформаторные подстанции (КТП), электрошкафы, пакетные выключатели, трехфазные счетчики и другая продукция.

Строительство нового завода финансировалось за счет собственных средств научно-производственного объединения. ООО «НПО «Мир» разрабатывает программные средства, автоматизированные системы управления технологическим процессом добычи нефти, электрическими и тепловыми сетями, системы контроля и учета энергоресурсов. Порядка 3 тысяч объектов энергетики и нефтедобычи оснащены оборудованием объединения. Электронные пускорегулирующие аппараты для автоматического контроля мощности ламп наружного освещения ведущее омское научно-производственное объединение поставляет более чем в 100 городов России.

Выпуская электронную аппаратуру и приборы собственной разработки для сбора, обработки и передачи данных с территориально распределенных объектов в диспетчерские пункты, НПО «Мир» осуществляет полное сервисное обслуживание своей продукции,

начиная с монтажно-наладочных работ. Сегодня партнерами НПО являются российские нефтяные, угольные и энергетические компании, предприятия металлургического комплекса и нефтехимии.

НПО «Мир» – свидетельство мощного интеллектуального потенциала Сибири и доказательство того, что при грамотном подходе к делу высокую прибыль может приносить и наукоемкое производство. Главными конкурентными преимуществами продукции этого приборостроительного предприятия, являются качество на уровне мировых стандартов и стоимость – ниже зарубежных аналогов. Предприятие отличается высокой культурой производства, стремлением к улучшению условий труда и снижению затрат на производство за счет внедрения современных технологий и оборудования. До 1997 года основное производство НПО «Мир» базировалось на арендованных площадях. На протяжении десяти лет шел практически непрерывный процесс формирования и развития собственной производственной базы. В настоящее время «Мир» располагает собственным научно-производственным комплексом, включая научно-технический центр и промышленные корпуса.

www.sibindustry.ru

КОМПАНИЯ «НГ-ЭНЕРГО» РАЗРАБОТАЛА УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ ЭНЕРГОКОМПЛЕКС

Инженерная служба «НГ-Энерго» совместно со специалистами заводов-изготовителей бурового оборудования разработала универсальный дизельный энергокомплекс мощностью 4360 МВт. Комплекс предназначен для работы в составе новых и предыдущих моделей буровых установок отечественного производства. Совместная работа инженеров «НГ-Энерго» и сотрудников заводов позволила повысить уровень надежности энергообеспечения процесса бурения, в том числе в суровых условиях Крайнего Севера.

Комплекс состоит из 4 дизельных электростанций общей мощностью 4 МВт, одной резервной

установки, закрытого распределительного устройства и пульта управления. Дизельные электростанции Cummins работают в России в составе буровых установок с 1999 года и заслужили признание специалистов благодаря своей надежности и неприхотливости.

17 апреля в рамках комплексных испытаний, которые будут проходить на территории завода «НГ-Энерго», пройдет презентация дизельного энергокомплекса. В презентации энергокомплекса примут участие руководители крупнейших буровых компаний России.

Программа испытаний разработана ЗАО «НГ-Энерго» совместно с ЗАО «Уралмаш-ВНИИБТ» в рамках требований ООО «Бургаз».

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.

ИА INFOLine

ДЕКРАФТ – НОВЫЙ БРЕНД НА РЫНКЕ НИЗКОВОЛЬТНОЙ АППАРАТУРЫ

На рынке электротехники появился новый бренд с хорошо узнаваемыми очертаниями ДЭК. Это торговая марка DEKraft, которая стала новым именем старейшей марки российского электрооборудования.

Таким образом, по замыслу новой компании торговая марка ДЭК, достигнув десятилетнего возраста, переходит на новую ступень развития. Этот уровень призвана обеспечить европейская компания DIN Elektro Kraft, которая в начале 2008 года приобрела права на торговую марку ДЭК.

В России мало известно об этой компании, но она гарантирует высокий европейский уровень управления в полном соответствии с российскими и международными законами. Изделия компании будут

соответствовать международным и российским стандартам и проходить испытания и сертификацию в лучших мировых и российских лабораториях.

Планируется довести размер инвестиций, направленных на смену производственной площадки, модернизацию производства, ввод новых производственных мощностей и создание лабораторий, до десятков миллионов евро в течение ближайших лет.

Все это стало предметом обсуждения на пресс-конференции, которая прошла в марте 2008 года в отеле «Красные холмы», г. Москва.

Пресс-конференция и была посвящена созданию нового торгового бренда в России.

В пресс-конференции приняли участие руководители компаний «ДЭК» и DIN Elektro Kraft в лице основателя компании «ДЭК» г-на А. Косолапова и директора компании DIN Elektro Kraft г-на С. Акинфиева, представители компаний, журналисты средств массовой информации, работающие в журналах, газетах и порталах электротехнической направленности.

Резюмируя сказанное на пресс-конференции, можно выделить следующие аспекты появления нового бренда на российском рынке электротехники.

Новый бренд DEKraft полностью заменит известный бренд ДЭК.

Безусловно, возникнут проблемы, связанные с его раскруткой и разъяснениями. Требуется целенаправленная агрессивная работа на рынке рекламы, как в печатных, так и электронных средствах массовой информации. Возможности для этого имеются.

Любые инвестиции в производство начинаются с анализа состояния и перспектив развития отрасли. Приведены предварительные результаты такого анализа, в основу которого положен принцип узнаваемости торговой марки, дана сегментация рынка и место в нем основных производителей низковольтной модульной аппаратуры.

Таким образом, новая компания определила и свое место на рынке низковольтной аппаратуры,

а цель, которую она преследует на ближайший период времени: расширение занимаемого сегмента рынка к 2010 году до уровня 90–100% общего объема производства.

На что предполагается делать упор с точки зрения организации производства. В первую очередь это перенос производства из-за рубежа в Россию.

В настоящее время основная доля аппаратов собирается на китайском заводе Delixi Electric Ltd., где создано совместное предприятие. Цель новой компании – перенос производственных мощностей по изготовлению всей продукции на территорию России, в ее центральную часть.

Это позволит не только лучше контролировать процесс производства, но и наращивать мощности и объемы выпуска.

Особое место отводится повышению качества продукции по системе ISO9000. Вводится обязательная экспертиза продукции на различных этапах производства в ВНИИС, устанавливается новое тестовое оборудование, обеспечивается 100%-ный выходной контроль. Разработана и совершенствуется программа борьбы с подделками.

Главное в системе реализации продукции – создать расширенную дилерскую сеть по всей России, используя имеющуюся сеть распространения компании ДЭК. Вся продукция компании будет реализовываться только через дилерскую сеть. В системе реализации 95% персонала – это коммерсанты и маркетологи. Остальные специалисты – электротехники.

Поэтому важную роль играет совершенствование системы обучения персонала. Планируется проведение в рамках учебного центра периодических занятий с персоналом на местах и последующая их аттестация. Только технически подготовленный работник компании будет участвовать в продвижении ее продукции.

Важную роль в работе новой компании отводится укреплению ее имиджа. С этой целью разработана программа организации семинаров, участие в выставках, проведение

интернет-рекламной кампании на своем WEB-сайте и других электротехнических порталах.

Все это по замыслу руководителей компании позволит решить главную задачу: плавный переход от старой известной торговой марки ДЭК и новому бренду DEKraft и завоевание ведущих позиций на рынке низковольтной модульной аппаратуры.

www.iElectro.ru

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАО «МЕАНДР»
РЕЛЕ КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ
РКН-1-1-15**

ЗАО «МЕАНДР» объявляет о выпуске реле контроля напряжения РКН-1-1-15 с максимальным допустимым напряжением питания 400 вольт (при номинальном 220 В).

Необходимость изготовления данного реле вызвана тем, что в условиях эксплуатации, когда реле контролирует однофазное переменное напряжение 220 В, при обрыве нулевого провода напряжение может увеличиться до 380 В (пример: трехфазная сеть 380/220 В с нейтралью распределена однофазным потребителям нагрузки по фазам неравномерно), в этих условиях требуется реле контроля напряжения, выдерживающие длительное перенапряжение.

Реле контроля однофазного напряжения предназначено для защиты электрооборудования от работы на пониженном или повышенном напряжении из-за неполадок в сети. Питание реле осуществляется от контролируемого напряжения, отдельного напряжения питания не требуется.

ЗАО «МЕАНДР» выпускает следующие реле контроля переменного однофазного и постоянного напряжения:

РКН-1-1-15 – регулируемые, верхний, нижний пороги срабатывания;

РКН-1-2-15 – фиксируемая задержка повторного пуска – 6 мин. (защита компрессоров, холодильников, кондиционеров);

РКН-1-5-15 – с оптронным выходом, предназначено для применения в устройствах автоматики, с применением микропроцессорной

техники (необходимо быстродействие и частота срабатывания).

www.electronshik.ru

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕСТЕРЫ
АКИП А-8401 / 8402**

Многофункциональные электрические тестеры АКИП А-8401 / 8402 измеряют широкий перечень нормируемых параметров: сопротивление изоляции до 2 ГОм, параметры УЗО (всех типов), параметры петли и вычисление тока КЗ (до 42 кА), сопротивление низкоомных цепей током 200 мА (заземления, уравнивания потенциалов), измерение токов утечки.

При помощи модели АКИП-8402 в однофазной энергосети можно проводить измерения: переменного тока и напряжения (TRMS), активной/реактивной/полной мощности, коэфф. мощности, гармоник тока и напряжения (до 49-й), а также параметров окружающей среды: температуры, влажности, освещенности, уровня звука (опционально).

В обоих приборах имеется продвинутая функция «Автоизмерения» (АВТО – последовательный тест из неск. режимов), которая существенно экономит время на проведение всех процедур при тестировании объекта. При выборе этой функции прибор последовательно и автоматически выполняет измерения: полное сопротивление шины (цепи) заземления + тест УЗО + измерение сопротивления изоляции непосредственно в розетках жилых помещений.

Кроме того, имеется возможность дистанционного запуска заданного теста при использовании опции PR400, что очень удобно при необходимости ускорения тестирования в условиях значительных объемов периодического контроля или при большом количестве протяженных объектов. При помощи опционального пробника PR400 выполнение тестов происходит по разрешению оператора, т.е. только после необходимых настроек прибора и подключения к объекту испытаний. Это обеспечивает не только высокую производительность и удобство при контрольных измерениях во всех

режимах, но и повышенную безопасность оператора. Особенно это важно для функции «АВТО» (выполнения совокупной последовательности базовых тестов по электробезопасности): общее сопротивление в цепи защитного заземления Global Earth Resistance, тест УЗО и измерение изоляции непосредственно при подключении к бытовой электророзетке (3-конт. евровилка).

Внутренняя память приборов АКИП-8401 / 8402 обеспечивает сохранение 500 результатов измерений (в зависимости от режима), предусмотрен интерфейс оптический RS-232/USB.

Приборы выполнены в современном эргономичном корпусе, оснащены большим ЖК-дисплеем с подсветкой, имеют широкое контекстное справочное меню и развитую систему информационных подсказок (сообщений), что облегчает выполнение измерений в любом из режимов и циклов тестирования.

www.electronshik.ru

**ООО «ЭЛЕКТРОМАШИНА»
ВЫХОДИТ НА МИРОВОЙ РЫНОК
ТРАНСФОРМАТОРОВ**

ООО «Электромашина» налаживает отношения с Китаем на поставку китайских масляных сухих трансформаторов и шахтных взрывобезопасных подстанций на российский рынок, в настоящее время трансформаторы проходят испытания, сертификацию для продажи в России. Первая партия поступит на российский рынок уже в первом квартале 2008 года.

www.elektromasina.energoportal.ru

**РУСЭЛТ: ОСВОЕН СЕРИЙНЫЙ
ВЫПУСК ТРЕХФАЗНЫХ
СТАБИЛИЗАТОРОВ
НАПРЯЖЕНИЯ СТЭМ-2 IP54**

Группой компаний «РУСЭЛТ» освоен серийный выпуск трехфазных стабилизаторов напряжения СТЭМ-2 IP54 наружной установки, снабженных грозозащитной системой. Данное оборудование имеет уличное исполнение и предназначено для эксплуатации в тяжелых климатических условиях в очень широком диапазоне температур.

www.ruselt-spb.ru



**Е. Иванова,
В. Осотов,**
кандидат технических наук,
Общественный совет
специалистов по диагностике
электрооборудования при УРЦОТЭ,
г. Екатеринбург

ОБ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ С БОЛЬШИМ СРОКОМ СЛУЖБЫ

Несмотря на обилие разговоров о постоянном увеличении в эксплуатации доли оборудования, выработавшего не только назначенный, но и парковый ресурс, темпы его замены настолько малы, что процесс старения парка силового электрооборудования становится угрожающим. «Болезнь» настолько запущена, что ожидать быстрого решения этой проблемы не приходится. Объем старого оборудования настолько велик, что быстрая его замена практически невозможна как из-за недостаточности необходимых производственных мощностей, так и по причине недостатка строительного-монтажного персонала. Существующие темпы ввода новых энергетических мощностей часто не успевают за темпами роста энергопотребления, что в ряде регионов уже сегодня является фактором, сдерживающим рост экономики в целом. В этих условиях совершенствование системы сервисного обслуживания стареющего электрооборудования становится не только задачей поддержания его работоспособности, но и задачей поддержания на должном уровне надежности электроснабже-

ния в целом. Для решения этих задач необходимо не просто установить факт соответствия или несоответствия оборудования набору неких формальных признаков, но и своевременно выявить признаки ускоренного старения и провести комплекс мероприятий, позволяющих продлить ресурс электрооборудования на определенный срок.

Ключевыми в этой ситуации становятся следующие вопросы:

- ◀ Каков фактический или остаточный ресурс работоспособности конкретной группы или единицы электрооборудования?
- ◀ Каковы фактические характеристики надежности конкретной группы или единицы электрооборудования, срок службы которого существенно превышает назначенный в технической документации?
- ◀ Что нужно сделать, чтобы не только поддержать работоспособность старого электрооборудования, но и обеспечить приемлемые характеристики его надежности?

К сожалению, в настоящее время абсолютно точных и однозначных ответов на эти вопросы не существует. Это обусловлено целым рядом причин и прежде всего несовершенством действующей нормативно-технической документации (НТД). Однако это не означает, что приемлемого решения такой задачи вообще не существует. В реальной жизни совсем необязательно иметь однозначные ответы на все вопросы. Во многих случаях достаточно качественной оценки с приемлемым уровнем достоверности.

Рассмотрим возможные пути решения таких проблем на примере оценки состояния изоляции силовых трансформаторов.

В соответствии с действующей НТД практически единственным решением является определение степени полимеризации образцов изоляции из зоны, где изоляция подвержена наибольшей деградации. Чаще всего это наиболее нагретая зона обмоток трансформатора, которая расположена в труднодоступном месте. На практике это означает, что для проведения относительно простого и недорогого анализа необходимо, по сути дела, провести капитальный ремонт трансформатора (разгерметизировать активную часть, слить масло, отобрать образец изоляции из труднодоступной зоны обмоток, восстановить поврежденную в месте отбора образцов изоляцию и т. д.). Если даже предположить идеальные условия проведения процедуры отбора образцов, становится ясным, что такая работа должна проводиться только тогда, когда имеются достаточные основания ожидать значительного износа изоляции. Проводить же такие работы, чтобы убедиться в незначительном термическом старении изоляции, не имеет никакого практического смысла. А если учесть, что на любом этапе работ по отбору образцов витковой изоляции могут быть допущены ошибки, способные привести в дальнейшем к повреждению трансформатора, то тем более необходимо «семь раз отмерить», прежде чем проводить такие процедуры. Это особенно актуально на современном этапе реформирования электроэнергетики, когда сервисные услуги объявлены «непрофильным бизнесом», а исполнители этих услуг определяются по результатам торгов, где компетенция исполнителя, как показывает реальная практика, является не самым главным фактором. В совокупности это означает, что в действительности образцы изоляции отбираются из удобной для отбора зоны, а не из зоны с наибольшим старением изоляции.

Это приводит к тому, что достоверность, казалось бы, абсолютно достоверного метода контроля на самом деле достаточно далека от 100%.

В такой ситуации важную роль играют косвенные методы, позволяющие накопить достаточные данные для оценки состояния изоляции и принять обоснованное решение о проведении отбора образцов изоляции. Такие методы косвенной оценки известны и должны использоваться на практике.

Например, законы термического старения бумажной изоляции изучены достаточно хорошо, и на их основе разработаны многочисленные, в том числе и стандартизированные, методики оценки относительного расхода ресурса изоляции силовых трансформаторов по температуре наиболее нагретой точки. Однако для трансформаторов с большим сроком службы невозможно получить точные данные для расчетов, так как в относительно недалеком прошлом отсутствовали системы автоматизированного сбора и длительного хранения необходимой информации (текущая нагрузка, систематические и аварийные перегрузки, температура масла и окружающей среды и т. п.). Ретроспективно эти данные могут быть оценены только экспертно, что позволяет определить термический износ изоляции лишь в первом приближении. Однако на практике и этих данных в ряде случаев достаточно для принятия решения об отборе образцов изоляции. Например, если известно, что нагрузка трансформатора на протяжении всего срока службы не превышала 50% номинальной, температура верхних слоев масла при этом была ниже допустимой на 30–40°C и существуют другие данные, указывающие на отсутствие опасных перегревов, то очевидно, что и через 30–40 лет эксплуатации термический износ незначителен и поэтому проведение дорогостоящих процедур для подтверждения этого факта не имеет смысла. Это установлено как опытом эксплуатации (успешная эксплуатация трансформаторов со сроком службы более 40–45 лет), так и опытом обследования старых трансформаторов (случаи выявления предельного состояния изоляции единичны). Другое дело, когда нагрузка и другие параметры, определяющие процесс износа изоляции, близки к предельным значениям. В этом случае неточность в месте отбора образцов может существенно повлиять на корректность оценки степени старения изоляции и для повышения точности оценки необходимо применение дополнительных косвенных методов.

**ВОЛГОГРАДСКИЕ ЭНЕРГЕТИКИ
ПРЕДСТАВИЛИ УНИКАЛЬНУЮ
СИСТЕМУ МОНИТОРИНГА ЛЭП**

«На VIII Межрегиональной специализированной выставке «Энергетика. Энергосбережение. Электротехника – 2008» ОАО «Волгоградэнерго», входящее в состав ОАО «МРСК Юга», представило технические новинки, среди которых система мониторинга ЛЭП, которая предназначена для непрерывного измерения в реальном времени гололедно-ветровых нагрузок на линии», – сообщил корреспонденту «Кавказского узла» Валерий Таранов, руководитель отдела по работе с органами власти, общественными организациями и СМИ.

Валерий Таранов отметил, что данная система «не только позволяет увидеть нагрузку на ЛЭП в ее любой точке, но и распознает характер отложений (гололед, снег, изморозь), информирует о возникшем предаварийном режиме работы ВЛ, контролирует температуру провода при плавке гололедных отложений».

Эта система, по словам Таранова, уже применяется в районах с наиболее сложными климатическими условиями: Котовском, Даниловском, Жирновском, Камышинском. Кроме того, филиал «Камышинские электрические сети» презентовал свой учебно-тренировочный полигон, где проходят тренировки единственной в России бригады электромонтеров, работающей под напряжением.

Говоря о мерах повышения надежности энергообеспечения, заместитель генерального директора ОАО «МРСК Юга» – управляющий директор ОАО «Волгоградэнерго» Евгений Бибин отметил: «Среди задач, которые стоят перед электросетевой компаний, одна из важнейших – снижение степени износа сетей, которая сегодня составляет 64,4%. Уже к 2015 году мы планируем приблизиться к среднеевропейскому показателю – 50%. Эти и другие меры требуют значительного финансирования. За последние три года объем инвестиций ОАО «Волгоградэнерго» составил 1,9 млрд рублей. За этот период нам удалось ввести дополнительно 126 МВА (мегавольтампер) трансформаторной мощности, только за последний год введено более 200 км новых сетей».

На 2008 год, по словам Бибина, запланирована не менее масштабная инвестиционная программа, сумма финансирования которой составляет 928,5 млн рублей.

>>10

Наименее затратными из таких методов являются методы, основанные на анализе продуктов деструкции изоляции и других элементов активной части, содержащихся в масле (определение содержания фурановых соединений, состав растворенных газов, состав механических примесей и т.п.). Например, высокое содержание фурановых соединений в масле является достаточным основанием для проведения отбора образцов изоляции с целью определения степени полимеризации бумаги. Если же небольшое содержание фурановых соединений в масле хорошо согласуется с другими косвенными показателями, свидетельствующими о незначительном старении изоляции, то нет никакой необходимости проводить отбор образцов для определения степени полимеризации бумаги. Опыт ОАО «Свердловэлектроремонт» подтверждает это: во всех трансформаторах с аномально большим содержанием фурановых соединений степень полимеризации бумажной изоляции была очень близка к предельным значениям, а при небольшом содержании фурановых соединений ни разу не было зафиксировано значение степени полимеризации, приближающееся к предельному. Случай, когда небольшая концентрация фурановых соединений явно противоречила бы другим данным, свидетельствующим о предельном старении изоляции, в практике ОАО «Свердловэлектроремонт» пока не встречался. Однако при возникновении такой ситуации отбор образцов изоляции для определения степени полимеризации будет вполне оправданным.

Процесс старения изоляции зависит также от степени ее увлажнения и загрязнения изоляционных промежутков. Загрязнению изоляционных промежутков способствуют процессы старения трансформаторного масла, продукты разложения которого, отлагаясь на поверхности изоляции, снижают ее изоляционные характеристики, затрудняют отвод тепла или просто разрушают изоляцию вследствие химических реакций. Поэтому при оценке степени старения изоляции в качестве косвенных показателей вполне можно использовать данные о диэлектрических характеристиках изоляции и масла. Однако для получения достоверной информации методика проведения этих измерений должна отличаться от закрепленной в действующей НТД («Объем и нормы испытания электрооборудования» и т.п.). Прежде всего это касается условий отбора проб масла и проведения измерений диэлектрических характеристик изоляции, на что неоднократно обращалось внимание в различных публикациях. Для примера в таблице 1 приведены результаты измерений на трансформаторе, предельное состояние изоляции которого было подтверждено комплексом других измерений, в том числе и измерением степени полимеризации целлюлозы. Эти данные показывают, что измерения характеристик изоляции трансформаторов с большим сроком службы только при допустимых действующими НТД относительно низких значениях температуры могут создать ложное представление о состоянии изоляции.

Особо следует подчеркнуть, что ни один из перечисленных методов оценки степени старения изоляции не дает 100-процентной достоверности (вероятности абсолютно точной оценки). Например, по данным ЗТЗ-СЕРВИС, ошибка в оценке степени полимеризации

Таблица 1

Сравнение характеристик изоляции трансформатора, измеренных на заводе и при комплексном обследовании, при разных температурах

Тип трансформатора, наработка (лет), вид защиты масла	Схема измерений	Температура изоляции, °С	Место измерений	R60 МОм	tg, %
ТДЦГ-90000/110	ВН - (НН+К)	+56	завод	310	0,6
			обследование	9	8,1
		+35	завод	700	0,4
			обследование	270	0,9
	НН - (ВН+К)	+56	завод	370	0,7
			обследование	7	6,8
+35		завод	600	0,5	
		обследование	230	0,7	
33 года	(ВН+НН) - К	+56	завод	200	0,7
			обследование	9	6,8
		+35	завод	450	0,4
			обследование	200	0,8
	ВН-К	+56		20	8,9
		+35	обследование	810	0,7
Силика – гелевый фильтр	НН-К	+56		10	10,0
		+35	обследование	600	0,6
	ВН-НН	+56		11	8,5
		+35	обследование	1300	0,5

целлюлозы за счет ошибки в выборе места отбора образца (определении места наиболее нагретой точки) может достигать 10–20%. Поэтому суммарная достоверность даже этого, казалось бы, абсолютного метода может быть в идеале оценена значением 0,8–0,9. Достоверность каждого косвенного метода может быть оценена значением 0,6–0,7. Однако в случае совпадения оценок двух независимых косвенных методов суммарная достоверность достигнет уже значения 0,84–0,91, что не уступает достоверности наиболее точного метода.

Таким образом, для подтверждения работоспособности изоляции силовых трансформаторов совсем необязательно прибегать к прямым методам оценки с отбором образцов и определением степени полимеризации целлюлозы. Для этих целей можно использовать комплекс косвенных методов оценки, позволяющих избежать дорогостоящих и небезопасных для изоляции трансформатора работ по вскрытию его активной

части. Отбор образцов следует проводить только тогда, когда это необходимо для получения количественных оценок при наличии достаточных оснований по результатам косвенных методов оценки.

Проблема оценки состояния изоляции силовых трансформаторов с большим сроком службы является ключевой и одной из самых сложных при решении вопроса о продлении ресурса трансформаторов.

Мы не рассматриваем методы оценки остаточного ресурса других элементов силовых трансформаторов. Но несложно показать, что корректная оценка их состояния и ресурса также может быть выполнена на основании комплекса косвенных методов, а применение прямых измерений при ревизии активной части целесообразно проводить только при наличии достаточных оснований по данным косвенных методов.

В настоящее время для легитимной оценки состояния старых трансформаторов принято

<< 8

Эти средства будут направлены в первую очередь на ремонт и реконструкцию объектов электросетевого хозяйства.

«Кроме этого, у нас существует ряд целевых программ – замена масляных выключателей на современные элегазовые, неизолированного провода на самонесущий изолированный и т.д. Также будет вестись строительство новых подстанций, которые будут обслуживать новые жилые массивы, промышленные, торгово-развлекательные объекты», – подвел итог Валерий Таранов.

Ранее «Кавказский узел» сообщал, что энергетики области планируют в 2008 году направить на природоохранные мероприятия 274 миллиона рублей, что на 36,5% больше, чем в прошлом году.

Свыше 230 млн рублей в 2008 году компания направит на внедрение современного и более экологически безопасного в эксплуатации оборудования. В частности, будут заменены 22 масляных выключателя 35–110–220 кВ, продолжится замена так называемого голого провода на самонесущий изолированный.

www.kavkaz-uzel.ru

МАЧТОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ МТП МИНСКОГО ЗАВОДА ИМ. В.И. КОЗЛОВА

Основное принципиальное отличие мачтовых подстанций – это установка оборудования на опоре (двух опорах для трансформаторов мощностью 160 и 250 кВА). Это позволяет исключить нежелательное проникновение в подстанцию и сэкономить средства для ее ограждения.

Достоинства:

- Испытания – оборудование после производства проходит испытания на заводе. Важно отметить, что такие испытания проходят далеко не на всех заводах-производителях.

- Конструкция МТП – рассчитана на установку силового трехфазного герметичного трансформатора (ТМГ).

- Сборка – сборка и изготовление проходят на одном из крупных электротехнических заводов в Европе.

- Покраска – защита от коррозии металлических частей путем нанесения эпоксидно-полиэфирного (порошкового) покрытия.

- РЛНД – поставляется комплектом с подстанцией (но не у всех производителей).

>> 36

применять технологию так называемого комплексного обследования, когда для повышения достоверности оценки применяется комплекс методов контроля как на работающем трансформаторе с созданием режимов, приближающихся к предельно допустимым, так и на отключенном трансформаторе с применением методик, выходящих за рамки, регламентированные основополагающими НТД (иначе, как отмечено выше, получить достоверную оценку просто невозможно). Несмотря на высокую эффективность такой методики, она обладает одним существенным недостатком – высокой трудоемкостью и наукоемкостью и, как следствие, высокой ценой. Опыт показывает, что при проведении полноценного комплексного обследования ежегодно можно оценить не более 3–4% существующего парка трансформаторов. Очевидно, что при таких темпах невозможно обоснованное стратегическое планирование обновления парка трансформаторов. Необходима разработка и широкое внедрение новых технологий оценки силовых трансформаторов, которые бы позволили за относительно короткое время (1–3 года) разбить весь парк старых трансформаторов на несколько групп. Например: работоспособные трансформаторы, не требующие профилактического ремонта, с ожидаемым остаточным ресурсом не менее 15–20 лет; работоспособные трансформаторы с тем же ожидаемым остаточным ресурсом, но требующие для его обеспечения профилактического ремонта; аналогичные группы трансформаторов с ожидаемым ресурсом 10–15 лет и 5–10 лет; трансформаторы с ожидаемым ресурсом менее 5 лет и, наконец, трансформаторы в предаварийном состоянии, требующие срочной замены. При наличии такой градации комплексное обследование потребуется только для трансформаторов одной или двух последних групп. Для других групп трансформаторов может быть достаточно оценки методами функциональной диагностики (без вывода трансформаторов из работы) при расширении номенклатуры анализов масла и учете конструктивных особенностей и опыта эксплуатации трансформаторов с привлечением компетентных экспертов. Предварительный анализ показывает, что такая технология снижает трудоемкость работ в 15–20 раз, а их стоимость примерно в 10 раз при практически той же достоверности оценки. Это делает реальным и обоснованным разработку стратегических планов обновления парка силовых трансформаторов при умеренных затратах и сохранении показателей их надежности на приемлемом уровне. Аналогичные технологии могут применяться и при оценке парка других видов электрооборудования.

Несмотря на то что в настоящее время накоплен достаточный научный и практический опыт оценки и прогнозирования ресурса трансформаторов и других видов электрооборудования, до сих пор отсутствует какой-либо нормативный документ, регламентирующий саму процедуру продления их ресурса. Это не только является основным препятствием на пути внедрения новых технологий оценки и продления ресурса трансформаторов и других видов электрооборудования, но и лишает возможности разработать обоснованные перспективные планы обновления электрооборудования.

З. Кузнецова,
«Снабжение и сбыт»



ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНОКА ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ ТЕХНИКИ

Рынок электроприводной техники в России не стоит на месте. Несмотря на присутствие зарубежных фирм, отечественные производители электродвигателей, редукторов, мотор-редукторов, частотных преобразователей предлагают свою конкурирующую продукцию. Мы подготовили обзор продукции известных производителей и поставщиков на российском рынке приводной техники.

Открытое акционерное общество «Завод «Электромашина» (г. Белгород) создано в 1991 году и имеет научно-производственный профиль. Завод «Электромашина» осуществляет производство и ремонт электрических машин и электродвигателей общепромышленного и взрывозащищенного исполнения. В число заказчиков белгородского завода входят крупные добывающие и горно-обогатительные предприятия России, металлургические заводы, заводы металлургического машиностроения, машиностроительные заводы, бумажные фабрики, вагоностроительные и вагоноремонтные заводы, цементные заводы,

предприятия строительных материалов, сахарные заводы, предприятия агропромышленного комплекса и многие другие организации.

В ассортименте своей продукции завод «Электромашина» выпускает электродвигатели постоянного тока общепромышленного исполнения серии 6П (аналоги серий 2П, 4П); тяговые электродвигатели взрывозащищенного и рудничного исполнения серии ДТНБ, ДРТ, ДРК (аналоги серий ДК-812, ДК-813, ДК-816, ЭТ-46, GGFB-75/55057, PE-Siemens); экскаваторные электродвигатели серии 6П (аналоги ДЭ (В) – 812, 816, 818, ДПЭ (В) – 52, 54, ДП-72, ДП-82).

Электродвигатели постоянного тока серии 6П общепромышленного применения

Электродвигатели постоянного тока серии 6П (аналоги серий электродвигателей 2П, 4П, 5П) предназначены для создания регулируемых электроприводов с высокими динамическими и эксплуатационными показателями, а также для комплектации бумагоделательных, красильно-

отделочных и подъемно-транспортных машин, полимерного оборудования, буровых станков и вспомогательных агрегатов экскаваторов.

Электродвигатели серии 6П габаритов 200–280 мм, мощностью до 200 кВт предназначены для работы в продолжительном номинальном режиме S1.

Электродвигатели данной серии имеют диапазон регулирования частоты вращения 1:5 при регулировании током возбуждения и 1:1000 при тиристорном регулировании напряжения в цепи якоря. Машины этой серии имеют несколько конструктивных исполнений. Двигатели закрытого и обдуваемого исполнений со степенью защиты IP44 мощностью до 10 кВт изготавливают с полностью шихтованным магнитопроводом статора, запрессованным в круглый чугунный или алюминиевый корпус. Способ охлаждения – IC0041 (без вентиляции) или IC0141 с поверхностным охлаждением вентилятором, установленным на валу.

Двигатели выполняют без корпуса при прямоугольном сечении пакета статора, способ охлаждения – IC06 или IC05.

Электродвигатели рассчитаны для установки в закрытых помещениях с невзрывоопасной окружающей средой, не содержащей токопроводящую пыль в концентрациях, снижающих параметры машин.

Расшифровка условного обозначения электродвигателя типа 6П: 6 – серия; П – постоянного тока; X-H – с самовентиляцией; ФМ – с независимой вентиляцией; Г – генератор; Y – высота оси вращения; S, M, L – длина сердечника якоря; Г – наличие тахогенератора.

Электродвигатели серии ДРК взрывозащищенные

Электродвигатели типа ДРК-27/19,6 предназначены для электропривода механизмов подачи очистных комбайнов типа КШЭ.

Взрывозащищенность достигается заключением двигателя во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление, создаваемое при взрыве внутри оболочки, и исключает передачу взрыва в окружающую среду.

Исполнение двигателей горизонтальное, закрытое с естественным охлаждением, рудничное, взрывобезопасное с одним выступающим коническим концом вала. Магнитная система состоит из стального остова в виде стакана, к которому с помощью шпилек и болтов крепятся главные и добавочные полюсы с катушками. Остов со стороны

коллектора имеет окно для доступа к щеткодержателям, щеткам и коллектору. Сердечники главных полюсов собраны из листов электротехнической стали, а сердечники добавочных полюсов выполнены из стальной поковки. Катушки полюсов выполнены из изолированного медного провода.

Изоляция катушек по нагревостойкости класса Н (ТИ180). Сердечник якоря состоит из пакета листов электротехнической стали, нашитованных на вал и удерживаемых в спрессованном состоянии двумя нажимными шайбами. В открытые пазы сердечника якоря уложена волновая обмотка, выполненная из жестких секций и закрепленная бандажом из стеклоленты типа ЛСБ. Изоляция обмотки якоря по нагревостойкости класса F (ТИ155).

Коллектор набран из пластин коллекторной меди, изолированных между собой и от корпуса миканитовыми прокладками и манжетами и зажатых между нажимным конусом и коллекторной втулкой. К остову привариваются два кронштейна (щеточные пальцы), к которым крепятся щеткодержатели. Двигатель имеет один подшипниковый щит, устанавливаемый со стороны свободного конца вала. Со стороны коллектора на валу устанавливается шарикоподшипник, а со стороны свободного конца вала – роликподшипник.

Расшифровка условного обозначения двигателей типа ДРК: Д – двигатель; Р – рудничный; К – комбайновый.

Электродвигатели серии ДРТ взрывозащищенные

Электродвигатели типа ДРТ-12 предназначены для привода рудничных контактных электровозов.

Взрывозащищенность достигается заключением двигателя во взрывонепроницаемую оболочку, которая выдерживает давление, создаваемое при взрыве внутри оболочки, и исключает передачу взрыва в окружающую среду.

Исполнение двигателей горизонтальное, закрытое с естественным охлаждением, рудничное, взрывобезопасное с одним выступающим коническим концом вала. Магнитная система состоит из стального остова в виде стакана, к которому с помощью шпилек и болтов крепятся главные и добавочные полюсы с катушками. Остов со стороны коллектора имеет окно для доступа к щеткодержателям, щеткам и коллектору. Сердечники главных полюсов собраны из листов электротехнической стали, а сердечники добавочных полюсов выполнены из стальной поковки. В двигателях ДРТ-23,5

катушки добавочных полюсов изготавливаются из медной ленты.

Изоляция катушек по нагревостойкости класса Н (ТИ180). Сердечник якоря состоит из пакета листов электротехнической стали, наштампованных на вал и удерживаемых в спрессованном состоянии двумя нажимными шайбами. В открытые пазы сердечника якоря уложена волновая обмотка, выполненная из жестких секций и закрепленная бандажом из стеклоленты типа ЛСБ. Изоляция обмотки якоря по нагревостойкости класса F (ТИ155).

Коллектор набран из пластин коллекторной меди, изолированных между собой и от корпуса миканитовыми прокладками и манжетами и зажатых между нажимным конусом и коллекторной втулкой. К остову привариваются два кронштейна (щеточные пальцы), к которым крепятся щеткодержатели. Двигатель имеет один подшипниковый щит, устанавливаемый со стороны свободного конца вала. Со стороны коллектора на валу устанавливается шарикоподшипник, а со стороны свободного конца вала – роликподшипник.

Подшипниковый щит литой, имеет замок для соединения с корпусом редуктора.

Экскаваторные электродвигатели серии 6П

Двигатели предназначены для работы на механизмах экскаваторов в продолжительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) режимах.

По способу возбуждения двигатели изготавливаются с независимым, параллельным и параллельным со стабилизирующей обмоткой возбуждением. Класс нагревостойкости изоляции – 'F' и 'H'. Вид климатического исполнения – У, УХЛ и Т.

Конструктивное исполнение: на лапах, с горизонтальным валом, коническими концами вала – IM1003 (с одним концом вала) и IM1004 (с двумя концами вала); без лап, с фланцем на корпусе, с вертикальным валом, с двумя коническими концами вала – IM4014.

Двигатели выпускаются универсальными по способу охлаждения – с принудительной вентиляцией и естественным охлаждением. Двигатели закрытого исполнения с естественным охлаждением и двигатели защищенного исполнения с принудительной вентиляцией взаимозаменяемы и различаются только наличием или отсутствием крышек на окнах выхода и входа воздуха.

Энергосбережение, как общемировая проблема, стала наиболее актуальна в последние годы.

Для России эта проблема усугубляется стабильным ростом цен на энергоносители и особенно на электроэнергию. Применение частотно-регулируемого электропривода – одно из эффективнейших средств энергосбережения.

Частотно-регулируемый электропривод позволяет в широких диапазонах, с высоким КПД регулировать скорость вращения электродвигателей переменного тока и благодаря гибким возможностям управления с максимальной эффективностью согласовывать работу электродвигателей и нагрузки с требованиями самых различных технологических процессов.

Научно-производственная фирма «Ирбис» (г. Новосибирск)

разработала и своими силами серийно выпускает по прямым договорам широкую гамму частотно-регулируемых электроприводов с использованием новейших достижений сильноточной и слаботочной электроники. Выпущено уже более тысячи таких приводов для самых различных предприятий России и СНГ. Продолжаются работы по установке приводов в ЖКХ и Новосибирскэнерго. В жилищно-коммунальном хозяйстве регулируемый электропривод, используемый для насосов городских систем холодного и горячего водоснабжения, позволяет на 40–60% сократить расход электроэнергии, на 20% – воды и тепла и, что не менее важно, исключить механические и гидравлические удары в системах водоснабжения, что дает значительное сокращение аварийных разрывов трубопроводов.

Актуально применение частотно-регулируемого электропривода для тягодутьевых вентиляторов ТЭЦ. Кроме значительной экономии электроэнергии, обеспечивается минимизация вредных (серных, азотных и других) выбросов в атмосферу, что значительно улучшает экологическую обстановку в городе.

Транзисторные электроприводы серии ИРБИ 8

Электроприводы серии ИРБИ 8 предназначены для общепромышленных механизмов с неглубоким диапазоном регулирования скорости. Они обеспечивают диапазон регулирования частоты вращения электродвигателя 50:1 вниз с постоянством момента и 1:2 вверх от номинальной в режиме постоянства мощности на его валу. Кратность перегрузки в течение одной мин. составляет 1,5. Выходная частота – 0...100 Гц. Выходное напряжение – 0...380 В.

Предусмотрена защита от короткого замыкания, перегрузки двигателя, повышения/понижения напряжения сети, обрыва фазы сети.

Индикация информирует о наличии питающего напряжения, рабочем состоянии, перегреве или перегрузке, об аварийной ситуации, имеется цифровая индикация скорости и нагрузки двигателя (кроме ИРБИ 82).

Тиристорные станции управления серии ИРБИ 6

Предназначены для механизмов, не требующих регулирования скорости или требующих незначительного регулирования. Обеспечивают плавный пуск с заданными параметрами, отключение и защиту асинхронных двигателей любых серий мощностью до 315 кВт.

Станции управления обеспечивают ограничение пускового тока на выбранном уровне, плавный пуск и работу асинхронного двигателя в режиме ползучей скорости.

Установлены защиты: от короткого замыкания; времятоковая; от неправильного чередования фаз; от обрыва фазы сети или нагрузки; от понижения напряжения сети; от перегрева тиристоров.

Серия ИРБИ 6 оснащена индикацией: включенного состояния; рабочего состояния; процесса пуска; аварийного состояния; срабатывания защиты.

По требованию заказчика станция может комплектоваться контроллером с клавиатурным управлением и цифровой индикацией.

Нерегулируемые станции управления серии ИРБИ 640

Данные станции выполнены на базе однокристалльной микроЭВМ и электромагнитного контактора. Могут работать в ручном или автоматическом режиме. Рекомендуются для работы в стабильных условиях с нечастыми пусками.

Оснащены индикацией: включенное состояние; срабатывание защиты; время до пуска; текущее время, дата; окончание пуска; фазные токи; линейные напряжения; нагрузка; количество пусков; общая наработка; хронология событий.

Нерегулируемые станции управления серии ИРБИ 640 имеют защиту от несанкционированного вмешательства, повышения и понижения напряжения, недогрузки или перегрузки, перегрева охлаждаемых силовых тиристоров. Предусмотрена защита в случаях короткого замыкания, неправильного чередования фаз, недопустимого дисбаланса

напряжений и токов, турбинного вращения, понижения изоляции цепи ТМГП – ПЭД и др.

Станции управления с фазовым регулированием серии ИРБИ 641

Выполнены на базе однокристалльной микроЭВМ и тиристорного пускателя. Могут работать в ручном и автоматическом режимах. Позволяют ограничить пусковой ток на уровне от 2 до 6 $I_{ном}$, при этом пуск становится плавным, что увеличивает долговечность обмоток двигателя, а также повышает надежность всей установки за счет исключения скручивания валов при пуске.

При использовании системы телеметрии позволяют поддерживать уровень жидкости в скважине в заданных пределах путем пусков и отключений установки. Позволяют подрегулировать скорость в небольших пределах вниз от номинальной. Рекомендуется для работы в стабильных условиях с частыми пусками, особенно в программном режиме.

Станции управления серии ИРБИ 641 оснащены аналогичными системами индикации и защиты ИРБИ 640.

Станции управления с частотным регулированием серии ИРБИ 840

Станции управления с частотным регулированием серии ИРБИ 840 выполнены на базе 16-разрядного процессора и силового транзисторного инвертора. Позволяют регулировать скорость в широких пределах как вниз, так и вверх от номинальной. Во всех режимах ток двигателя не превышает $1,5 I_{ном}$. Станции могут работать как в режиме стабилизации скорости, так и в режиме стабилизации производительности.

Регулирование скорости вниз от номинальной позволяет уменьшить производительность установки, не прибегая к дросселированию магистрали, повысив таким образом КПД и долговечность установки. Регулирование скорости вверх от номинальной позволяет откачивать тяжелый раствор глушения после ремонта скважины; сохранить производительность установки при захвате насосом газа и сократить количество срабатываний защиты от срыва подачи; использовать насос меньшей длины.

При использовании системы телеметрии станция ИРБИ 840 позволяет поддерживать в скважине уровень жидкости заданный путем регулирования скорости двигателя.

Рекомендуется использовать при выводе скважины на режим после ремонта, а также в не-

стабильных условиях, например при изменяющейся плотности жидкости и в иных сложных условиях.

Возможно использование укороченных насосов при повышенной частоте питания двигателя.

Московская фирма «Техпривод» основана в 1997 году и в настоящее время является одним из основных поставщиков приводной техники на российском рынке. Она является дилером ведущих редукторных заводов страны, ближнего и дальнего зарубежья: Киевского редукторного завода, Псковского завода механических приводов, ОАО «Агрегат», г. Славянск, завода «Точмаш», г. Переяслав-Хмельницкий, Чешского завода TOS ZNOJMO.

Устройства плавного пуска серии HPS2E Heping Electric Co

HPS2E 03-25 – это серия малогабаритных цифровых устройств плавного пуска, специально разработанных для одно- и трехфазных асинхронных электродвигателей малой мощности. Данные устройства осуществляют плавный запуск и плавную остановку электродвигателя. Более того, можно изменять время, в течение которого будут происходить плавный запуск и плавная остановка. Также поддается регулировке и уровень пускового момента, развиваемого на валу электродвигателя. Мощность электродвигателя до 11 кВт включительно. Данные устройства являются полным аналогом УПП PSS03-25 известной международной корпорации ABB.

Устройства плавного пуска серии PRR1000

PRR 1015-1200 – это серия цифровых устройств плавного запуска для асинхронных электродвигателей мощностью от 15 до 315 кВт включительно. Основное назначение этих устройств – осуществление плавного запуска и плавной остановки электродвигателя. Наличие встроенного программируемого микроконтроллера и сенсорной панели управления позволяет изменять не только время запуска и остановки электродвигателя в широком диапазоне значений, но и более 20 других параметров, позволяющих запрограммировать софт-стартер в соответствии с технологическим процессом.

Устройства плавного пуска серии 3RW30 Siemens, Германия

3RW30 – это серия цифровых устройств плавного запуска для асинхронных электродвигателей

мощностью от 0,25 до 55 кВт включительно. Этот тип устройств плавного пуска широко используется в холодильном оборудовании, кондиционерах, системах управления насосами, ленточных конвейерах и т. д. За счет двухфазного управления на протяжении всего разгона ток во всех трех фазах поддерживается на уровне минимальных значений. Благодаря непрерывному действию напряжения здесь не возникают неизбежные, например для пускателей типа «звезда-треугольник», пиковые токи и моменты. Применение этих устройств снижает нагрузку на сеть электропитания, тем самым продлевая ей жизнь.

Компания Sew-Eurodrive на протяжении многих лет поставляет приводную технику и ее компоненты и является мировым лидером на рынке приводной техники. Наличие склада и собственное сборочное производство в Санкт-Петербурге позволяет в кратчайшие сроки поставлять свою продукцию.

В области промышленных редукторов Sew-Eurodrive предлагает пять серий редукторов, обладающих впечатляющими характеристиками и мощностью. Не важно, производился ли редуктор серийно или он изготовлен по индивидуальному заказу клиента – промышленные редукторы от Sew-Eurodrive справятся с поставленной задачей в любой отрасли: при производстве промышленного оборудования, в горнодобывающей промышленности, в кораблестроении, энергетике, деревообрабатывающей промышленности или при добыче полезных ископаемых.

Компактная серия MC (6...65 кНм)

Рынок требует все более компактных конструкций, более высокой удельной мощности, повышенной эффективности, различных вариантов монтажа, коротких сроков поставки и разнообразной, а еще лучше модульной программы унифицированного оборудования. Эти условия выполняются компактными редукторами серии MC. Конструкция с параллельными валами обеспечивает минимум технического обслуживания и монтажного пространства и довольно низкую себестоимость. Восемь типоразмеров гарантируют возможность точного решения конкретной задачи. Компактные редукторы серии MC можно комбинировать с множеством унифицированных модулей.

Особенности конструкции: отдельная серия редукторов; цилиндрические и коническо-цилиндрические редукторы; модульная концепция;

возможность специальных конфигураций; цельный корпус без плоскостей разъема; универсальность монтажа; применимость любых стандартных соединительных элементов на входе и выходе.

Предпочтительные сферы применения: конвейерное оборудование, например в производстве стройматериалов, химической и пищевой промышленности, переработке кормов; транспортное оборудование; деревообработка и бумажная промышленность, очистные сооружения; смесители; приводы крановых платформ (портовое оборудование, транспортные устройства).

Серия CN (3...600 кНм)

Особые условия применения, специальные задачи, машины и установки индивидуальной конструкции были и будут всегда. И зачастую стандартный редуктор – не выход из таких ситуаций. Во всех этих случаях хороший выбор – это редукторы серии CN. Ведь в том, что касается индивидуальных конфигураций, т.е. гибкости и разнообразия вариантов, этим редукторам едва ли найдутся равные соперники. Как со стороны входа, так и со стороны выхода они готовы к монтажу самых различных модулей. Дополнительные элементы можно устанавливать даже справа и слева – без больших усилий и затрат.

Особенности конструкции: отдельная серия редукторов; цилиндрические и коническо-цилиндрические редукторы; литая или сварная конструкция корпуса; малозатратная реализация специальных конфигураций; конструкция с параллельными валами; все редукторы – с одной плоскостью разъема; отдельные варианты корпусов для горизонтальных и вертикальных монтажных позиций; применимость любых стандартных соединительных элементов на входе и выходе.

Предпочтительные сферы применения: оборудование химической промышленности (например, крупные смесители), горнодобывающая промышленность; крупные специальные установки индивидуальной конфигурации; краностроение/подъемные механизмы (подъем стрелы, груза).

Серия P (24...445 Нм)

Еще совсем недавно для получения привода с низкой частотой вращения и большим вращающим моментом приходилось использовать громоздкие трансмиссии и огромные зубчатые передачи. Сегодня подобные проблемы легко решаются планетарными редукторами с мощной поддержкой

дополнительных мотор-редукторов. Эти в своем роде совершенно новые планетарные мотор-редукторы обладают некоторыми внушительными преимуществами.

В первую очередь это очень компактная конструкция. И она позволяет устанавливать мотор-редуктор прямо на планетарный редуктор. Здесь не понадобятся муфты, промежуточные фланцы и соединительные устройства, требующие расходов и монтажного пространства.

Особенности конструкции планетарных редукторов: способны передавать большой вращающий момент; очень компактны; обладают высокой жесткостью на скручивание.

Особенности конструкции дополнительных мотор-редукторов: обеспечивают разнообразие входных параметров; предусматривают различные передаточные числа; могут быть как цилиндрическими, так и коническими.

Предпочтительные сферы применения – повсюду, где необходимы низкая частота вращения и большой вращающий момент. Например: сушильные установки в производстве стройматериалов; загрузочные установки в производстве цемента и любое иное промышленное оборудование подобного назначения.

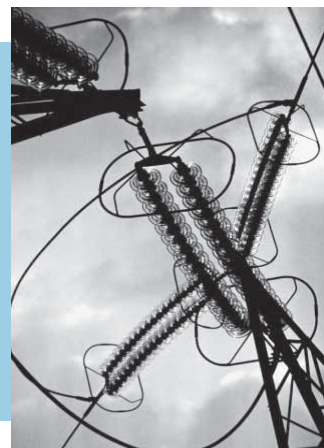
Серия Q (36... > 1000 кНм)

Эта серия также отличается особой компактностью конструкции. Специальные конфигурации привода реализуются без больших затрат, ведь концепция этих редукторов вполне допускает интеграцию специальных решений в приводную систему. С редукторами серии Q можно использовать любые из стандартных соединительных элементов как со стороны входа, так и со стороны выхода.

Особенности конструкции: отдельная серия планетарных редукторов; способность передачи больших вращающих моментов при минимуме монтажного пространства; применимость любых стандартных модулей на входе и выходе; возможность комбинирования с цилиндрической или конической дополнительной ступенью.

Предпочтительные сферы применения – повсюду, где необходимы низкая частота вращения и большой вращающий момент, например: точные и надежные приводы крупных параболических антенн и раздвижных крыш; промышленное оборудование, например поворотные механизмы, конвейерные технологические линии.

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



СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПЫЛЕВЛАГОЗАЩИЩЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

В зависимости от характера и особенностей технологического процесса производственные помещения могут иметь повышенное содержание пыли и влаги, а также кислотные и щелочные пары.

Для таких сред необходимы специальные светильники, комплектуемые различными источниками света. Ниже приведены технические характеристики таких светильников, выпускаемых

отечественными производителями, чья продукция пользуется спросом на мировом рынке.

**1. ЗАО «ЭНЕРГОСВЕТ»,
г. КРАСНОГОРСК**

а) Пылевлагозащищенные светильники серии ЛПП 55 предназначены для освещения пыльных

Таблица 1

Технические характеристики светильников серии ЛПП 55

Тип светильника	Лампа	Диаметр лампы, мм	КПД, %	Масса, кг	Габариты, мм (LxВxН)
ЛПП 55-2x40-001 УХЛ4	ЛБ/ЛД40Вт	38	65	2,9	1260x126x130
ЛПП 55-2x36-002 УХЛ4	ЛБ/ЛД36Вт	26	65	2,8	1260x126x130
ЛПП 55-2x40-003 УХЛ4	ЛБ/ЛД40Вт	38	86	3,0	1260x200x130
ЛПП 55-2x36-004 УХЛ4	ЛБ/ЛД36Вт	26	86	2,9	1260x200x130

и влажных промышленных помещений, а также помещений с содержанием паров кислотных и щелочных сред.

Светильник комплектуется конденсатором от радиопомех. По заказу возможна комплектация конденсатором для компенсации реактивной мощности.

Корпус светильника изготовлен из стеклонеполненного полиэстера. Материал не подвергается воздействию паров агрессивных кислотных и щелочных сред.

В табл. 1 приведены технические характеристики светильников серии ЛПП 55.

Дополнительные характеристики светильников серии ЛПП 55:

- ↙ напряжение сети 220 В;
- ↙ частота сети 50 Гц;
- ↙ коэффициент мощности $\text{Cos}\varphi = 0,43/0,85$;
- ↙ степень защиты IP 53;
- ↙ тип цоколя G13.

б) Промышленные светильники серии ГСП (ЖСП, РСР) 07 предназначены для освещения производственных и складских помещений с повышенным содержанием пыли и влаги.

Блок ПРА изготовлен из алюминиевого сплава методом литья под давлением, отражатель изготовлен из алюминия методом глубокой вытяжки, защитное стекло – закаленное термостойкое.

Монтаж пускорегулирующей аппаратуры выполнен на металлической плате. Подвод кабеля осуществляется через сальниковый ввод.

Светильник подвешивается на крюк. Светильники имеют:

- ↙ анодированный отражатель;
- ↙ порошковое покрытие блока ПРА;
- ↙ возможность изменения КСС (регулируемый по высоте патрон).

В табл. 2 приведены технические характеристики светильников серии ГСП (ЖСП, РСР) 07.

Дополнительные характеристики светильников серии ГСП (ЖСП, РСР) 07:

- ↙ напряжение сети 220 В;
- ↙ частота сети 50 Гц;
- ↙ коэффициент мощности $\text{Cos}\varphi = 0,85$;
- ↙ степень защиты IP 53;
- ↙ тип цоколя E40;
- ↙ габариты (LxВxH), мм 490x490x610.

в) Промышленные люминесцентные светильники серии ЛСП47 предназначены для освещения пыльных и влажных помещений. В табл. 3 приведены технические характеристики светильников серии ЛСП 47.

г) Светильники для ламп накаливания:
↙ ВЗГ200 предназначены для освещения помещений с содержанием в воздухе взрывоопасных и горючих веществ:

Таблица 2

Технические характеристики светильников серии ГСП (ЖСП, РСР) 07

Тип светильника	Лампа	КПД, %	Масса, кг
ГСП 07-400-001 УХЛ2	ДРИ 250	68	6,5
ГСП 07-400 – 001 УХЛ2	ДРИ 400	72	8,4
ЖСП 07-250-001 УХЛ2	ДНаТ250	70	7,8
ЖСП 07-400-001 УХЛ2	ДНаТ 400	74	9,6
РСР 07-250-001 У2	ДРЛ 250	66	6,4
РСР 07-400-001 У2	ДРЛ 400	70	8,3
ГСП 07-250-002 УХЛ2	ДРИ 250	70	4,5
ГСП07-400-002 УХЛ2	ДРИ 400	74	6,4
ЖСП 07-250-002 УХЛ2	ДНаТ 250	72	5,8
ЖСП 07-400-002 УХЛ2	ДНаТ400	76	7,6
РСР 07-250-002 У2	ДРЛ 250	68	4,4
РСР 07-400-002 У2	ДРЛ 400	72	6,3

Модификация 001 – с защитным стеклом, 002 – без защитного стекла.

Технические характеристики светильников серии ЛСП 47

Тип светильника	Лампа	Патрон	КПД, %	Масса, кг	Габариты, мм
ЛСП 44-1x18-002	ЛБ/ЛД 18	G13	65	1,45	670x100x108
ЛСП 44-2x18-002	ЛБ/ЛД 18	G13	65	1,7	670x158x108
ЛСП 44-1x36-002	ЛБ/ЛД 18	G13	60	2,3	1279x100x108
ЛСП 44-2x36-002	ЛБ/ЛД 18	G13	60	3,8	1279x147x108
ЛСП 47-1x18-001	ЛБ/ЛД 18	G13	65	1,3	680x110x93
ЛСП 47-2x18-001	ЛБ/ЛД 18	G13	65	1,6	680x170x93
ЛСП 47-1x36-001	ЛБ/ЛД 18	G13	65	1,5	1270x110x93
ЛСП 47-2x36-001	ЛБ/ЛД 18	G13	65	3,1	1270x170x93
Н-Туре 2x36W	КЛЛ 36	2G11	65	1,05	470x174x95

← ПСХ 60, НСП 02, НПП 03 предназначены для освещения пыльных и влажных помещений.

**2. ОАО «ПЕТУШИНСКИЙ
МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЗАВОД»
(товарная марка «Люмсвет»)**

Пылевлагозащищенные светильники «Айсберг 2x36» предназначены для освещения помещений с высокой концентрацией влаги и пыли (например, производственные цехи). Светильники обладают энергосберегающим эффектом, который достигается за счет использования ЭПРА, позволяющего экономить до 30% потребляемой электроэнергии за счет высокого коэффициента использования мощности. Светильники имеют низкие световые потери и оптимальное светораспределение, степень защиты IP65, надежное крепление; конструкция светильника обеспечивает его быстрый монтаж и удобное обслуживание.

Рассеиватель светильников изготовлен из поликарбоната, обладающего уникальной ударопрочностью и гибкостью.

Ниже приведены технические характеристики светильников «Айсберг 2x36»

Номинальное напряжение сети, В	220±10
Номинальная частота, Гц	50
Срок службы, лет, не менее	10
Степень защиты	IP65
Климатическое исполнение	УХЛ
Категория размещения	2
Класс светораспределения	П
Кривая силы света	Д
КПД, %, не менее	60
Коэффициент мощности, Cosφ, не менее	0,95

Тип цоколя	G13
Масса, кг	2,2
Мощность, Вт	2x36
Габариты, мм (А x В x Н)	1270x152x100
Полное наименование светильника:	Айсберг 2x36 IP65 РС.

**3. АРДАТОВСКИЙ
СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАВОД**

а) Модернизированные светильники серии ЛСП44 предназначены для общего освещения сырых и пыльных промышленных зданий, помещений с химически агрессивными средами, сельскохозяйственных помещений, мастерских и складских помещений, больничных, ванных, душевых, кухонных помещений, а светильники типа ЛСП44 исполнения 003 предназначены также для освещения пожароопасных помещений. Работают от сети питания 220 В, 50 Гц.

Климатическое исполнение – УХЛ4, 04.

Класс защиты от поражения электрическим током – 1.

Светильники по химстойкому исполнению соответствуют ХЗ. Степень защиты – IP65.

Расшифровка: Л – прямые трубчатые люминисцентные лампы; С – подвесные; П – для производственных зданий; 44 – номер серии. *Вторая цифра:* 0 – электромагнитный ПРА; 1 – электронный ПРА; *Третья цифра:* 1 – рассеиватель из акрилового стекла; 2 – рассеиватель из поликарбоната; 3 – корпус и рассеиватель из поликарбоната для пожароопасных помещений.

В табл. 4 приведены дополнительные технические характеристики светильников серии ЛСП44.

б) Модернизированные светильники серии ПВЛМ-П предназначены для общего освещения пыльных, сырых и влажных производственных зданий. Работают от сети питания 220 В, 50 Гц. Класс защиты от поражения электрическим током – II.

Степень защиты – IP54.

Расшифровка: ПВ – пылевлагозащищенный; Л – люминесцентные лампы; М – модернизированный; П – пластмассовый.

Первая цифра: 0 – базовое исполнение; 1 – с отражателем; 2 – с отражателем с окнами; 3 – с отражателем с решеткой; 4 – с отражателем с окнами, с решеткой; 5 – с трубой защитной; 6 – с отражателем с трубой защитной; 7 – с отражателем с окнами, с трубой защитной; 8 – с отражателем, с решеткой с трубой защитной; 9 – с отражателем с окнами, с решеткой, с трубой защитной.

Вторая цифра: 0 – электромагнитный ПРА; 1 – электронный ПРА.

Третья цифра: 1 – подвес на стержень; 2 – установка на горизонтальную поверхность; 3 – подвес на серьгу; 4 – подвес на трос.

В табл. 5 приведены дополнительные технические характеристики светильников ПВЛМ-П.

4. ООО «ЛИСМА – АЛАТЫРСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

а) Светильники серии НСП11 с лампами накаливания предназначены для общего освещения производственных помещений, технологических проходов и иных объектов производственного назначения с повышенным содержанием пыли и влаги.

Преимущества светильников:

- удобство и простота монтажа и обслуживания;
- использование дешевых и доступных источников света;
- надежность и простота конструкции;
- высокая стойкость к воздействию перепадов температур, коррозии.

Технические характеристики светильников серии НСП11.

Номинальное напряжение сети, В	220
Номинальная частота, Гц	50
Тип патрона	E27
Степень защиты	IP62
Климатическое исполнение	У3, ХЛЗ, ТЗ
Класс светораспределения	Н
Тип кривой силы света	М
Класс защиты от поражения электрошоком	I
Уровень изоляции	1
Срок службы, лет	10

Светильники рассчитаны на мощность ламп в 100 и 200 Вт, серия ламп: Б215 – 225, масса ламп от 1,7 до 3,2 кг; габариты светильника ДхН: 165 (230) x 270 (420) мм.

В табл. 6 даны дополнительные технические характеристики светильников серии НСП11.

б) Светильники серии НСП 09 с лампами накаливания предназначены для общего освещения производственных помещений, технологических проходов и иных объектов производственного назначения с повышенным содержанием пыли и влаги.

Таблица 4

Дополнительные технические характеристики светильников серии ЛСП44

Тип светильника	КПД, %, не менее	Источник света	Размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
			L	B	A	
ЛСП44-2Х36-001	65	ЛБ36	1279	147	850	3,8
ЛСП44-2Х36-002						
ЛСП44-2х36-003						
ЛСП44-36-001	80			97		2,3
ЛСП44-36-002						
ЛСП44-36-003						
ЛСП44-2Х58-001	65	ЛБ58	1580	147	4,6	
ЛСП44-2Х58-002						
ЛСП44-2х58-003						

Таблица 5

Дополнительные технические характеристики светильников серии ПВЛМ-П

Тип светильника	Аналог	КПД, %, не менее	Источник света	Размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
				L	B	H	
ПВЛМ П-36/40-002	ЛСП24-40-002	85	ЛБ36/ ЛБ40	1269	65	135	1,7
ПВЛМ П-36/40-102	ЛСП24-40-102	71			194	150	3,0
ПВЛМ П-36/40-302	ЛСП24-40-112	68			194	150	3,5
ПВЛМ П-36/40-402	ЛСП24-40-212	69			194	150	3,4
ПВЛМ П-36-502	ЛСП24-36-402	70			65	132	2,3
ПВЛМ П-2х36/40-002	ПВЛМ-2х36/40-22	85			122	132	2,4
ПВЛМ П-2х36/40-102	ПВЛМ-Д-2х36/40-22	71			226	170	4,23
ПВЛМ П-2х36/40-202	ПВЛМ-ДО-2х36/40-22	72			226	170	4,0
ПВЛМ П-2х36/40-302	ПВЛМ-ДР-2х36/40-22	68			226	170	4,75
ПВЛМ П-2х36/40-402	ПВЛМ-ДОР-2х36/40-22	69			226	170	4,6
ПВЛМ П-2х36-502	ЛСП24-2х36-402	70			126	132	3,1

Таблица 6

Дополнительные технические характеристики светильников серии НСП11

Тип светильника	Размер D, мм	Размер H, мм	Масса, кг	Тип лампы	Мощность лампы, Вт
НСП 11-100-234	200	330	1,8	Б215-225-100	100
НСП 11-100-334	200	345	1,8	Б215-225-100	100
НСП 11-100-434	200	355	1,8	Б215-225-100	100
НСП 11-200-234	230	365	3,2	Б215-225-200	200
НСП 11-200-334	230	380	3,2	Б215-225-200	200
НСП 11-200-434	230	390	3,2	Б215-225-200	200
НСП 11-100-225	165	320	2,0	Б215-225-100	100
НСП 11-100-325	165	360	2,0	Б215-225-100	100
НСП 11-100-425	165	360	2,0	Б215-225-100	100
НСП 11-100-235	165	270	1,7	Б215-225-100	100
НСП 11-100-335	165	330	1,7	Б215-225-100	100
НСП 11-100-435	165	330	1,7	Б215-225-100	100
НСП 11-200-225	210	380	2,9	Б215-225-200	200
НСП 11-200-325	210	420	2,9	Б215-225-200	200
НСП 11-200-425	210	420	2,9	Б215-225-200	200
НСП 11-200-235	210	330	2,7	Б215-225-200	200
НСП 11-200-335	210	390	2,7	Б215-225-200	200
НСП 11-200-435	210	390	2,7	Б215-225-200	200

Светильники серии НСП 09 имеют те же преимущества, что и светильники НСП 11, а также те же технические характеристики, за исключением следующего:

- степень защиты IP51
- климатическое исполнение УХЛ2
- срок службы, лет 8
- класс светораспределения Р, Н



- ◀ – тип кривой силы света спец., М
- ◀ – масса, кг от 1,2 до 3,7
- ◀ – габариты, мм

ДхН: 136 (240) x 252 (285) мм.

В табл. 7 даны дополнительные технические характеристики светильников серии НСП 09.

5. ООО «УПП ЭЛЕКТРОСЕРВИС», г. РЕВДА

а) Светильники промышленные подвесные серии ЖСП12-150 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями труда (исп. 011, 013, 101, 211, 213), для помещений с повышенным содержанием пыли и влаги (исп. 012, 014, 102, 104, 212, 214).

Источник света – лампа натриевая высокого давления типа ДНаТ-150, кривая силы света (КСС) – косинусная, $I_{max} = 2475$ кд, высота установки – 6...9 м, климатическое исполнение светильника – У2, мощность ламп 150 Вт, $\cos\phi = 0,85$, КПД не менее 75%, тип патрона Е-40, масса светильника (без ПРА) от 1,7 до 3,6 кг, габариты не более 420x470x505 мм (АхВхС) – рис. 1; степень защиты – IP22 и IP54.

б) Светильники промышленные подвесные серий РСР12-250 и ЖСП12-250 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями труда (исп. 011, 013, 101, 103, 211, 213), для помещений с повышенным содержанием пыли и влаги (исп. 012, 014, 102, 104, 212, 214).

Источник света – лампа газоразрядная ртутная высокого давления типа ДРЛ-250 и лампа натриевая высокого давления типа ДНаТ-250, мощность ламп 250 Вт; КСС – косинусная; $I_{max} = 2475$ кд; высота установки – 6... 9 м; $\cos\phi = 0,53$ (для РСР12-250) и $\cos\phi = 0,85$ (для ЖСП12-250); КПД не менее 75%; тип патрона Е40, масса светильника (без ПРА) от 1,7 до 3,6 кг, габариты не более 420x470x505 мм (АхВхС) – рис. 1; степень защиты – IP22 и IP54.

В табл. 9 даны дополнительные технические характеристики светильников серий РСР12-250 и ЖСП12-250.

Мощность источника света 250 Вт, тип патрона Е40.

в) Светильники промышленные подвесные серий РСР12-400 и ЖСП12-400 имеют то же самое назначение, что и РСР12-250 и ЖСП12-250.

Источник света – те же типы ламп, что и для предыдущей серии, но мощность их 400 Вт; $\cos\phi$ имеет те же значения, т. е. 0,53 (для РСР12-400) и 0,85 (для ЖСП12-400); габариты не более 500x500x515 мм (АхВхС) – рис. 1; степень защиты и тип патрона, как и у предыдущей серии; масса светильника (без ПРА) от 2,0 до 4,7 кг; КПД не менее 65%; высота установки – 6... 9 м.

В табл. 10 приведены дополнительные технические характеристики светильников серий РСР12-400 и ЖСП12-400.

Мощность источника света 250 Вт, тип патрона Е40.

В табл. 8 приведены дополнительные технические характеристики светильников серии ЖСП12-150.

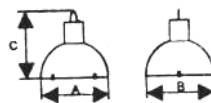


Рис. 1. Габаритные размеры светильников.

Таблица 7

Дополнительные технические характеристики светильников серии НСП 09

Тип светильника	Класс светораспределения	Тип кривой силы света	Размер D, мм	Размер Н, мм	Масса, кг	Мощность лампы, Вт
НСП 09-0200/IP51-05	Р	спец.	240	305	3,7	200
НСП 09-0200/IP51-06	Р	спец.	240	285	3,4	200
НСП 09-100-001	Н	М	136	252	1,2	100

Таблица 8

Дополнительные технические характеристики светильников серии ЖСП12-150

Обозначение	Узел ввода	А, мм	В, мм	С, мм	Масса*, кг
ЖСП 12-150-011 У2	+	400	400	385	1,7
ЖСП 12-150-012 У2	+	420	420	405	3,4
ЖСП 12-150-013 У2	+	420	420	405	2,0
ЖСП 12-150-014 У2	+	420	420	405	3,6
ЖСП 12-150-101 У2	-	420	400	350	1,7
ЖСП 12-150-102 У2	-	420	420	370	3,4
ЖСП 12-150-103 У2	-	420	420	370	2,0
ЖСП 12-150-104 У2	-	420	420	370	3,6
ЖСП 12-150-211 У2	+	420	470	505	1,7
ЖСП 12-150-212 У2	+	420	420	435	3,4
ЖСП 12-150-213 У2	+	420	420	435	2,0
ЖСП 12-150-214 У2	+	420	420	435	3,6

**мощность источника света 150 Вт, cosφ = 0,85; КПД-75%, тип патрона Е40.*

Таблица 9

*Дополнительные технические характеристики светильников
серий РСР12-250 и ЖСП12-250*

Обозначение	Узел ввода	cosφ, не менее	КПД, %, не менее	А, мм	В, мм	С, мм	Масса*, кг
РСР 12-250-011 У2	+	0,53	75	400	400	385	1,7
РСР 12-250-012 У2	+	0,53	75	420	420	405	3,4
РСР 12-250-013 У2	+	0,53	75	420	420	405	2,0
РСР 12-250-014 У2	+	0,53	70	420	420	405	3,6
РСР 12-250-101 У2	-	0,53	75	400	400	350	1,7
РСР 12-250-102 У2	-	0,53	75	420	420	370	3,4
РСР 12-250-103 У2	-	0,53	75	420	420	370	2,0
РСР 12-250-104 У2	-	0,53	70	420	420	370	3,6
РСР 12-250-211 У2	+	0,53	75	420	470	505	1,7
РСР 12-250-212 У2	+	0,53	75	420	420	435	3,4
РСР 12-250-213 У2	+	0,53	75	420	420	435	2,0
РСР 12-250-214 У2	+	0,53	70	420	420	435	3,6
ЖСП12-250-011 У2	+	0,85	75	400	400	385	1,7
ЖСП12-250-012 У2	+	0,85	75	420	420	405	3,4
ЖСП12-250-013 У2	+	0,85	75	420	420	405	2,0
ЖСП12-250-014 У2	+	0,85	75	420	420	405	3,6
ЖСП12-250-101 У2	-	0,85	75	400	400	350	1,7

Окончание таблицы 9

ЖСП12-250-102 У2	-	0,85	75	420	420	370	3,4
ЖСП12-250-103 У2	-	0,85	75	420	420	370	2,0
ЖСП12-250-104 У2	-	0,85	75	420	420	370	3,6
ЖСП12-250-211 У2	+	0,85	75	420	470	505	1,7
ЖСП12-250-212 У2	+	0,85	75	420	420	435	3,4
ЖСП12-250-213 У2	+	0,85	75	420	420	435	2,0
ЖСП12-250-214 У2	+	0,85	75	420	420	435	3,6

* Масса светильника без ПРА

Таблица 10

Дополнительные технические характеристики светильников
серий РСР12-400 и ЖСП12-400

Обозначение	Узел ввода	Сosφ, не менее	КПД, %, не менее	А, мм	В, мм	С, мм	Масса*, кг
РСР 12-400-011 У2	+	0,53	70	470	470	470	2,0
РСР 12-400-012 У2	+	0,53	65	500	500	485	4,3
РСР 12-400-013 У2	+	0,53	65	500	500	485	2,7
РСР 12-400-014 У2	+	0,53	70	500	500	485	4,7
РСР 12-400-101 У2	-	0,53	65	470	470	435	2,0
РСР 12-400-102 У2	-	0,53	65	500	500	450	4,3
РСР 12-400-103 У2	-	0,53	65	500	500	450	2,7
РСР 12-400-104 У2	-	0,53	70	500	500	450	4,7
РСР 12-400-211 У2	+	0,53	65	470	470	505	2,0
РСР 12-400-212 У2	+	0,53	65	500	500	515	4,3
РСР 12-400-213 У2	+	0,53	65	500	500	515	2,7
РСР 12-400-214 У2	+	0,53	65	500	500	515	4,7
ЖСП12-400-011 У2	+	0,85	65	470	470	470	2,0
ЖСП12-400-012 У2	+	0,85	65	500	500	485	4,3
ЖСП12-400-013 У2	+	0,85	65	500	500	485	2,7
ЖСП12-400-014 У2	+	0,85	65	500	500	485	4,7
ЖСП12-400-101 У2	-	0,85	65	470	470	435	2,0
ЖСП12-400-102 У2	-	0,85	65	500	500	450	4,3
ЖСП12-400-103 У2	-	0,85	65	500	500	450	2,7
ЖСП12-400-104 У2	-	0,85	65	500	500	450	4,7
ЖСП12-400-211 У2	+	0,85	65	470	470	505	2,0
ЖСП12-400-212 У2	+	0,85	65	500	500	515	4,3
ЖСП12-400-213 У2	+	0,85	65	500	500	515	2,7
ЖСП12-400-214 У2	+	0,85	65	500	500	525	4,7

Таблица 11

Дополнительные технические характеристики светильников
серий РСП11-250 и ЖСП-250

Обозначение	cosφ, не менее	КПД, %, не менее	А, мм	В, мм	С, мм	Масса*, кг
РСП 12-250-001 У2	0,53	65	470	470	620	5,0
РСП 12-250-002 У2	0,53	65	470	470	660	7,5
РСП 12-250-003 У2	0,53	65	470	470	660	5,5
РСП 12-250-004 У2	0,53	60	470	470	660	7,8
ЖСП12-250-001 У2	0,85	65	470	470	620	5,3
ЖСП12-250-002 У2	0,85	65	470	470	660	7,8
ЖСП12-250-003 У2	0,85	65	470	470	660	5,8
ЖСП12-250-004 У2	0,85	60	470	470	660	8,1

* Степень защиты отсека ПРА

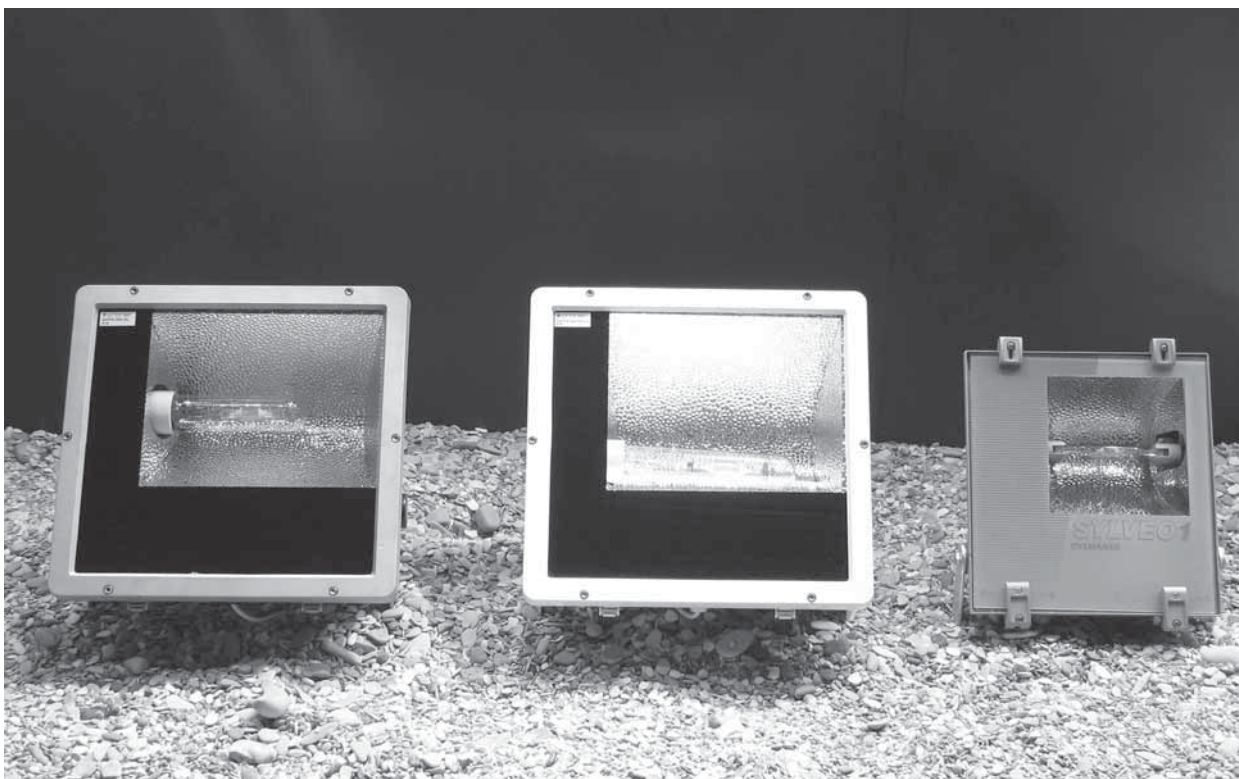
в) Светильники промышленные подвесные серий РСП11-250 и ЖСП11-250 предназначены для общего освещения производственных помещений с нормальными условиями труда, а также помещений с повышенным содержанием пыли. Источник света – лампа ртутная высокого давления типа ДРА-250 и лампа натриевая высокого давления типа ДНаТ-250; высота установки – 6... 9 м; кривая силы света – косинусная; КПД = 71,4%; I_{max} = 1642,5 кд;

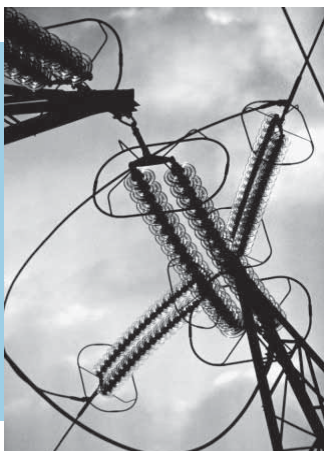
степень защиты IP22 и IP54; габариты (рис. 1). В табл. 11 приведены дополнительные технические характеристики светильников серий РСП11-250 и ЖСП11-250.

Мощность источника света 250 Вт, тип патрона Е40.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталоги фирм-производителей, 2008 г.





А. Козулин,
кандидат технических наук, доцент,
А. Виноградов,
Белгородский государственный
технологический университет
им. В. Г. Шухова

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВЕРХПРОВОДНИКОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ – НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Интерес к трансформаторам с использованием сверхпроводимости возник в 1960-х годах при появлении низкотемпературных сверхпроводников, применяемых для обмоток трансформаторов. Многие производители во всем мире, среди которых можно назвать европейские концерны ABB и Alstom, а также К. Е. Р. С. (Япония) и Westinghouse (США), начали разработки низкотемпературных сверхпроводниковых (НТСП) трансформаторов. За это время были достигнуты значительные успехи.

Так, например, можно назвать создание концерном ABB НТСП-трансформатора 330 кВА 6/0,4 кВ со способностью токоограничения, а также разработку японской компанией Kansai опытного образца трехфазного трансформатора 2000 кВА. Однако непреодолимым барьером на пути развития

и применения НТСП-трансформаторов являлись огромные по размерам криогенные системы для получения жидкого гелия, которые делали использование таких трансформаторов экономически нецелесообразным.

Открытие высокотемпературных сверхпроводниковых (ВТСП) материалов в 1986 году позволило отказаться от громоздких охлаждающих устройств. И основные разработки по созданию трансформаторов нового поколения ведутся именно в этом направлении.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

В первую очередь следует отметить, что у сверхпроводников существуют две основные особенности:

◀ очень малые потери при большой плотности тока;

◀ переход от практически нулевого сопротивления к высокому сопротивлению при превышении током определенного значения (так называемого критического тока).

Сверхпроводящее состояние существует только ниже определенной критической температуры, обычно принимаемой равной температуре кипящего жидкого азота (77К).

Нормальный ток ВТСП-проводника должен иметь значительные соответствующие области сверхпроводимости и быть ниже критического тока. Максимально допустимое повышение тока должно определяться нагрузочной способностью охлаждающего устройства. Для тока, значительно превышающего критический, потери увеличиваются на порядок. Энергия, выделяемая в проводнике во время этого процесса, называемого режимом ограничения аварийных токов, поглощается при испарении части охлаждающей жидкости. Все эти свойства ВТСП-материалов позволяют получить трансформатор, значительно превосходящий по всем своим характеристикам традиционно применяемые на сегодняшний день масляные и сухие трансформаторы.

ПРЕИМУЩЕСТВА ВТСП-ТРАНСФОРМАТОРОВ

ВТСП-трансформаторы по сравнению с традиционными обладают значительными техническими преимуществами.

Попробуем их перечислить:

◀ снижение нагрузочных потерь при номинальном токе на 90%, что значительно увеличивает КПД трансформатора;

◀ уменьшение веса и габаритов трансформатора до 40%. Следует отметить, что упомянутые достоинства позволяют применять ВТСП-трансформаторы в уже существующих подстанциях без их конструктивных изменений со значительным увеличением мощности. Облегчается и транспортировка трансформаторов;

◀ свойства ограничения токов КЗ, что в аварийных режимах защищает электрооборудование сети;

◀ значительное уменьшение реактивного сопротивления, что позволяет обеспечить стабилизацию напряжения, не прибегая к его регулированию;

◀ большая перегрузочная способность без повреждения изоляции и старения трансформатора;

◀ уменьшение уровня шума.

Кроме того, по сравнению с масляными трансформаторами ВТСП-трансформатор пожаробезопасен и экологичен.

РАЗРАБОТКИ И ОПЫТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

В настоящее время существует три основных проекта по созданию ВТСП-трансформаторов: в Европе, США и Японии. Работа над ними началась примерно в одно и то же время, и в 1997 году все три были реализованы в опытных образцах.

Первым стал трансформатор на напряжение 18,7/0,4 кВ мощностью 630 кВА производства компании «ABB» при участии американской компании ASC (изготовителя ВТСП-ленты для обмоток) и французской электроэнергетической системы Electricite de France (EDF).

На его примере рассмотрим принцип устройства ВТСП-трансформатора (рис. 1). Обмотки погружены в жидкий азот, служащий одновременно и изоляцией, и охлаждающей средой. Сердечник трансформатора работает при температуре окружающей среды, т. к. его охлаждение приведет только к лишним нагрузкам криогенной системы, а не к улучшенным характеристикам. Обмотки термически изолированы от сердечника и окружающей среды с помощью двустенных контейнеров (так называемых криостатов), выполненных из эпоксиды, между стенками которых поддерживается вакуум, обеспечиваемый непрерывной работой насоса.

При проведении испытаний потери при номинальном токе составили 337 Вт, а потери холостого хода в сердечнике – 2,1 кВт. Общие тепловые потери равны примерно половине потерь в проводе. После успешных испытаний упомянутые компании подписали договор, по которому каждая из них выделила по 5 миллионов долларов на разработку компанией ASC улучшенного ВТСП-провода.

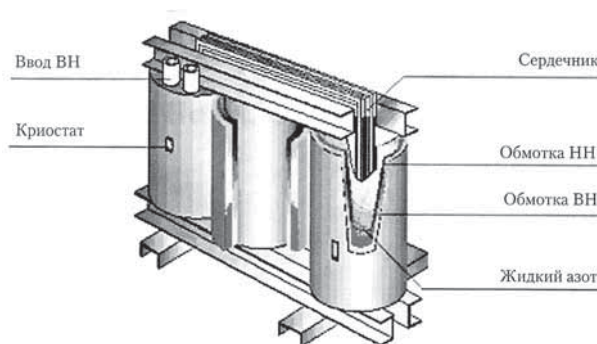


Рис. 1. ВТСП-трансформатор мощностью 630 кВА.

Далее АВВ сделает трансформатор 10 МВА, а EDF установит его в своей сети для проведения полноценных испытаний. Дальнейшей целью ставится достижение мощности ВТСП-трансформатора 30 МВА, а конечной – 100 МВА.

Вторым был испытан трансформатор 500 кВА 6600/3300 В производства Fuji Electric (Япония) с применением ВТСП-лент другой японской компании – Sumitomo Electric Corporation. В разработке также участвовали специалисты университета Kyushu.

Потери в сердечнике составили 2,4 кВт, потери при номинальном токе – 115 Вт. Японские разработчики решили пока не создавать ВТСП-трансформатор на большие мощности, а улучшить характеристики уже сделанного, в частности усовершенствовать систему охлаждения и ВТСП-провод для обмотки.

Третьим в том году, но самым большим по мощности стал трансформатор 1000 кВА полностью американского производства: Waukesha Electric (производитель трансформаторов), IGC Super Power (изготовитель ВТСП-провода) и Energy East (электроэнергетическая компания, конечный потребитель).

После этих испытаний было решено создать трансформатор 30 МВА 138/13,8 кВ, но, так же как и в случае с АВВ, с промежуточной фазой в 10 МВА. Для этого правительство выделило 3,8 миллиона долларов, и столько же было вложено частными инвесторами.

В результате в конце 2003 года был создан трансформатор 10 МВА 26,4/4,2 кВ. Но при испытаниях было обнаружено несколько недостатков: в обмотках был выявлен большой уровень частичных

разрядов, в криогенной системе происходили утечки и, кроме того, возникли проблемы с испытанием трансформатора на полное напряжение по высокой стороне. На сегодняшний день эти неполадки устранены, трансформатор установлен на испытательный стенд, и новые испытания намечены уже в ближайшее время.

Сам принцип конструкции трансформатора остался такой же, как и в 1997 году, в чем можно убедиться, сравнив конструкции трансформатора 630 кВА на рис. 1 и 10 МВА на рис. 2.

БУДУЩЕЕ ВТСП-ТРАНСФОРМАТОРОВ

По данным Министерства энергетики США, сделавшего в 1993 году подробный анализ возможного применения ВТСП-трансформаторов мощностью до 30 МВА, затраты на весь срок службы при эксплуатации ВТСП-трансформаторов будут наполовину меньше по сравнению с затратами на обслуживание традиционно применяемых трансформаторов. А в результате анализа будущего применения ВТСП-трансформаторов 30–1500 МВА, представленного на конференции во Франции в 1994 году, было выявлено, что затраты будут на 70% меньше.

Многие разработчики ВТСП-проводов и трансформаторов надеются, что к 2010 году, когда во многих странах мира начнет производиться активная замена электрооборудования, отработавшего свой срок службы, резко возрастет спрос именно на ВТСП-трансформаторы. Однако смогут ли производители добиться обещанных технических и ценовых параметров, покажет только время.

ЛИТЕРАТУРА:

Лизунов С.Д., Лоханин А.К. Проблемы современного трансформаторостроения в России // *Электричество*. – 2000. – № 8, 9.

Черноплеков Н.А. Сверхпроводниковые технологии: современное состояние и перспективы практического применения // *Вестник РАН*. – 2001. – № 4.

Dirks J.A. HTS transformer performance, cost and market evaluation // *Pacific Northwest Laboratory Report*, 1993, PNL-7318.

Mumford F.J. A techno-economic study of high T_c superconducting power transformers // *International Conference on Electrical Machines*, 1994.

Larbalestier D., Schwall R.E., Sokolowski R.E. Power Applications of Superconductivity in Japan and Germany // *WTEC Panel Report*, 1997.

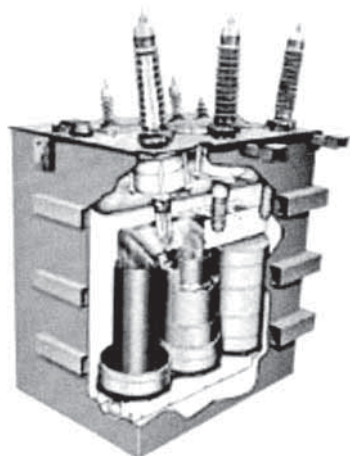


Рис. 2. ВТСП-трансформатор мощностью 10 МВА.

А. Синеев

член правления МОСЭП, г. Барнаул



КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ «ТРИ В ОДНОМ»

Цель этой статьи – собрать воедино разрозненную общую информацию о влиянии реактивной мощности (РМ) на качество электроэнергии, проанализировать ее и представить на суд читателей для более полного понимания сути этой проблемы. Эта статья обращена прежде всего к тем, кто не знает об огромном влиянии РМ на качество электроэнергии либо недооценивает это влияние. Основной принцип, который необходимо знать и применять для решения проблем качества электроэнергии, заключается в том, что даже самые дорогие инвестиции не дадут ожидаемых результатов, если перед этим не провести точный технико-экономический анализ.

По данным Комитета по стандартизации в области электромагнитной совместимости, из 150 крупных промышленных потребителей в различных регионах России 30% потребителей связывают выход из строя электрооборудования с некачественной электроэнергией. 28% опрошенных потребителей отмечали снижение производительности механизмов, а 25% – ухудшение качества выпускаемой продукции. Кроме того, более 40% связывали сбои в средствах автоматизации, телемеханики, связи, компьютерной техники с плохим качеством электроэнергии в сети.

ГОСТ 13109–97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» устанавливает нормы и показатели качества электроэнергии в сетях общего назначения в точках, к которым присоединяются электросети потребителей.

По мнению одних специалистов, основной причиной несоответствия показателей КЭ в сетях потребителей требованиям стандарта является невысокий уровень технической и организационной подготовленности персонала по управлению КЭ. Значительная часть энергосистем (около 37%) имеет низкий уровень оснащенности устройствами автоматической регулировки напряжения под нагрузкой (АРПН), что не позволяет обеспечивать поддержание напряжения в пределах, необходимых для нормальной работы потребителей электроэнергии. Большинство АО-энерго не располагает средствами измерения КЭ, а имеющиеся приборы, там, где они есть, не позволяют создать эффективную систему контроля за КЭ, поставляемой потребителям. По мнению других, проблема – в воздействии кратковременных нарушений электроснабжения (КНЭ) на работу потребителей электрической

энергии, которая становится все более острой по мере усложнения технологических процессов предприятий и использования средств автоматизации (1).

Работа низковольтных электродвигателей приводов гидронасосов, вентиляторов и других механизмов, включенных в технологические процессы, микропроцессорную технику, систем телекоммуникаций, АСУ ТП и АСУ ПП, дорогого медицинского оборудования, Интернета часто прерываются короткими по продолжительности (несколько мСек.) провалами и перегрузками питающего напряжения, которые происходят 20–40 раз в год и ведут к дорогостоящему экономическому ущербу. К примеру, провал напряжения в десятые доли секунды может привести к частичной или полной остановке сложного автоматизированного производства. Прямой и косвенный ущерб в таких случаях достигает несколько миллионов долларов в год. Причем полные исчезновения напряжения составляют меньше 10% от общего числа нарушений электроснабжения, а отключения продолжительностью более 1–2 сек. в 2–3 раза реже отключений длительностью менее 1 сек. (2).

К сожалению, существующие сегодня технические решения по улучшению качества электрической энергии базируются на старой системе взглядов и норм проектирования по защите предприятий от 2–3 отключений электроэнергии в год, хотя в разных регионах в настоящее время их происходит до 40 раз в год.

Официальная статистика по степени серьезности и распределению падений напряжения отсутствует, но в настоящее время проводятся

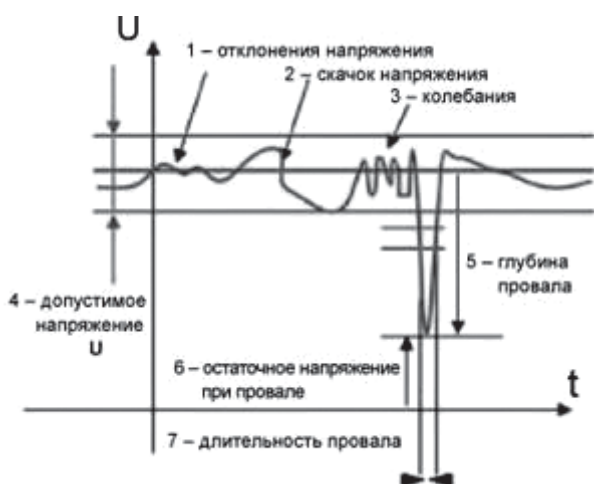


Рис. 1. Различные виды искажений напряжения сети.

некоторые измерения регионального масштаба, которые могут дать информацию к размышлению. Например, в исследовании, проводимом одним из основных производителей электроэнергии в Северо-Западном регионе России, замерялись перепады напряжения на 12 участках мощностью от 5 до 30 МВА. За 10 месяцев было зафиксировано 858 перепадов, 42 из которых привели к сбоям и финансовым потерям. Хотя на всех этих 12 участках потребителями были производители с несложной технологией, финансовые потери составили 600 тыс. евро, а максимальная сумма убытков на один участок составила 165 тыс. евро.

Энергосистемы, не имея порой полной информации о режимах работы потребительских электроустановок и не имея возможности влиять на них, не могут добиться полного контроля над процессом управления реактивной мощностью. Это приводит к совершенно негативным последствиям как для энергосистемы, так и для потребителей.

Во-первых, несоблюдение потребителями установленных норм по коэффициенту реактивной мощности создает дополнительные потери для энергосистемы, а во-вторых, снижение пропускной способности сетей ухудшает технические показатели работы сетевой компании и создает риск прекращения электроснабжения для потребителей.

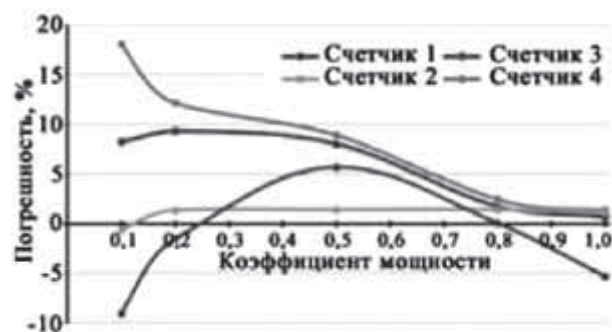


Рис. 2. Причины понижения качества электроэнергии в сети. Зависимость погрешности измерения активной мощности трехфазными счетчиками при изменении коэффициента мощности и наличии 12% нечетных, кратных трем гармоникам в спектре напряжений и токов: 1 – отключения напряжения; 2 – скачок напряжения; 3 – колебания; 4 – допустимое напряжение; 5 – глубина провала; 6 – остаточное напряжение при провале; 7 – длительность провала.

Наглядным примером серьезности проблемы компенсации РМ является отчет Рабочей группы Госдумы РФ по расследованию причин московской аварии, произошедшей 25 мая 2005 г. В нем сделан вывод о том, что одной из главных причин аварии на подстанции «Чагино» явился дефицит источников реактивной мощности в электрической сети Москвы и Подмосковья.

Тогда локальная авария на трансформаторной подстанции повлекла за собой каскадное отключение электроэнергии, вызванное неспособностью сетей пропускать повышенные нагрузки, несмотря на вполне допустимые расчетные режимы. Конечно, не сама реактивная мощность в сети стала причиной массовых отключений, но своевременная ее компенсация и оптимизация могли бы предотвратить столь тяжелые последствия.

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЕЕ УЧЕТ

Влияние РМ на качество электроэнергии рассмотрено в (5).

В условиях пониженного качества электроэнергии (повышенное содержание гармоник и низкий коэффициент мощности) снижается достоверность показаний электросчетчиков (см. рис. 1).

Из графика видно, что при низком коэффициенте мощности $\cos\phi$ погрешность электросчетчиков увеличивается до 10% и выходит за существующий нормативный уровень погрешности.

То же самое говорят и результаты исследований (5). При выборе счетчиков для нелинейных нагрузок (тяговых подстанций электрифицированного транспорта, дуговых сталеплавильных электропечей, установок электролиза алюминия и т. п.) требуется учитывать не только гармонический состав сети, но и мероприятия по компенсации РМ, поскольку при низких $\cos\phi$ погреш-

ность средств измерения вырастает до 10–15%. Предприятия элементарно переплачивают за то, что они не потребляют.

За последние годы характер потребления электроэнергии сильно изменился. Это обусловлено увеличением мощности нелинейных потребителей (рис. 2), а также опережающим ростом потребления РМ по отношению к активной вследствие уменьшения загрузки силовых трансформаторов. Это является характерной чертой современной электроэнергетики, отрицательно влияющей на качество и потери электроэнергии.

Поэтому основная задача оптимизации электропотребления как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации системы электропитания состоит в том, чтобы наиболее полно обеспечить компенсацию РМ в сети.

С ЧЕГО НАЧАТЬ? МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ КЭЭ

Чтобы понять суть процессов, протекающих в конкретной электросети, нужна достоверная техническая информация. Для этого необходимо проводить мониторинг параметров электросети, снимая и фиксируя специальными приборами одновременно несколько десятков характеристик электросети с интервалом в доли секунды (токи, напряжения, активные, реактивные и полные мощности по каждой фазе, $\cos\phi$, гармонический состав сети и т. д.). Полученную информацию необходимо обрабатывать, анализировать, и только после этого можно будет с уверенностью сказать, что за процессы протекают в вашей электросети. Самое главное – где, каким образом и сколько нужно компенсировать реактивной мощности, чтобы электроэнергия, получаемая от поставщика, имела бы необходимые показатели качества и расходовалась самым экономичным образом на нужды предприятия без потерь, а вы

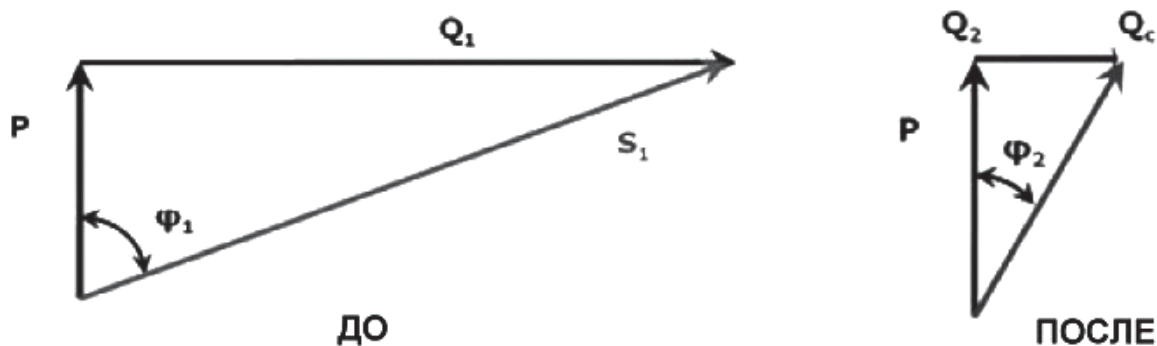


Рис. 3. Векторная диаграмма полной мощности до и после компенсации РМ.

бы еще и сэкономили эту самую электроэнергию. Отрицательное влияние РМ на электрическую сеть несоизмеримо больше, чем положительное (рис. 3). Недаром еще во времена заката СССР в конце 80-х годов директивно на всех промышленных предприятиях были установлены конденсаторные батареи. К сожалению, в дальнейшие 90-е годы многие предприятия-потребители электроэнергии отключали имевшиеся у них компенсирующие устройства, а некоторые – вовсе демонтировали, не занимались поддержанием их работоспособности по причине отсутствия финансирования.

Все изменилось после опубликования Приказа Минпромэнерго от 22 февраля 2007 г. № 49, утверждающего «Порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения)». Энергосистемам следует начать подготовку к переходу на новый уровень взаимоотношений с потребителями и новую организацию работ по управлению реактивной мощностью.

Многие энергосистемы уже приступили к этой работе, не дожидаясь указания сверху, на особо проблемных участках электрических сетей устанавливая компенсирующие устройства.

Важно, чтобы положительные результаты этой работы в локальных энергосистемах тиражировались на другие регионы.

После выхода в свет новой методики применения скидок и надбавок к тарифам на электроэнергию, которая готовится в недрах Минпромэнерго, потребителю будет дана возможность получить скидку за поддержание требуемого коэффициента реактивной мощности путем регулирования реактивной мощности у себя в электросети предприятия в часы max/min нагрузок.

ПУТИ РЕШЕНИЯ. НОВЫЕ ПОДХОДЫ

Сегодня проектировщикам и эксплуатационным службам промышленных предприятий следует уделять особое внимание решению проблемы качества электроэнергии. Все мощные потребители на предприятии должны оснащаться фильтро-компенсирующими устройствами (ФКУ), а потребители с большой единичной мощностью и резко-переменной нагрузкой (дуговые печи с электропечными трансформаторами 100 МВА и

выше) – статическими тиристорными компенсаторами (СТК). Это позволит обеспечить высокую степень стабилизации требуемой реактивной мощности при пофазном регулировании, а также снизить уровень высших гармоник в сети за счет фильтро-компенсирующих цепей (ФКЦ). Применение СТК даст также дополнительный технологический эффект.

К примеру, их использование в сетях, питающих дуговые сталеплавильные печи (ДСП), может повысить стабильность горения дуги и почти на 10% поднять производительность печи. Кроме того, в остальных менее ответственных участках электросети предприятия необходимо устанавливать регулируемые УКРМ с электромеханическим переключением ступеней.

В системах промышленного электроснабжения 6–10 кВ устройства компенсации РМ служат для поддержания напряжения на шинах 6 (10) кВ при провалах напряжения, вызванных КЗ в цепях 110 (35) кВ. Они ограничивают колебания напряжения на шинах 6 (10) кВ, а гармонические составляющие снижаются фильтро-компенсирующими устройствами ФКУ, состоящими из емкостей и реакторов, при этом улучшается и $\cos\varphi$.

На трансформаторных подстанциях (ГПП) рекомендуется применять устройства компенсации реактивной мощности, например, такие как управляемые шунтирующие реакторы с вакуумными (элегазовыми) выключателями с повышенным коммутационным ресурсом и устройством синхронной коммутации в сетях до 110 кВ включительно.

В электроустановках потребителей 0,4–10 кВ наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение регулируемых конденсаторных установок УКРМ непосредственно на шинах РУНН-0,4 кВ трансформаторных подстанций.

Преимущества УКРМ перед другими техническими средствами – синхронными компенсаторами и синхронными двигателями в том, что последние имеют большие потери активной электрической мощности и вращающиеся части, подверженные механическому износу.

В качестве примера снижения электропотребления системы электроснабжения коммунальных однофазных потребителей представляет интерес опыт применения УКРМ в низковольтных городских распределительных сетях при минимальном удалении от потребителей, предприятий, входящих

в группу Endesa (Испания). По данным Edeinor S. A. A. [6], установка конденсаторов суммарной мощностью 37 000 кВАр в 114 000 домовладений района Инфантас северной части Лимы (Перу) повысила средневзвешенный CosF распределительной сети с 0,84 до 0,93, что позволило ежегодно экономить примерно 280 кВт·ч на каждый

установленный кВАр реактивной мощности или всего около 19 300 МВт·ч в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня, когда промышленное производство восстановило свой доперестроечный уровень потребления электроэнергии, а кое-где и превысило

Таблица 1

Причины помех в сети

Первопричины и вызываемые ими помехи в сети	Колебания напряжения в сети	Несимметрия напряжения в сети	Высшие гармоники	Промежуточные гармоники
Мощные регуляторы напряжения			—	
Генераторы электроэнергии (ветровые станции, фотоэлектрические установки)	—		—	
Медицинские электроприборы (рентгеновские, магнитные диагностические аппараты...)	—			
Эксцентриковые приборы (пилорама...)	—			—
Частотные преобразователи (преобразователи числа фаз, несинхронные преобразователи тока...)			—	
Газоразрядные лампы (мощные осветительные установки)			—	
Пульсирующая нагрузка (напр., от терморегуляторов...)	—			
Выпрямители переменного тока (напр., для питания ж/д транспорта, для узлов связи...)			—	
Мощные потребители (переходные процессы при вкл./выкл.)	—			
Индукционные нагревательные установки		—		
Дуговые сталеплавильные печи			—	—
Дуговые сварочные агрегаты	—			
Светомузыкальные установки	—			
Среднечастотные индукционные печи			—	—
Электродвигатели большой мощности (лифты, вентиляторы, насосы...)	—			
Индукционные печи промышленной частоты		—		
Вентильные преобразователи			—	
Кузнечные прессы	—			—
Агрегаты и блоки резервного питания			—	
Электроды для производства электродов		—		
Плавильные электроды		—		
Автоматы контактной сварки	—	—		—

его, необходимо проводить просветительскую работу по разъяснению важности компенсации РМ на предприятиях, заинтересовать потребителя, довести до него нормативные документы, которые уже вышли, которые ожидаются в ближайшее время, показать потребителю, что соблюдение режимов компенсации реактивной мощности позволит ему улучшить надежность своих сетей и увеличить пропускную способность оборудования, снизить потери электрической энергии, в конечном счете – улучшить свои экономические показатели.

По нашему мнению, эту работу должны прежде всего проводить местные органы Ростехнадзора совместно с техническими службами местных сетевых компаний. К этой работе могли бы подключиться и профильные вузы, имеющие солидный интеллектуальный багаж и вооруженные передовыми теоретическими знаниями в этой области. Я думаю, что свою лепту в эту работу могут внести и некоммерческие объединения электротехников, например такие, как МОСЭП. И конечно, эта работа невозможна без участия инжиниринговых компаний, продвигающих на рынке устройства компенсации РМ, которые владеют технологическим аспектом внедрения этого оборудования на различных предприятиях и наработанной аналитикой.

В рекомендациях научно-технического семинара «Распределительные электрические сети России – 21 век», проходившего в г. Великие Луки в октябре 2007 г., одним из организаторов которого выступила ОАО «ФСК ЕЭС», говорится: п. 5. «Считать целесообразным... для компенсации реактивной мощности на стороне 0,4 кВ подстанций применять конденсаторные установки или конденсаторные батареи».

ПОСЛЕСЛОВИЕ

В данной статье мы рассмотрели второй аспект компенсации РМ – ее влияние на качество электроэнергии. Как показала практика, этот вопрос достаточно сложен.

Если вы планируете установить систему компенсации РМ на своем предприятии или модернизировать существующую, мы рекомендуем проанализировать поступившие вам предложения от разных фирм и получить ответы на следующие вопросы:

◀ Решает ли данная фирма проблему компенсации РМ в комплексе?

◀ Предлагает ли услуги проектирования и монтажа УКРМ?

◀ Вводит ли в эксплуатацию поставляемые ей установки УКРМ?

◀ Предлагает ли гарантийное и послегарантийное обслуживание?

◀ Имеет ли фирма свою техническую и сервисную базу?

◀ Имеет ли продолжительный опыт в этой области и квалифицированный персонал?

Ответив на эти вопросы, можете выбирать фирму, с которой вам предстоит решать сложную, но очень важную задачу – повышение качества электроэнергии в вашей электросети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамазин С., Пупин В., Ивкин О.: *Новые устройства обеспечения надежности электроснабжения и качества электроэнергии потребителей.* – *Новости электротехники*, 2006 – №2.

2. Taylor C. W., *Power System Stability*, McGraw Hill, Inc., 1994. *Performance of AC Motor Drives During Voltage Sags and Momentary Interruptions*, EPRI PQ Commentary №3, December 1998.

3. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. *Повышение качества энергии в электрических сетях.* Киев: Наукова думка, 1985.

4. Железко Ю.С. *Влияние потребителя на качество электроэнергии в сети и технические условия на его присоединение.* – *Пром. энергетика*, 1991 – №6.

5. Тубинис В. *Как выбрать электросчетчик.* – *Новости электротехники*, 2005 – №5.

6. *Коррекция коэффициента мощности в электросетях Перу // КОМПОНЕНТЫ Epcos AG*, №1. 2006

7. Железко Ю.С. *О нормативных документах в области качества электроэнергии и условий потребления реактивной мощности // Электрика*. 2003. №1. С. 9–16.

8. Иванов В.С., Соколов В.И. *Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий.* М.: Энергоатомиздат, 1987. 336 с.

9. Кухта О., Симонова Е. *К вопросу об эффективности компенсации реактивной мощности // Энергетическая политика Украины*. 2004. №9. С. 90–93.

10. Кочкин В. *Реактивная мощность в эл. сетях. Технологии управляемой компенсации* – *Новости электротехники*, 2007 – №3.

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



КАБЕЛИ ДЛЯ РАБОТЫ В ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

К электрооборудованию, работающему в условиях, отличающихся от номинальных, предъявляются повышенные требования. Это в полной мере относится и к кабельной продукции.

Так, к проводам и кабелям, используемым для канализации электроэнергии, передачи сигналов от датчиков к исполнительным механизмам различных систем управления, а также для термомониторинга в атомных энергетических реакторах, реактивных двигателях, магнитогидродинамических генераторах и других устройствах, предъявляются требования высокой нагревостойкости, надежности, а также радиационной стойкости. В тех случаях, когда требуется измерять температуру тепловыделяющих элементов (например, атомного реактора или сопла реактивного двигателя), необходимы кабели, обладающие длительной работоспособностью при температурах до 1800 °С.

Очевидно, что в таких жестких условиях эксплуатации широко применяемые в настоящее время кабели и провода с полимерной, бумажной, волокнистой и другими видами изоляции не всегда пригодны. Кроме того, в ряде случаев одним из основных требований к кабелю является огнестойкость, обеспечивающая пожарную безопасность.

Такое требование характерно, в первую очередь, для кабелей, прокладываемых в местах, где возможно большое скопление людей (высотные здания, больницы, школы, музеи, кинотеатры, выставки и т. д.), а также во взрывоопасных и пожароопасных помещениях.

Всеми этим требованиям полностью удовлетворяют кабели в металлических оболочках из окиси магния, выпускаемые ОАО «Кирскабель».

Кабель с изоляцией из окиси магния (с минеральной изоляцией) имеет следующие преимущества:

- ◀ кабель совсем негорюч, даже если он работает в огне, он сохраняет работоспособность, обеспечивая функционирование всех аварийных систем; его огнестойкость составляет более 3 часов при температуре 1000 °С.

Это свойство кабеля объясняется тем, что его элементами являются металл и высокотемпературные окислы;

- ◀ кабель имеет жесткую конструкцию и может противостоять значительным механическим нагрузкам (изгибу, сплющиванию, свиванию), а также исключительную пластичность, позволяю-

<<10

- В распределительном устройстве со стороны низшего напряжения на отходящие линии устанавливаются автоматические выключатели (вместо рубильников с предохранителями, устанавливаемыми другими заводами изготовителями).

- Для счетчика в шкафу РУНН реализован обогрев.

- **Защита:**

- от атмосферных перенапряжений;

- от междуфазных коротких замыканий;

- от перегрузок и коротких замыканий линий 0,4 кВ;

- от коротких замыканий цепей обогрева и цепей освещения МТП.

- Электрические и механические блокировки (полный комплект), обеспечивающие безопасную работу персонала.

- МТП устанавливается и крепится на опоре (двух опорах мощностью трансформаторов – 160 и 250 кВА) с площадкой обслуживания на высоте, что исключает необходимость ограждения подстанции.

- Полный комплект монтажных частей – быстрый монтаж и демонтаж при изменении места установки.

- Площадка для обслуживания (при заказе).

- Срок службы МТП – 25 лет.

- Гарантийный срок эксплуатации МТП – три года со дня ввода в эксплуатацию.

- Подстанция безопасна для окружающей среды и имеет привлекательный эстетический вид.

- МТП в разобранном виде укомплектовывается в деревянную упаковку, что сохраняет целостность и общий вид комплекта МТП и позволяет занимать небольшое место при транспортировке.

О наличии на складе мачтовых подстанций МТП можно узнать по тел. (812) 325-43-58.

www.mitek.spb.ru

ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ТРАНСФОРМАТОР ПРОДОЛЖАЕТ НАРАЩИВАТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ

В производство ООО «Тольяттинский Трансформатор» запущена уникальная автоматическая линия поперечного раскроя электротехнической стали компании «ГЕОРГ».

>>41

щую изгибать его в сложные формы без ухудшения его механических характеристик.

Запрессованный изоляционный материал сохраняет относительное расположение проводников и оболочки, несмотря на механические нагрузки.

- ◀ кабель имеет цельнотянутую металлическую оболочку, которая не воспламеняется и является непроницаемой для воды, масла и газа. Прессованный изоляционный материал противостоит распространению огня, паров и газов между оборудованием, соединяемым этим кабелем;

- ◀ кабель, получивший пробой при перенапряжениях, восстанавливает свою работоспособность после снятия напряжения и полностью годен для дальнейшей эксплуатации;

- ◀ минеральная изоляция кабеля не претерпевает каких-либо серьезных изменений во время превышения температуры и не стареет, в то время как изоляция других кабелей стареет, что, в свою очередь, приводит к нарушению электрических свойств и окончательному выходу кабеля из строя;

- ◀ наличие металлической оболочки исключает необходимость прокладки кабеля в трубах, что ликвидирует возможность скопления воспламеняющихся газов внутри кабельных каналов;

- ◀ по сравнению с кабелями других типов кабели с минеральной изоляцией при одинаковых номинальных токах имеют гораздо меньший размер, что позволяет прокладывать их в неглубоких желобах под тонким слоем штукатурки;

- ◀ кабель обладает стойкостью к маслам, морской воде, нефти, агрессивным средам; его оболочка – водонепроницаема.

Особенности конструкции кабелей с минеральной изоляцией состоят в следующем. Оболочка кабеля и токопроводящие жилы выполнены из бескислородной меди. Медная оболочка кабеля обладает высокими антикоррозионными свойствами. Медные проводники изолированы между собой и от оболочки минеральной изоляцией.

Область применения кабелей с минеральной изоляцией (КМИ):

- ◀ КМИ в медных оболочках используются в качестве силовых и контрольных кабелей и реже – в качестве нагревательных кабелей; кабели рассчитаны на работу при температурах вплоть до 1083 °С;

- ◀ КМИ с поливинилхлоридным покрытием используются в условиях агрессивной среды, а также для обогрева трубопроводов, тоннелей, стадионов и т. д.;

- ◀ кабели марок КМЖ и КМЖВ предназначены для работы при напряжении 500 и 750 В переменного тока частотой до 400 Гц;

- ◀ кабели марок КМО-FR и КМОВ-FR предназначены для работы при напряжении 600 В переменного тока частотой до 400 Гц.

Кабели марок КМО-FR и КМОВ-FR могут иметь число жил от 1 до 19 сечением до 253 мм².

В таблице приведены технические характеристики кабелей типов КМЖ и КМЖВ.

Известно, что наибольшую опасность для жизни людей представляют выделяемые при горении полимеров отравляющие газы-

Характеристики кабелей КМЖ и КМЖВ

Рабочее напряжение, В	Число и сечение жил, мм ²	Диаметр по медной оболочке, мм	Диаметр по ПВХ-шлангу, мм	Диаметр жил, мм	Максимальное значение электрического сопротивления жил при 20°С, Ом/км	Номинальная расчетная длина кабеля, м	Масса кабеля		Токовые нагрузки при температуре окружающей среды 30°С и температуре на оболочке 70°С			
							КМЖ кг/км	КМЖВ кг/км	КМЖ		КМЖВ	
									1 фаза	3 фазы	1 фаза	3 фазы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
500	1x1,0	3,1	4,7	1,13	18,1	2650	43	56	21	18	23	20
	1x1,5	3,4	5	1,38	12,1	2180	52	67	27	23	28	24
	1x2,5	3,8	5,4	1,78	7,41	1775	68	85	36	31	40	35
	1x4,0	4,4	6	2,26	4,61	1335	95	113	46	40	50	43
	2x1,0	5,1	6,7	1,13	18,1	864	104	125	17	-	19	-
	2x1,5	5,7	7,3	1,38	12,1	682	130	152	22	-	24	-
	2x2,5	6,6	8,2	1,78	7,41	514	180	205	29	-	32	-
	3x1,0	5,8	7,4	1,13	18,1	665	136	158	-	14	-	16
	3x1,5	6,4	8	1,38	12,1	548	168	193	-	18	-	20
	3x2,5	7,3	9,3	1,78	7,41	417	224	259	-	25	-	27
	4x1,0	6,3	7,9	1,13	18,1	565	162	186	13	15	14	16
	4x1,5	7	8,6	1,38	12,1	454	202	229	16	19	18	21
	4x2,5	8,1	10,1	1,78	7,41	339	279	315	23	25	25	28
	5x1,0	7,6	9,6	1,13	18,1	369	223	259	12	12	13	13
	5x1,5	8,4	10,4	1,38	12,1	300	276	315	15	15	17	17
	5x2,5	9,7	11,7	1,78	7,41	228	381	426	20	20	22	22
	7x1,0	7,6	9,6	1,13	18,1	379	235	272	10	10	11	11
	7x1,5	8,4	10,4	1,38	12,1	310	295	331	13	13	14	14
	12x1,0	10,7	12,7	1,13	18,1	181	438	487	9	9	10	10
4x1,5+15x0,35	14,0	16,0	1,38 0,68	12,1 49,8	120	668	729					
750	1x6,0	6,4	8	2,76	3,08	564	178	202	63,0	56	69	60
	1x10,0	7,3	9,3	3,57	1,83	435	240	275	85	75	94	82
	1x16,0	8,3	10,3	4,51	1,15	342	326	365	110	99	123	107
	1x25,0	9,6	11,6	5,64	0,727	261	453	498	150	130	161	140
	1x35,0	10,7	12,7	6,68	0,524	213	584	663	180	160	197	172
	1x50,0	13	15,6	8	0,387	162	855	943	225	200	245	214
	1x70,0	15,5	18,5	9,44	0,268	109	1218	1339	275	240	300	262
	1x95,0	17,2	20,2	11	0,193	89	1552	1685	330	290	363	316
	1x120,0	19,5	22,5	12,36	0,153	64	1966	2115	380	335	420	366

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2x1,5	7,9	9,9	1,38	12,1	332	225	262	24	-	26	-
	2x2,5	8,7	10,7	1,78	7,41	274	278	319	32	-	35	-
	2x4,0	9,8	11,8	2,25	4,61	215	358	404	41	-	45	-
	2x6,0	10,9	12,9	2,26	3,08	174	451	501	53	-	58	-
	2x10,0	12,7	14,7	3,57	1,83	126	626	684	71	-	78	-
	2x16,0	14,7	16,7	4,51	1,15	96	858	924	94	-	103	-
	3x1,5	8,3	10,3	1,38	12,1	304	256	295	-	20	-	22
	3x2,5	9,3	11,3	1,78	7,41	241	326	369	-	26	-	29
	3x4,0	10,4	12,4	2,26	4,61	193	420	468	-	34	-	37
	3x6,0	11,5	13,5	2,76	3,08	160	529	582	-	44	-	48
	3x10,0	13,6	15,6	3,57	1,83	114	759	821	-	59	-	65
	3x16,0	15,6	18	4,51	1,15	88	1040	1125	-	78	-	86
	4x1,5	9,1	11,1	1,38	12,1	250	307	350	17	20	19	22
	4x2,5	10,1	12,1	1,78	7,41	204	388	435	23	27	26	30
	5x1,5	10,8	12,8	1,38	12,1	173	417	467	16	16	18	18
	5x2,5	12,1	14,1	1,78	7,41	138	534	589	22	22	24	24
	7x1,5	10,8	12,8	1,38	12,1	176	435	485	14	14	16	16
	7x2,5	12,1	14,1	1,78	7,41	141	566	621	19	19	21	21
	12x1,0	16,5	19,5	1,13	18,1	80	938	1066	10	10	11	11
	19x1,0	19,5	22,5	1,13	18,1	56	1331	1480	8	8	9	9

галогены, которые имеют место при возникновении пожара в сооружениях с высокой концентрацией людей (жилые и общественные здания, метрополитен, театры, вокзалы и т. п.).

К этому следует добавить, что 1 кг ПВХ, используемого в качестве изоляции и оболочки проводов и кабелей, выделяет при горении до 180 л хлороводорода. Коррозионный дым и газы вследствие своего агрессивного действия могут разрушить конструкционные части зданий, электрические, электронные и механические элементы оборудования.

При использовании безгалогенных материалов, не выделяющих при горении ядовитый и коррозионный дым, опасность устраняется.

Другой опасностью при пожаре является выход из строя (из-за разрушения от огня) жизненно важных систем: пожарной сигнализации, спасательных лифтов, вентиляции, а также системы, обеспечивающей поддержку производств непрерывного цикла.

Для решения этих проблем были разработаны кабели, которые, кроме свойств безгалогенности и нераспространения горения, обеспечивают еще и функционирование в условиях прямого воздействия на них огня (до 180 минут в соответствии с требованиями МЭК 60331).

Это в большинстве случаев позволяет завершить тушение пожара, эвакуировать людей и обеспечить бесперебойность работы производств непрерывного цикла.

Для обеспечения отечественных потребителей необходимыми безгалогенными и пожаробезопасными проводами и кабелями концерн «Энергопром» разработал кабели марки «Энерготерм-90». Серия этих кабелей охватывает практически всю гамму наиболее распространенных применений кабелей и установочных проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией, которые обеспечивают безопасную, надежную и бесперебойную работу оборудования.

В. Монаков,
заведующий кафедрой
инженерной экологии, техносферы
Московского института радиотехники,
электроники и автоматики



ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЗО

1. НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

К УЗО, в силу его особого назначения – защиты жизни и имущества человека, предъявляются чрезвычайно высокие требования по надежности, помехоустойчивости, термической и электродинамической стойкости, материалам и исполнению конструкции. Этими особыми требованиями отчасти объясняется сравнительно высокая стоимость современных качественных, отвечающих требованиям стандартов и имеющих соответствующие сертификаты УЗО.

Стандарты ГОСТ Р 51 326.1–99 и ГОСТ Р 51 327.1–99 определяют следующие нормальные условия эксплуатации УЗО:

- ◀ температура окружающего воздуха – от -5°C до $+40^{\circ}\text{C}$, среднесуточное значение – не более $+35^{\circ}\text{C}$ (хранение изделий допускается при температуре окружающего воздуха от 20°C до $+60^{\circ}\text{C}$);
- ◀ высота места установки над уровнем моря не должна превышать 2000 м;
- ◀ относительная влажность воздуха – не более 50% при температуре окружающего воздуха $+40^{\circ}\text{C}$ (увеличение возможно при меньших значениях температуры окружающего воздуха, например до 90% при $+20^{\circ}\text{C}$);

- ◀ внешние магнитные поля не должны превышать пятикратного значения магнитного поля Земли, в любом направлении;
- ◀ частота – номинальное значение частоты $\pm 5\%$;
- ◀ искажение синусоидальной формы кривой – не более 5%.

2. ПРЕВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

В процессе эксплуатации при протекании через УЗО рабочего тока нагрузки происходит нагрев токоведущих элементов и конструкции устройства.

Стандарт ГОСТ Р 51 326.1–99 определяет пределы превышения температуры частей УЗО (относительно температуры окружающего воздуха) при протекании по его главной цепи тока, равного номинальному.

В табл. 1 приведены значения превышения температуры, определенные стандартами.

3. СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ

Согласно требованиям ГОСТ Р 14 254–96, степень защиты УЗО в нормальных условиях эксплуатации после завершения монтажа должна соответствовать классу IP20.

Согласно ГОСТ Р 51 327.1–99, УЗО должны быть сконструированы таким образом, чтобы по-

сле монтажа и подсоединения для нормальной эксплуатации их части, находящиеся под напряжением, были недоступны для прикосновения. Некоторые фирмы выпускают УЗО более высокого класса защиты – например IP25, IP40. При установке УЗО в особых климатических условиях его помещают в защитный кожух.

4. ФУНКЦИЯ РАЗЪЕДИНЕНИЯ

Согласно ГОСТ Р 51 327.1–99, УЗО есть механический коммутационный аппарат, предназначенный для включения, проведения и отключения токов при нормальных условиях работы, а также разъединения контактов в случае, когда дифференциальный ток достигает заданного значения в определенных условиях.

По ГОСТ Р 50 030.1–92 функция разъединения есть действие, направленное на отключение питания всей установки или ее отдельной

части путем отделения этой установки или части ее от любого источника электрической энергии по соображениям безопасности.

Конструкция УЗО обеспечивает выполнение функции разъединения.

Воздушные зазоры и расстояния утечки УЗО должны отвечать требованиям стандартов – ГОСТ Р 51 326.1–99, ГОСТ Р 51 327.1–99. Соответственно автоматические выключатели выполняют функцию разъединения – ГОСТ Р 50 345–99.

Допустимые воздушные зазоры и расстояния утечки УЗО приведены в табл. 2.

УЗО должно иметь механизм свободного расцепления, необходимый для того, чтобы подвижные контакты могли находиться в состоянии покоя только в замкнутом или разомкнутом положении, даже когда органы управления находятся в каком-либо промежуточном положении.

Таблица 1

Пределы превышения температуры частей УЗО

Части	Превышение температуры, °К
Выводы для внешних соединений	65
Наружные части, к которым приходится прикасаться во время ручного управления УЗО, включая органы управления, выполненные из изоляционного материала, и металлические связи для соединения между собой изолированных органов управления нескольких полюсов	40
Наружные металлические части органов управления	25
Другие наружные части, включая поверхность УЗО, непосредственно соприкасающуюся с монтажной поверхностью	60

Таблица 2

Допустимые воздушные зазоры и расстояния утечки УЗО

Наименование	Значение, мм, не менее
Воздушные зазоры:	
1) между находящимися под напряжением частями, разъединенными, когда УЗО разомкнуто	3
2) между находящимися под напряжением частями различной полярности	3
3) между находящимися под напряжением частями и:	
– поверхностью, на которой монтируется основание	6
– винтами и другими средствами крепления крышек, которые должны удаляться при монтаже УЗО	6
– прочими доступными металлическими частями	3
Расстояния утечки:	
1) между находящимися под напряжением частями, разъединенными, когда УЗО замкнуто	3
2) между находящимися под напряжением частями различной полярности	4
3) между токоведущими частями и:	
– винтами и другими средствами крепления крышек, которые должны удаляться при монтаже	3
– доступными металлическими частями	3

Подвижные контакты всех полюсов четырехполюсного УЗО должны быть соединены между собой механически таким образом, чтобы все полюса, за исключением коммутирующего нулевой рабочий, включались и отключались практически одновременно, независимо от того, каким образом осуществляется оперирование – вручную или автоматически.

Контакты полюса, коммутирующего нулевой рабочий проводник, должны замыкаться раньше и отключаться позже контактов других полюсов ($\Delta T = 3...4$ мс).

5. ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

ГОСТ Р 51 326.1–99 предъявляет довольно высокие требования к УЗО по уровню электрической изоляции.

Согласно указанному ГОСТу, после нахождения УЗО во влажной камере с относительной влажностью воздуха 91...95% в течение 48 часов сопротивление изоляции его главной цепи должно быть не менее 2 МОм, сопротивление изоляции между металлическими частями механизма и корпусом – не менее 5 МОм. Измерение сопротивления изоляции проводят при напряжении 500 В постоянного тока.

Электрическую прочность изоляции УЗО испытывают, прикладывая к его главной цепи в течение одной минуты испытательное напряжение 2000 В переменного тока 50 Гц. Во время испытания не допускаются перекрытия и пробой.

Изоляция УЗО также должна выдерживать испытания на стойкость изоляции к импульсным перенапряжениям. Испытания включают в себя приложение десяти импульсов тока (1,2/50 мкс) с пиковым напряжением 6 кВ между соединенными вместе фазными полюсами и нейтральным полюсом. Вторую серию испытаний проводят при пиковом напряжении импульсов 8 кВ. Импульсы прикладывают между металлическим основанием, соединенным с выводом, предназначенным для защитного проводника (если таковой имеется), и соединенными вместе фазным полюсом и нейтральным полюсом УЗО. Принято считать, что устройство выдержало испытание, если не произошло непреднамеренного разрушительного разряда.

6. КОММУТАЦИОННАЯ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Согласно требованиям стандартов, коммутационные аппараты должны быть способны выполнять установленное количество механических и электрических циклов оперирования – переводов подвижных контактов и разомкнутого положения в замкнутое, и наоборот.

Коммутационная износостойкость любого электрического коммутационного аппарата в значительной мере зависит от материала и конструкции контактной группы.

В европейских странах электротехнические нормативы регламентируют материалы, допустимые к применению при производстве различных видов электрических аппаратов.

Для изготовления контактов аппаратов определенного назначения применяют различные сплавы серебра, характеризую-

<<36

Согласно утвержденному плану технического перевооружения, предприятие ООО «Тольяттинский Трансформатор» активно осуществляет техническую модернизацию всех производств. В 2007 году предприятию передана в лизинг автоматическая линия поперечного раскроя трансформаторной стали производства компании Heinrich Georg GmbH Maschinenfabrik (Германия). По словам главного технолога предприятия В.И. Серова, «линия поперечного раскроя электротехнической стали с цифровыми приводами и с вкладчиком готовых магнитных систем компании «ГЕОРГ» не имеет аналогов на всем постсоветском пространстве среди предприятий, специализирующихся на производстве трансформаторного оборудования. ООО «Тольяттинский Трансформатор» является первым заказчиком, кому поставили такую линию. Реальность показала, что выбор был сделан верно».

Линия поперечного раскроя компании «ГЕОРГ» осуществляет резку пластин магнитных систем трансформаторов в автоматическом режиме по специальным программам с высокой степенью точности.

С внедрением линии обеспечивается изготовление магнитных систем с косыми стыками в схемах шихтовки по так называемой схеме *step-lap*, за счет этого повышается качество сборки магнитопроводов, значительно снижается ток и потери холостого хода трансформаторов.

Переналадка, управление и контроль работы линии осуществляется с персонального компьютера. Информация состояния оборудования выводится на дисплей того же компьютера и может передаваться по телефонной линии через модем специалистам фирмы-изготовителя.

Внедрение автоматизированной линии «ГЕОРГ» для раскроя электротехнической стали позволяет:

- Обеспечить высокое качество изготовления пластин магнитной системы трансформаторов за счет получения более точных геометрических размеров пластин и соответственно обеспечить качество магнитных систем за счет уменьшения зазоров в стыках и количества стыков.

>>46

Таблица 3

Физические свойства сплавов серебра, применяемых в электротехнике

Материал (сплав)	Плотность, г/см ³	Проводимость, м/(Ом·мм ²)	Твердость по Виккерсу, HV, кгс/мм ²
Ag	10,5	60	30...70
AgNi 0,15	10,5	58	45...100
AgCu 3	10,4	52	55...120
AgCu 2Ni	10,4	52	55...100

Таблица 4

Физические свойства серебрясодержащих сплавов, применяющихся для изготовления контактов электрических аппаратов

Материал (сплав)	Плотность, г/см ³	Проводимость, м/(Ом·мм ²)	Твердость по Виккерсу, HV, кгс/мм ²
AgNi 10	10,3	50	50...100
AgNi 20	10,1	46	60...110
AgNi 40	9,75	37	90...120
AgCdO 10	10,2	48	65...95
AgCd 15	10,1	42	75...120
AgCdO 10	10,2	48	50...80
AgCdO 12	10,1	47	60...95
AgSnO ₂ 8	10,0	45...50	60...100
AgSnO ₂ 12	9,8	40...45	70...110
AgZnO 8	10,2	45	65...100
AgC 3	9Д	46	40
AgC 5	8,6	42	36
AgW 50	13,2...13,6	26...32	120...140
AgW 65	14,5...14,9	22...27	150...180
AgWC 40	11,7...12,1	24...30	130...160
AgMo 50	9,8...10,2	20...24	120...160

щиеся особыми свойствами (табл. 3). Например, серебряно-графитовые (AgC) сплавы обладают высокой устойчивостью к свариванию контактов в силу реакции графита при горении дуги с атмосферой и выделения газов CO и CN, но при высокой температуре в некоторой степени теряют твердость. По этой причине их применяют, например, при производстве УЗО в паре с серебряно-вольфрамовыми (AgW) контактами, обладающими тугоплавкостью и высокой электро- и теплопроводностью. Серебряно-диоксидоловянные сплавы обеспечивают низкое переходное сопротивление контактной пары при стабильной большой токовой нагрузке и т. д.

Для контактной пары (подвижный – неподвижный контакты) УЗО требуется применять серебряно-графитовый (AgC) сплав против серебряно-вольфрамового (AgW), серебряно-никелевого (AgNi) или серебряно-диоксидоловянного (AgSnO). Для автоматических выключателей применяется пара (AgC) против меди (Cu) (табл. 4).

Таким образом, конструкция и материал контактов УЗО жестко регламентированы – это четко определенные сплавы на основе серебра. Поэтому вызывает, по крайней мере, недоумение информация, приводимая в рекламных проспектах некоторых фирм, где как достоинство

указывается, что в устройстве применены «посеребрённые контакты» (табл. 5).

Механическая износостойкость УЗО есть способность устройства выполнять заданное число операций без протекания по главной цепи электрического тока.

Коммутационная износостойкость УЗО есть способность устройства выполнять заданное число операций при протекании по главной цепи номинального тока при номинальном напряжении.

Согласно стандартам, УЗО при испытаниях должно выдержать не менее:

- ◀ 2000 циклов электрического оперирования при номинальном напряжении и номинальной токовой нагрузке;

- ◀ 2000 циклов механического оперирования без нагрузки.

Операции размыкания должны проводиться в следующем порядке: для первой тысячи циклов – с использованием ручных средств; для следующих пятисот циклов – с использованием контрольного устройства; для последних пятисот циклов – путем пропускания через один полюс отключающего дифференциального тока. После испытаний УЗО не должно иметь чрезмерного износа, повреждений оболочки, дающих возможность проникновения стандартного испытательного пальца к частям, находящимся под напряжением, ослабления электрических и механических соединений. Стандарт требует проведения после данного испытания УЗО проверки электрической

прочности изоляции без предварительной влажной обработки.

7. КОНТРОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Конструкция УЗО в обязательном порядке предусматривает наличие контрольного устройства – устройства эксплуатационного контроля, запускаемого кнопкой «ТЕСТ». Назначением контрольного устройства является выполнение периодического контроля работоспособности УЗО в целом.

Контрольное устройство представляет собой цепь из тестового резистора определенного номинала, замыкающего контакта, управляемого кнопкой «ТЕСТ», и вспомогательного контакта, механически заблокированного с группой силовых контактов УЗО. Вспомогательный контакт обеспечивает отключение в целях электробезопасности тестовой цепи от силовой в отключенном положении УЗО. При нажатии кнопки «ТЕСТ» по тестовой цепи протекает контрольный ток заданного значения, являющийся для УЗО дифференциальным, который должен вызвать срабатывание УЗО.

Дифференциальный ток, создаваемый контрольным устройством, согласно ГОСТ Р 51 326.1–99, ГОСТ Р 51 327.1–99, не должен превышать 2,5-кратного значения номинального отключающего дифференциального тока УЗО. Контрольное устройство должно надежно функционировать при отклонении напряжения в диапазоне от 0,85 до 1,1 номинального значения.

Таблица 5

Применение различных серебросодержащих сплавов для изготовления контактов электрических аппаратов различного назначения

Электрические аппараты	Материал контактов
Выключатели бытовых приборов	AgNi 0,15, AgCu 3, AgNi 10 и 20
Выключатели осветительных приборов	AgCu 3, AgNi 10, AgSnO ₂ 12, AgCdO 10 и 15
Выключатели вторичных цепей	Ag, AgNi 0,15, AgNi 10
Вводные выключатели	AgNi 10, AgSnO ₂ 12, AgCdO 10 и 15
Выключатели нагрузки	AgCu 3, AgNi 10 и 20, AgSnO 28 и 12, AgCdO 10
Моторные выключатели	AgNi 10, AgSnO ₂ 12, AgCdO 10 и 15 AgZnO 8, AgZnO 8 в паре с AgNi 10, AgSnO ₂ 12 AgC 4 в паре с AgNi 10 и 20, AgSnO ₂ 12
Автоматические выключатели	AgC 3...5 в паре с Си, AgCu 3, AgNi 10...20
УЗО	AgC 4 и 5 в паре с AgNi 20...40, AgSnO ₂ , 12, AgW 50
Силовые выключатели	AgCdO 10...15, AgZnO 8, AgSnO ₂ 12 AgC 3...5 в паре с AgNi 10...40, AgW 50, AgW 50 AgC 2...5 в паре с AgNi 20...40

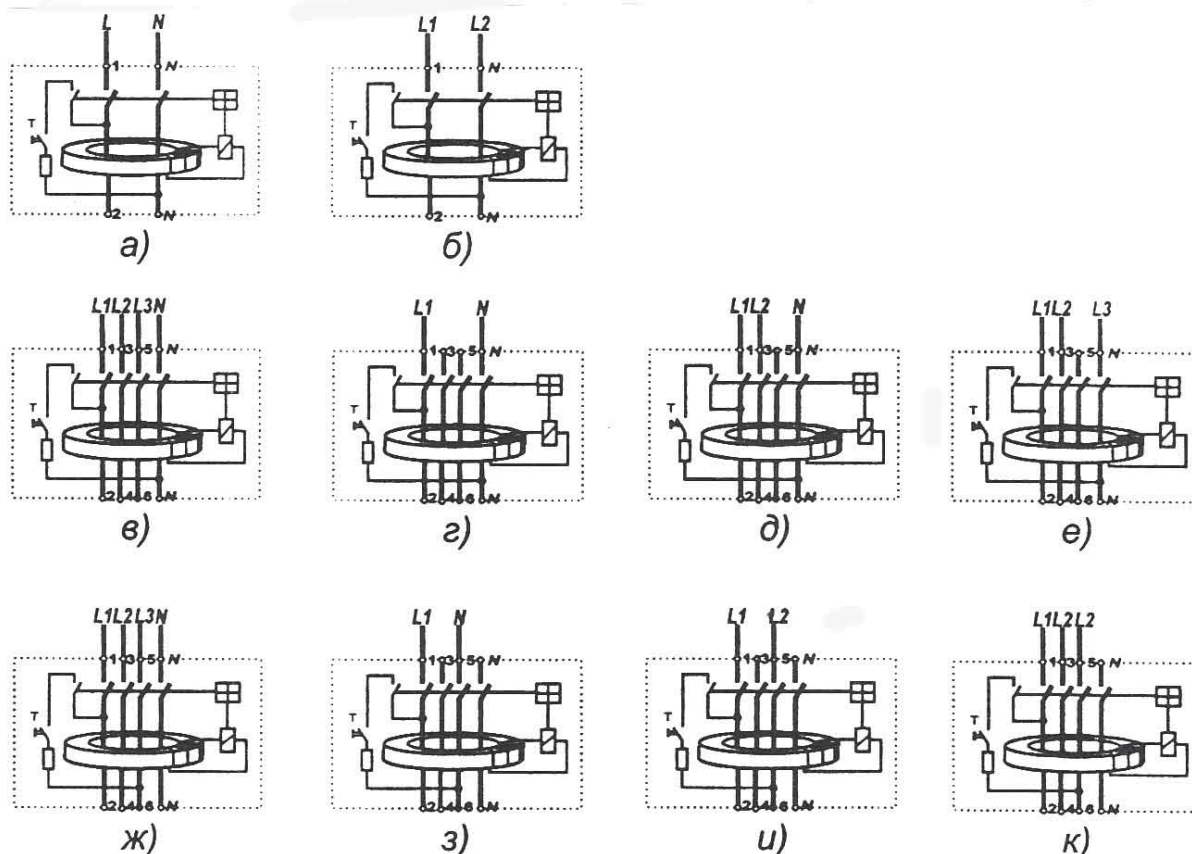


Рис. 1. Схема включения УЗО: а, б – двухполюсные УЗО; в, г, д, з – четырехполюсные УЗО (тестовый резистор подключается на фазное напряжение); е, ж, и, к – четырехполюсные УЗО (тестовый резистор подключается на линейное напряжение).

8. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УЗО

Конструкции УЗО различных производителей могут отличаться друг от друга не только параметрами, но и схемами подключения контрольного устройства.

На рис. 1 приведены различные схемы включения УЗО с учетом внутренней схемы подключения контрольного устройства к внешним клеммам. Показано также правильное включение УЗО в одно-, двух- и трехфазном вариантах.

В неполнофазных вариантах необходимо подключать УЗО таким образом, чтобы была обеспечена цепь контрольного устройства. Схема внутреннего подключения тестового резистора должна быть обязательно приведена на лицевой или боковой поверхности корпуса УЗО.

9. УСТОЙЧИВОСТЬ УЗО К ИМПУЛЬСНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ

УЗО должны быть устойчивыми к возникающим в электроустановках импульсам коммутаци-

онных и атмосферных перенапряжений. Проверку устойчивости УЗО к нежелательным срабатываниям от импульсов напряжения для УЗО проводят с помощью генератора импульсов «звенящей волны», согласно ГОСТ Р 51 326.1–99, ГОСТ Р 51 327.1–99.

Проверку проводят следующим образом. К одному из полюсов УЗО прикладывают 10 импульсов тока, полярность волны должна меняться после каждых двух импульсов. Интервал между двумя последовательными импульсами 0,5 мкс/100 кГц, 200 А должен составлять 30 секунд. УЗО типа S испытывают импульсным током 8/20 мкс с пиковым значением 3000 А. Во время испытаний УЗО не должно срабатывать.

10. ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Конструкция УЗО должна обеспечивать его пожарную безопасность и работоспособность как в нормальном режиме работы, так и при

возникновении возможных неисправностей и нарушении правил эксплуатации.

Нормы государственной противопожарной службы МВД (в настоящее время МЧС) России – НПБ-243-97 (устанавливают требования к УЗО при конструировании, монтаже и сертификации с целью обеспечения пожарной безопасности электроустановок вновь строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданий независимо от формы собственности и ведомственной принадлежности).

Согласно НПБ-243-97, функциональные характеристики УЗО должны соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТ Р 50 807-95.

НПБ-243-97 предъявляет следующие требования к электроизоляционным и конструкционным пластическим материалам, применяемым для изготовления УЗО.

Материалы, из которых изготовлены наружные части УЗО (кроме декоративных элементов), а также используемые в конструкции электрических соединений для поддержки токоведущих частей в определенном положении, должны выдерживать испытание давлением шарика.

Материалы, из которых изготовлены части УЗО, должны быть стойкими к воздействию пламени горелки.

Изоляционные материалы, поддерживающие конструкции винтовых контактных соединений, должны быть стойкими к воздействию тепловой энергии, выделяемой в переходном сопротивлении дефектного контактного соединения, а также стойкими к воздействию нагретой проволоки (960°C).

Материалы, через которые возможно образование проводящего мостика между частями различной полярности и разного потенциала, должны быть трекингоустойчивыми. Конструкция УЗО должна исключать появление в процессе эксплуатации и испытаний на пожарную опасность пламени, дыма, размягчения и оплавления конструкционных материалов.

В НПБ-243-97 записано: «Конструкция УЗО должна обеспечивать его пожарную безопасность и работоспособность как в нормальном режиме работы, так и при возникновении возможных неисправностей и нарушении правил эксплуатации. При этом вероятность возникновения пожара в (от) УЗО не должна превышать 10–6 в год».

Приказом ГУГПС МВД России УЗО включены в перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности по НПБ 243-97, и должны пройти сертификационные испытания во Всероссийском научно-исследовательском институте противопожарной обороны России (ВНИИПО).

Применение УЗО без сертификата пожарной безопасности запрещено.

В качестве дополнения к данному разделу ниже приведены некоторые сведения из разработанных ВНИИПО норм НПБ 179-99. Эти нормы распространяются на УЗО, устанавливаемые на пожарные машины, автомобильные прицепы, переносные электросиловые установки и предназначенные для автоматического и селективного отключения этих электросиловых установок при однофазном (однополюсном) прикосновении к ним человека.

Нормы определяют основные параметры, общие технические требования и методы испытаний УЗО, применяемых в электросиловых установках специального назначения, вырабатывающих одно- и трехфазный ток, с номинальным током не более 125 А, частотой 50; 200 и 400 Гц и номинальным напряжением не более 400 В.

В силу специфики применения устройств данные нормы предъявляют к ним более жесткие технические требования.

Так, в НПБ 179-99 сказано:

а) Степень защиты от прикосновения к токоведущим частям УЗО и проникновения воды – IP 44 по ГОСТ 14 254.

Таблица 6

Время срабатывания и ток срабатывания УЗО при различных частотах переменного тока

Параметры	Частота тока, Гц		
	50	200	400
Номинальный отключающий дифференциальный ток, А, не более	0,050	0,015	0,015
Время срабатывания, с, не более	0,05	0,05	0,05

<<41

- Выпускать трансформаторы с улучшенными техническими характеристиками.
- Более рационально использовать дорогостоящую трансформаторную сталь.
- Повысить производительность изготовления пластин магнитных систем трансформаторов в 3–4 раза за счет компьютерной настройки с применением программ раскроя и высокой скорости резания.
- Обеспечить снижение трудоемкости изготовления остовов трансформаторов на 20–30%.
- Сократить цикл изготовления остовов трансформаторов на 10–15%.
- Выполнить высвобождение 3–4 линий, которые морально и физически устарели.

Автоматическое комплектование и сборка стержней магнитопроводов на линии раскроя стали повлечет за собой позитивные преобразования технологии сборки магнитных систем и трансформаторов в целом. Линия позволит значительно снизить сроки изготовления трансформаторов и увеличить объемы выпуска.

По словам руководителя проекта по внедрению в производство линии поперечного раскроя ТВА/МЕ/ЕЛ 800*4500 РВ/Т компании «ГЕОРГ» И.К. Куликова, «предпосылками внедрения настоящего проекта явилась благоприятная ситуация в ближайшей перспективе в области трансформаторостроения – значительный рост заказов. Применение мобильной, высокопроизводительной техники и технологии позволит обеспечить значительное увеличение объемов выпуска качественных трансформаторов при снижении трудовых и временных затрат».

www.eprussia.ru

УЛЬТРАТИХИЕ ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Компания «ЕвроСтандартСервис» наладила поставку электростанций абсолютно новой серии – «ультратихие» генераторы «Фаворит». «Ультратихие» генераторы обладают повышенными параметрами шумоизоляции, по сравнению с генераторами в кожухе других производителей, поскольку в них использованы более передовые технологии шумопоглощения. В частности, в новой

>>48

б) Время срабатывания и ток срабатывания УЗО при частотах переменного тока 50; 200; 400 Гц приведены в табл. 6.

в) УЗО должны сохранять работоспособность при отключении потребителя от сети.

г) УЗО должны сохранять работоспособность при воздействии вибрационной нагрузки частотой 30 Гц, ускорением $(19,6 \pm 0,2)$ м/с² в течение $(0,5 \pm 0,1)$ ч.

д) УЗО должны сохранять работоспособность при колебаниях напряжения сети в пределах от 0,85 до 1,1 его номинального значения и изменениях частоты тока $(50,0 \pm 2,5)$; (200 ± 10) ; (400 ± 20) Гц и температуре от минус (40 ± 5) до плюс (40 ± 5) °С.

11. МАРКИРОВКА И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

На каждом УЗО должна быть стойкая маркировка с указанием всех или, при малых размерах, части следующих данных.

1. Наименование или торговый знак (марка) изготовителя.
 2. Обозначение типа, номера по каталогу или номера серии.
 3. Номинальное напряжение U_n .
 4. Номинальная частота, если УЗО предназначено для частоты, отличной от 50 и (или) 60 Гц.
 5. Номинальный ток I_n .
- Для УЗО со встроенной защитой от сверхтоков – номинальный ток в амперах без указания единицы измерения с предшествующим обозначением типа мгновенного расцепления (В, С или D). Например, «525»: тип мгновенного расцепления – В, номинальный ток – 25 А.

6. Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$.
 7. Номинальная включающая и отключающая способность I_m .
- Для УЗО с защитой от сверхтоков – номинальная наибольшая коммутационная способность I_{cn} .
8. Номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}$, если она отличается от номинальной включающей и отключающей способности УЗО.
 9. Номинальный условный ток КЗ I_{nc} .
 10. Степень защиты (только в случае ее отличия от IP20).
 11. Символ [S] для устройств типа S, [G] для устройств типа G.
 12. Указание, что УЗО функционально зависит от напряжения сети, если это имеет место (обычно в виде схемы).
 13. Обозначение органа управления контрольным устройством – кнопки «Тест» – буквой «Т».
 14. Схема подключения.
 15. Рабочая характеристика:

тип «АС» – символ 

тип «А» – символ 

Маркировка по пп. 273, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 15 должна быть расположена так, чтобы быть видимой после монтажа УЗО.

Информация об устройстве по пп. 1, 7, 14 может быть нанесена на боковой или задней поверхности устройства, видимых только до установки изделия.



ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ГП СПЫТНЫЙ ЗАВОД
МЭИ
WWW.UZO.RU
111116 Москва,
Энергетический проезд,
д.6
т.(095) 362-79-31

Рис. 2.


Информация об устройстве по пп. 4, 10, 12 должна быть приведена в эксплуатационной документации.

Изготовитель обязан сообщать в техническом паспорте на устройство допустимые значения интеграла Джоуля – Pt и пикового тока Ip.

Выводы, предназначенные исключительно для соединения цепи нулевого рабочего проводника, должны быть обозначены буквой «N».

Отключенное положение УЗО должно обозначаться символом «O» (окружностью), включенное положение – символом «I» (короткой вертикальной чертой).

Стандартные значения температуры окружающей среды от – 5 до + 40°C могут не указываться.

Диапазон температур от – 25 до + 40°C обозначается символом .

В последние годы в целях автоматизации учета, движения, складирования товара широко применяется маркировка штрих-кодами. Наличие



Таблица 7

Технические параметры УЗО на большие токи нагрузки

№	Наименование	Номинальное значение
1	Номинальное напряжение Un, В	220/380
2	Номинальный ток нагрузки дифференциального реле $I_{\Delta n}$, А	25
3	Номинальный отключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$, мА	300, 500*
4	Номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta no}$	0,5 $I_{\Delta n}$
5	Время отключения при номинальном дифференциальном токе (без учета времени срабатывания контактора), Тп, не более, мс	30
6	Диаметр окна выносного дифференциального трансформатора, мм	60
7	Диапазон рабочих температур, °С	-25 ...+40
8	Максимальное сечение подключаемых проводников к дифференциальному реле, мм ²	25
9	Срок службы: – электрических циклов, не менее – механических циклов, не менее	10 000 10 000

*В зависимости от модификации.

<<46

серии оборудования вентилятор на механическом приводе заменен электрическим. Кроме этого, в «ультратихом» генераторе «Фаворит» применен двойной шумоглушитель, который оснащен особым звукопоглощающим материалом, позволяющим снижать уровень шума до минимального предела. Звуковое давление от работающего «Ультратихого генератора» не превышает 53 дБ (А)/7 м (замер с 7 метров по ГОСТ ГОСТ-31252), что примерно соответствует уровню звука работающего двигателя импортного грузовика.

Качественно новый уровень шумоизоляции «ультратихих» генераторов позволяет применять оборудование на открытых производственных рабочих площадках, требующих особых условий соблюдения параметров по уровню шума, в том числе в закрытых помещениях. «Ультратихие» генераторы могут использоваться в качестве резервного источника питания в случае аварийного отключения электроэнергетики.

www.ess-ltd.ru

ПУНКТЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ КОМПАНИИ «ИННОВАЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Пункты типа ПКУЭ 6 (10) служат для решения таких задач, как:

- учет активной и реактивной энергии прямого, а также прямого и обратного направлений в цепях трехфазного переменного тока на 6, 10 кВ;
- передача измеренных и вычисленных параметров электросети на диспетчерский пункт контроля, учета и распределения электроэнергии;
- создание автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).

ПКУЭ применяется на воздушных линиях электропередач в области границ раздела балансовой принадлежности по стороне 6, 10 кВ.

www.ipenet.ru

ГРУППА LEGRAND ПОДПИСАЛА СОГЛАШЕНИЕ О НАМЕРЕНИИ ПРИОБРЕСТИ «КОНТАКТОР» – УЛЬЯНОВСКИЙ ЗАВОД АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

В настоящий момент филиалы Группы расположены в более чем 60 странах. Ее товароборот в 2006 г. достиг

>>59

штрих-кода на изделии – показатель качества и гарантия исключения фальсификации. Пример этикетки со штрих-кодом приведен на рис. 2.

12. ДОКУМЕНТАЦИЯ НА УЗО

Комплект технической документации на УЗО должен включать в себя:

1. Сертификат на соответствие ГОСТ Р 50 807-95 (с 2002 г. необходим сертификат на соответствие ГОСТ Р 51 326 1-99 и ГОСТ Р 51 327.1-99).
2. Сертификат на соответствие Нормам государственной противопожарной службы МВД России НПБ 243-97.
3. Паспорт (руководство по эксплуатации) на УЗО с адресом и телефонами предприятия-изготовителя, штампом ОТК, датой изготовления, отметкой о продаже, указанием гарантийного срока.

Заводская сопроводительная техническая документация (технический паспорт или руководство по эксплуатации) и маркировка УЗО должны содержать следующие сведения о технических параметрах устройств:

- ◀ способ и место установки;
- ◀ число полюсов;
- ◀ номинальное напряжение U_n ;
- ◀ номинальный ток I_n ;
- ◀ номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta n}$;
- ◀ номинальный неотключающий дифференциальный ток $I_{\Delta n}$;
- ◀ номинальное время отключения T_n ;
- ◀ номинальный условный ток КЗ I_{nc} ;
- ◀ предельное значение сверхтока неотключения I_{pm} ;
- ◀ номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) I_m ;
- ◀ номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}$;
- ◀ номинальный условный дифференциальный ток КЗ $I_{\Delta c}$;
- ◀ рекомендуемые схемы включения УЗО в электроустановках зданий.

Органы энергетического надзора при рассмотрении проекта электроустановки обращают особое внимание на типы УЗО, заложенные проектом, и в случае несоответствия возвращают проектную документацию на переработку.

При приеме электроустановки инспектор Энергонадзора обязан убедиться, что действительно установлены УЗО, предусмотренные проектом, и что на эти УЗО имеется вся необходимая техническая документация.

В противном случае электроустановка здания не принимается в эксплуатацию до установки УЗО, имеющих соответствующие вышеперечисленные сопроводительные документы.

Государственные стандарты ГОСТ Р 51 326.1-99, ГОСТ Р 51 327.1-99 устанавливают минимальный гарантийный срок работы УЗО – пять лет.

Режим применения низковольтной аппаратуры

Режим (категория)	Типичные области применения
АС-1	Неиндуктивные или слабо индуктивные нагрузки, печи сопротивления
АС-2	Электродвигатель с фазным ротором: пуск, отключение
АС-3	Электродвигатель с короткозамкнутым ротором: пуск, отключение
АС-4	Электродвигатель с короткозамкнутым ротором: пуск, торможение противовключением, толчковый режим
АС-5а	Управление разрядными электролампами
АС-5б	Управление лампами накаливания
АС-6а АС-6б	Управление трансформаторами Управление батареями конденсаторов
АС-7а	Слабо индуктивные нагрузки в бытовых и аналогичных секторах
АС-7б	Двигатели в бытовом секторе
АС-8а	Управление двигателями герметичных компрессоров холодильников с ручным взводом расцепителей перегрузки
АС-8б	Управление двигателями герметичных компрессоров холодильников с автоматическим взводом расцепителей перегрузки
АС-12	Управление омическими и статическими изолированными нагрузками посредством оптронов
АС-13	Управление статическими изолированными нагрузками посредством трансформаторов
АС-14	Управление слабыми электромагнитными нагрузками
АС-15	Управление электромагнитными нагрузками
АС-20	Соединение и разъединение при нулевой нагрузке
АС-21	Управление омическими нагрузками, в том числе при умеренных перегрузках
АС-22	Управление смешанными омическими и индуктивными нагрузками, в том числе при умеренных перегрузках
АС-23	Управление двигателями и другими сильно индуктивными нагрузками

Изготовитель обязан в течение этого срока при соблюдении условий эксплуатации гарантировать надежную и безотказную работу УЗО. ЗАО «АСТРО-УЗО» – МЭИ выпускает УЗО на большие токи нагрузки в комплекте: выносной дифференциальный трансформатор и дифференциальное реле. Технические параметры его приведены в табл. 7, габаритные и установочные размеры – на рис. 6 и 7. АСТРО*УЗО на большие токи применяются в одно- и трехфазных сетях. На рис. 8 приведен пример схемы подключения такого УЗО в трехфазной сети в комплекте с четырехполюсным

контактором. Большое значение имеет правильный выбор силового контактора как элемента защиты, обеспечивающего отключение нагрузки.

Характеристики контакторов должны быть согласованы с параметрами электроустановки».

Важной характеристикой контакторов является допустимая номинальная мощность нагрузки (или номинальный рабочий ток), определяемая категорией электроприемника. В табл. 8 приводятся нормальные режимы применения низковольтной аппаратуры распределения и управления переменного тока по ГОСТ Р 50 030.1-2000.



В. Янсюкевич

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, превышает 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 поверхностного электрического сопротивления.

Все диэлектрики могут работать при напряжениях, не превышающих предельных значений, характерных для них в определенных условиях и состояниях, 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 $U_{\text{проб}}$.

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 обстоятельствами, при которых производится эксперимент, но которые должны учитываться как один из факторов, влияющих на результат.

В природе существует естественный диэлектрик – атмосферный воздух. Воздух, а в последнее время и ряд других газов (водород, элегаз, 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, которые протекают в электрическом поле конденсатора. Схема замещения диэлектрика представлена на рисунке 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 энергия

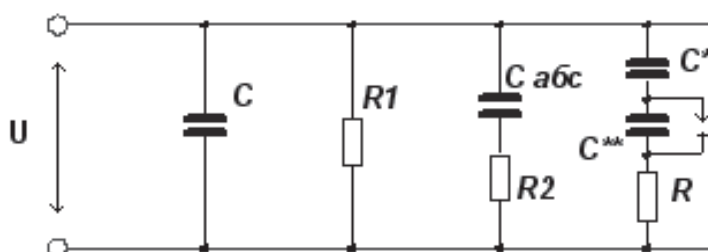


Рис. 1. Схема замещения диэлектрика. C – геометрическая емкость; R1 – сопротивление сквозной проводимости; C_{абс} и R2 – цепочка абсорбирующей составляющей и потерь диэлектрика; C, C**, R – цепочка, в которой возможны потери из-за ионизации при наличии искрового промежутка.*

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:

$$R_{из} = U_{прил.выпр} / I_{ут}$$

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 истечении 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 $R_{из}$, измеренному 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, при-

меняется метод частотной зависимости емкости. Ток заряда геометрической емкости изменяется как у сухой, так и у влажной изоляции 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 (C_{50}) успевает проявиться только геометрическая емкость, одинаковая у сухой и влажной изоляции. При измерении емкости изоляции на частоте 2 Гц (C_2) успевает проявиться абсорбционная емкость влажной изоляции, так как у сухой изоляции она меньше и заряжается она очень медленно. У сухой изоляции отношение C_2/C_{50} 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, C_2 – 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, $\tan \delta$ 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 $I_a = I_{пр} + I_{абср}$, в силу чего сдвиг фаз между напряжением U и током I_x отличается от 90 градусов 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:

$$P = U * I_c * \tan \delta = w C_x * U * \tan \delta$$

где U – напряжение, приложенное к диэлектрику;

C_x – емкость объекта;

I_c – реактивная составляющая тока ($I + I_{абс}$).

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:

$$Tg\% = 100 \cdot tg$$

Из рассмотрения схемы замещения диэлектрика и векторной диаграммы можно сделать ряд выводов:

◀ При увлажнении диэлектрика или нагреве его сопротивления R_1 и R_2 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 изме-

рении 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 Р5026 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, т. к. в случае наличия дефекта изоляции приложе-

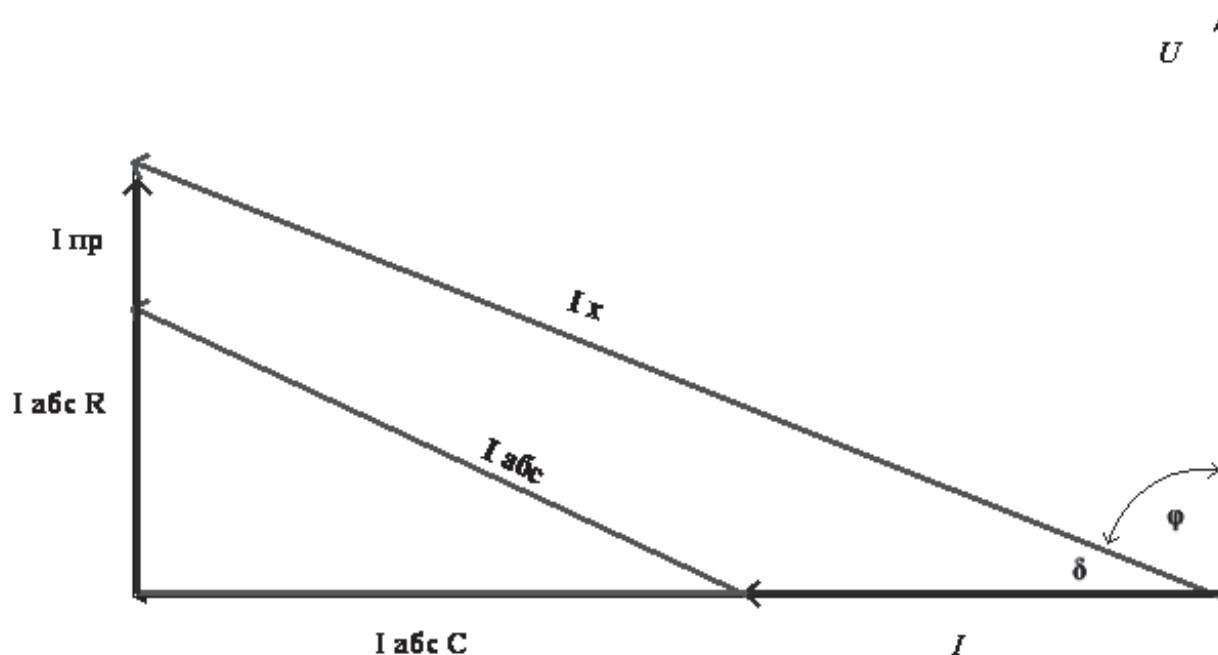


Рис. 2. Векторная диаграмма токов в диэлектрике. I – ток, обусловленный мгновенной поляризацией; $I_{абс}$ – ток, обусловленной составляющей; $I_{пр}$ – ток сквозной проводимости.

ние 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:

$$Rt_2 = Rt_1 * 10^{(t_2 - t_1)/a}$$

Где: Rt_1 и Rt_2 – сопротивление изоляции постоянному току при температурах T_1 и T_2 соответственно;

a – коэффициент, зависящий от типа изоляции; для изоляции класса А – 40, для изоляции класса В – 60.

Сопротивление изоляции $R_{из}$ и коэффициент абсорбции $K_{абс}$ не измеряются при температуре менее 10 °С, так как в этом случае результаты измерения из-за нестабильного поведения влаги не отражают истинного состояния изоляции. При температуре ниже 0 °С 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 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 кон-

троле 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 логотрический прибор, измеряющий ток, но со шкалой, отградуированной в мегаомах и килоомах.

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 (таблица 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 рисунке 3. Испытательная установка состоит из регули-

Таблица 1

Испытываемый объект	Предельное измеряемое сопротивление (МОм)	Дополнительное требование
Вращающиеся машины	0,1–1000	Стабилизация испытательного напряжения
Силовые трансформаторы	10–20 000	То же
Коммутационные аппараты	1000–5000	Нет
Силовые кабели	1–1000	Стабилизация испытательного напряжения
Изоляторы	100–10 000	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 0–50000 МОм	187,5–2500 МОм 187,5–10000 МОм	—

рующего 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 испытываемого объекта. Измерение напряжения может производиться как косвенным методом – с применением специальных измерительных трансформаторов, при этом измерительный трансформатор и прибор включаются во вторичную 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 испытываемом 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:

$$S_{исп} = wCU_{исп} * 10^{(-9)}$$

Где С – емкость испытываемой изоляции, (пФ);
 $U_{исп}$ – испытательное напряжение (кВ);
 W – угловая частота испытательного напряжения.

Для испытания изоляции постоянным (выпрямленным) напряжением используют испытательные установки, которые схематично 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 рисунке 4.

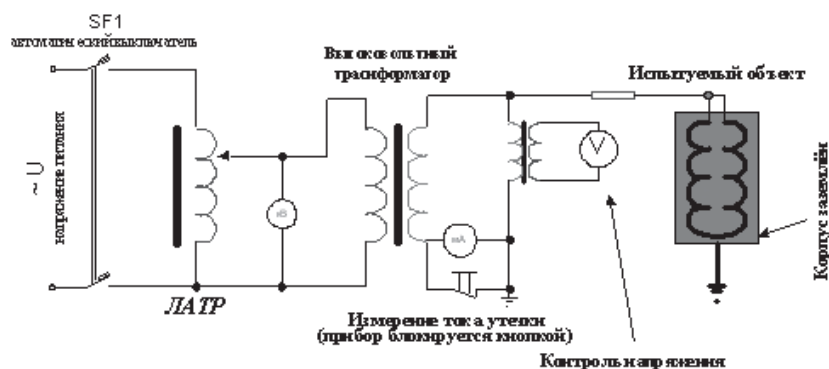


Рис. 3. Схема испытания изоляции электро-оборудования повышенным напряжением переменного тока.

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).

Иногда для сглаживания пульсации выпрямленного напряжения возникает необходимость в применении специальных конденсаторов. 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 следующих элементов: испытательного трансформатора, регулирующего устройства, контрольно-измерительной и защитной аппаратуры.

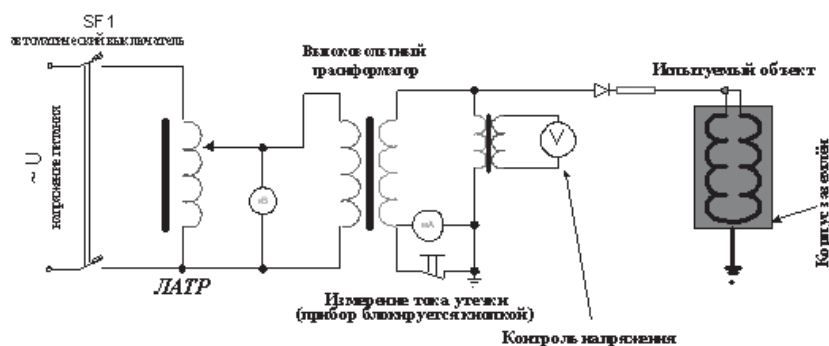


Рис. 4. Схема испытания изоляции электрооборудования повышенным напряжением выпрямляемого переменного тока.

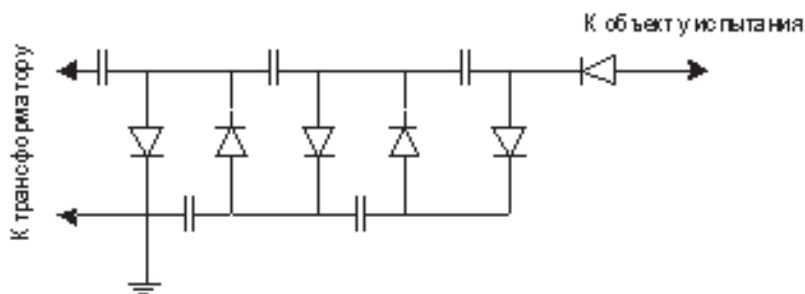


Рис. 5. Схема умножения напряжения для испытаний.

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 напротив деления шкалы 0. После этого закоротка удаляется и при повторном нормальном вращении рукоятки стрелка прибора устанавливается напротив 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 абсолютного значения сопротивления изоляции аппарата (машины) $R_{из}$ токоведущую часть ее подсоединяют специальным проводом с усиленной изоляцией (типа ПВХ) 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 $R_{из}$ 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 $R_{из}$ а также коэффициент абсорбции $K_{абс}$ сильно зависят от температуры. Поэтому для сравнения следует пользоваться величинами $R_{из}$, 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 (нормативно-технической документации) 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 следующей работы с полученными данными.
- ◀ Оформить протокол на проведенные работы.

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 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 Правил безопас-

ности, 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 1У, 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 ограждением, 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 отдельная 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 включаемой 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 находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

При размещении испытательной установки и испытываемого оборудования в различных помещениях или на разных участках РУ разрешается нахождение членов бригады, имеющих группу III, ведущих наблюдение за состоянием изоляции, отдельно от производителя работ. Эти члены бригады должны находиться вне ограждений и получить перед началом испытаний необходимый инструктаж от производителя работ.

Снимать заземление, установленное при подготовке рабочего места и препятствующее проведению испытаний, а затем устанавливать его вновь разрешается только по указанию производителя работ, руководящего испытаниями, после заземления вывода высокого напряжения испытательной установки.

Разрешение на временное снятие заземлений должно быть указано в строке «Отдельные указания» наряда.

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм². Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

Перед присоединением испытательной установки к сети напряжением 380/220В вывод высокого напряжения ее должен быть заземлен.

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах заземления, должно быть не менее 4 мм².

Присоединение испытательной установки к сети напряжением 380/220 В должно выполняться через коммутационный аппарат с видимым разрывом или через штепсельную вилку, расположенную на месте управления установкой.

Коммутационный аппарат должен быть оборудован устройством, препятствующим самопроизвольному включению, или между подвижным и неподвижным контактами аппарата должна быть установлена изолирующая накладка.

Провод или кабель, используемый для питания испытательной установки от сети напряжением 380/220 В, должен быть защищен установленными в этой сети предохранителями или автоматическими выключателями. Подключать к сети передвижную испытательную установку должны представители организации, эксплуатирующие эти сети.

Соединительный провод между испытательной установкой и испытываемым оборудованием сначала должен быть присоединен к ее заземленному выводу высокого напряжения.

Этот провод следует закреплять так, чтобы избежать приближения (подхлестывания) к находящимся под напряжением токоведущим частям на расстояние менее указанного в таблице 1.

Присоединять соединительный провод к фазе, полюсу испытываемого оборудования или к жиле кабеля и отсоединять его разрешается по указанию руководителя испытаний и только после их заземления, которое должно быть выполнено включением заземляющих ножей или установкой переносных заземлений.

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- ◀ Проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений;

- ◀ Проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;

- ◀ Предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 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 ее 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.

<<48

3,7 млрд евро, ежегодные инвестиции в исследования и развитие составляют 5% от суммы продаж. Товарооборот ОАО «Контактор» за 2006 г. – 34 млн евро.

Ульяновский завод рассчитывает, что «Легран» привнесет в «Контактор» черты международной компании, технологическую экспертизу и новые возможности для финансирования коммерческих проектов» (заводская газета «Контакт», № 7 (19), 2007). Компания Legrand в свою очередь сообщает, что видит в приобретении завода способ упрочить свое положение на российском рынке и расширить ассортимент.

В преддверии скорой интеграции для ульяновцев были организованы экскурсии на предприятия Группы. Делегация технических специалистов завода побывала на заводах компании в Италии и Польше, а менеджеры отдела продаж, маркетинга и логистики посетили складской центр, производство и центральный офис Legrand во Франции.

<http://news.elteh.ru>

КОНТАКТОРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ LC1

ЭТК «Энергия» приступила к производству контакторов для электродвигателей серии LC1, под торговой маркой компании «Энергия».

Контакторы LC1 «Энергия» представляют собой элемент дистанционного управления подключением или отключением цепей питания электродвигателей, вентиляторов и других устройств. Контакторы LC1 состоят из системы главных контактов, а также электромагнитной и дугогасительной систем. В комбинации с дополнительными блоками контактов, реле времени и механическими блокираторами контакторы LC1 могут применяться в качестве контактора с выдержкой времени, контактора с механической блокировкой, пускового переключателя и т.п. В случае использования данного контактора в паре с тепловым реле образуются пускатель срабатывания на ток, заданный реле.

Контакторы серии LC1 устанавливаются в цепях переменного тока с номинальным напряжением до 660 В (50–60Гц) и током нагрузки до 95 А.

www.energy-etc.ru

>>63



А. Таджикиев,
ректор Петербургского энергетического
института
повышения квалификации,
доктор технических наук, профессор

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Характерной особенностью последних лет в эксплуатации электрических сетей 35 кВ и ниже является неуклонное наращивание числа вакуумных выключателей (ВВ). Мировая статистика показывает, что сегодня объем ВВ по отношению ко всему парку коммутационных аппаратов в этом классе напряжения составляет 80–90%. По России этот показатель значительно скромнее и составляет ориентировочно 30–40%. Но из вновь устанавливаемых коммутационных аппаратов ВВ составляет 90–95%.

Другими словами, вакуумные коммутационные аппараты неуклонно занимают лидирующие позиции, и это обусловлено целым рядом преимуществ. Вместе с тем применение таких выключателей имеет ряд особенностей, что требует, в сравнении с другими типами выключателей, анализа. Все особенности эксплуатации выключателей связаны, прежде всего, с процессами в дугогасительной системе.

Разряд на контактах выключателя сопровождается концентрированным выделением тепловой энергии в приэлектродных областях. На катоде выделяется энергия, проводимая заряженными

ионами, образующимися в области ионизации, а также часть энергии электронов, эмитируемых катодом вследствие излучения из прикатодной области. К аноду, в основном, подводится энергия электронов. Определенную роль в тепловом балансе играют высокотемпературные потоки плазмы. Часть энергии поступает на электроды из ствола разряда за счет теплопроводности, конвекции и излучения. Различие в свойствах дугогасящих сред, используемых в коммутационных аппаратах (масляных, элегазовых, вакуумных), обуславливает и различный характер протекания процессов в этих средах.

Первый аспект эксплуатации, который более всего привлекает внимание как разработчиков, проектировщиков, так и специалистов по эксплуатации, это перенапряжения.

Весь процесс разрыва тока в дугогасительной системе целесообразно разбить на две части. Первая часть – от момента прихода импульса на отключение стартовая стадия разряда и до момента прохождения тока через ноль (финишная стадия разряда), вторая – сразу после прекращения разряда (сразу после прохождения тока через ноль).

В ряде работ подробно показано, что в результате выбора материалов контактной системы и физических процессов в дугогасительных системах ВВ недопустимых перенапряжений на стартовом этапе разряда не возникает [1, 2, 3].

Уверенность в этом подтверждается физикой процессов в дугогасительной системе. При размыкании значительных токов в момент отрыва одного контакта от другого происходит местный нагрев и возникают мостики из жидкого металла, которые при окончательном расхождении контакта переходят в паровую фазу. В ионизированных парах металла возникает устойчивый разряд. В ряде исследований показано, что носители разряда попадают в межконтактное пространство из так называемых катодных пятен. Поверхность контакта разогревается в катодных пятнах до нескольких тысяч градусов и за счет испарения создаются ионизированные потоки плазмы, обеспечивающие проводящую среду для разряда. Процесс сопровождается исчезновением, делением, возникновением новых катодных пятен, количество которых зависит от материала контакта и величины тока, причем с уменьшением тока уменьшается и число пятен.

Однако для поддержания разряда в парах металла требуется достаточно высокая плотность тока и при малых токах, протекающих перед размыканием контакта, физика процессов в дугогасительной системе ВВ изменяется. Разряд формируется в результате эмиссии заряженных частиц из материалов контактной системы и включает в себя следующие составляющие: термоэлектронную эмиссию, автоэлектронную эмиссию и фотоэлектронную эмиссию. Не вдаваясь в детали физики процесса, отметим, что эмиссионный разряд представляет собой огромное число элементарных разрядов, которые опираются на микронеровности на поверхности контактов. То есть и в первом случае разряда в парах металла, и во втором в результате эмиссии разряд существует в диффузной форме. Подтверждением тому служит вид части поверхности контакта, где пятна – это точки опоры элементарных разрядов.

Таким образом, на стартовом этапе первой стадии процесса в дугогасительной системе ВВ всегда возникает разряд, который обеспечит отсутствие недопустимых перенапряжений.

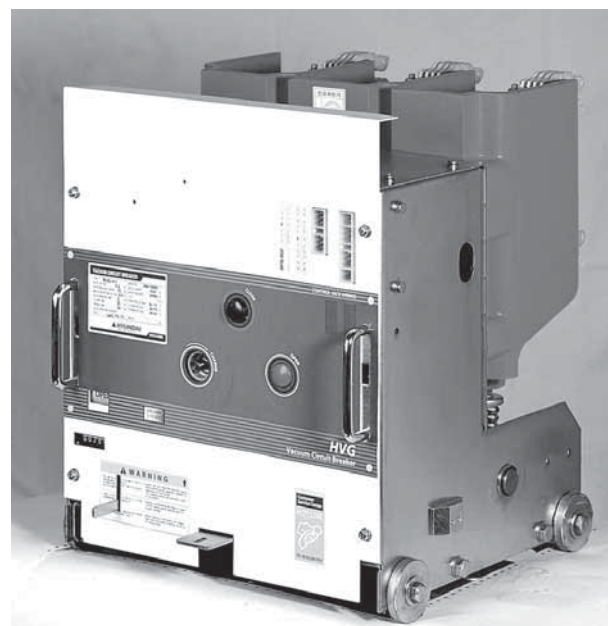
На финишном этапе разряда при подходе тока к нулю и сразу после прохождения тока через ноль превалирующую роль во всех процессах играет ток автоэлектронной эмиссии.

Автоэлектронная составляющая эмиссионного тока связана с напряженностью электрического поля и наличием микронеровностей на поверхности контакта. Именно наличие микронеровностей определяет возможность процессов, несопровождающихся перенапряжениями на финишном этапе разряда. Однако протекание тока в виде разряда приводит к «износу» микронеровностей, увеличению площади, на которую опирается элементарный разряд, и, как следствие, снижению напряженности электрического поля. Это может привести к прекращению элементарных разрядов во всех точках, к последующему перенапряжению в первичной сети.

Исследования показали, что чем больше ток, тем быстрее увеличивается площадь поверхности микронеровности, а следовательно, тем больше ток, при котором прекращается разряд, и тем большая вероятность перенапряжений из-за среза тока. Снижения вероятности разряда можно достигнуть в результате внесения конструктивных решений, опирающихся на управление разрядом, которое позволяет подтянуть окончание разряда как можно ближе к моменту прохождения его через ноль. Выбор материалов, из которых сделаны контакты, и конструкции его исполнения позволяют обеспечить отсутствие каких-либо недопустимых перенапряжений.

Таким образом, в первой части процесса никаких недопустимых перенапряжений не возникает.

Во второй части, то есть сразу после прохождения тока через ноль, возникают специфические процессы, связанные, с одной стороны, с



процессами в первичной сети, а с другой – с пробоями межконтактного промежутка. Например, при индуктивно-емкостной нагрузке коммутируемого присоединения после прохождения тока через ноль возникают затухающие высокочастотные колебания, как правило, в килогерцевом диапазоне. Однако в результате множественного пробоя межконтактного промежутка происходит закачка дополнительной энергии в индуктивно-емкостном контуре, что может привести к эскалации перенапряжений.

Возможность эскалации перенапряжения зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются скорость восстановления изоляционных свойств межконтактного промежутка, скорость нарастания амплитуды напряжения, конфигурация и параметры первичной сети и т. п.

Важнейшим явлением, влияющим на возможность возникновения перенапряжений в условиях, когда контакты холодные, является взрывная автоэлектронная эмиссия. Это происходит, как правило, при включении после длительного перерыва. В этих условиях по существу отсутствуют, по крайней мере на первом этапе движения контактов, составляющие термоэлектронной и фотоэлектронной эмиссий. Разряд возникает с микронеровностей контактной системы. Через некоторое время задержки после начала эмиссии происходят микровзрывы острий на катоде, при этом образуются плазменные сгустки – катодные факелы, расширяющиеся с высокой скоростью, а плотность тока быстро нарастает. Быстрый рост плотности тока обусловлен термоэлектронной эмиссией из плазменного катодного факела. Еще до достижения катодным факелом анода навстречу ему начинает двигаться анодный факел, образующийся в результате бомбардировки анода ускоренными электродами.

Явление взрывной эмиссии в вакуумном выключателе провоцирует многократные пробои до окончательного соединения выключателя.

Такое перенапряжение может возникнуть, и в каждой схеме электроснабжения требуется исследование.

Свойства масляной среды в процессе формирования дуги таковы, что восстановление ее изоляционных свойств происходит значительно медленнее, чем в выключателях с другими дугогасящими свойствами. Посмотрим на график изменения напряжения пробоя межконтактного промежутка масляного выключателя (кривая 1) после расхождения контактов. Кривая 2 де-

монстрирует характер изменения напряжения на вводах двигателя при размыкании контакта в момент прохождения тока через ноль. Кривая показывает, что высокочастотный процесс, связанный с обменом энергией между емкостными и индуктивными элементами присоединения, может привести к многократным повторным пробоям межконтактного промежутка. Однако на первых этапах дугового разряда за счет подпитки током от соседних фаз дуговой разряд поддерживается и в момент прохождения тока через ноль.

Количество продуктов разложения масла зависит от энергии дуги и числа коммутаций. Углеродистые соединения длительное время остаются в масле во взвешенном состоянии, снижая электрическую прочность внутренней изоляции масляного выключателя. Наличие свободных частиц углерода во взвешенном состоянии и особенно металла снижают электрическую прочность масла, что плохо сказывается на процессах в дугогасительной камере в режиме включения. При уменьшении расстояния между контактами возникает преждевременный множественный пробой межконтактного промежутка, провоцирующий перенапряжения.

Моделирование процессов включения электродвигателя показывает, что кратность перенапряжений выше нормы, а перенапряжения на витках обмотки оказываются недопустимыми.

В дугогасительных устройствах элегазовых выключателей характер дугогашения существенно отличается от процессов в других дугогасительных средах. Так, энергия, выделяемая дугой в элегазах меньше, чем в воздухе, вследствие меньшего ее теплосодержания, обусловленного меньшим напряжением на дуге. Чем ниже температура диссоциации газа, тем лучше условия для уменьшения остаточной проводимости ствола дуги, поскольку в этом случае происходит более интенсивное охлаждение ее высокотемпературного ядра.

Существенное влияние на дуговые процессы оказывает выброс потоков плазмы, возникающих на контактах вследствие радиального сжатия дуги ее собственным магнитным полем. При этом в дуге образуется разность давлений, обуславливающая выброс потоков плазмы, исходящих из мест наибольшего сужения – оснований дуги. Кроме стягивающего эффекта, вызываемого электромагнитными усилиями, определенную роль в образовании потоков плазмы играют тепловые процессы в приэлектродных основаниях дуги. Сужение оснований дуги приводит к увеличению

плотности тока в них, а следовательно, и к увеличению температуры, вследствие чего сгустки плазмы с более высокой температурой устремляются в область с меньшей температурой и более низким давлением. Кроме того, повышение температуры в основаниях дуги сопровождается более интенсивным испарением материала контактов и образованием за счет этого областей с повышенным давлением. Совокупность этих явлений и обуславливает образование и выброс потоков плазмы, оказывающих существенное влияние на процесс дугогашения.

Результаты моделирования при отключении двигателя элегазовым выключателем показали, что первый пик перенапряжения имеет допустимую кратность. Однако последующие пробои межконтактного промежутка элегазового выключателя приводят к увеличению перенапряжений до кратности, выше допустимой. Также недопустимыми оказываются перенапряжения между витками обмотки. Восстановление изоляционных свойств элегазовой дугогасящей среды происходит значительно быстрее, чем у масляных выключателей, но в то же время значительно медленнее, чем у вакуумных.

Резюмируя проведенные исследования, можно сказать следующее: при коммутации любым из применяемых выключателей в классе напряжения 35 кВ и ниже возможно возникновение перенапряжений, связанных с многократным пробоем межконтактного промежутка. Однако технические, технологические и эксплуатационные преимущества ВВ приводят к значительному опережению темпов их внедрения в электрические сети до 35 кВ всех назначений.

По материалам журнала
«Энергоэксперт»

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларина Э.Т. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 68 с.
2. Петров Д.С., Поляков В.С., Таджикибаев А.И. Термографические исследования дугогасительных камер вакуумных выключателей // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Вып. 4. – Изд.: ПЭИПК, 1997 г. с. 99–104.
3. Борисов В.В., Таджикибаев А.И. Особенности дуговых процессов в выключателях 6–35 кВ с различными дугогасящими средами // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Вып. 7. – Изд.: ПЭИПК, 1998 г. с. 65–74.
4. Гасс А.А., Полуновская Е.С., Таджикибаев А.И. Возникновение и развитие при эскалации процессов в дугогасительных камерах вакуумных выключателей // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Вып. 7. – Изд.: ПЭИПК, 1998 г. с. 65–74.
5. Морва Д., Таджикибаев А.И. Условия возникновения перенапряжений при коммутациях выключателями с различными дугогасящими устройствами в системах электроснабжения собственных нужд АЭС // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. – Вып. 18. – Изд.: ПЭИПК, 2002 г. с. 136–141.
6. Канискин В.А., Таджикибаев А.И. Эксплуатация силовых электрических кабелей. Учебное пособие. – СПб., ПЭИПК, 2002. – 51 с.

<<59

ПО ЗАКАЗУ «ЛЕНЭНЕРГО» КОМПАНИЯ «ПО ЭЛТЕХНИКА» ИЗГОТОВИЛА ПЕРЕДВИЖНУЮ КТП МОЩНОСТЬЮ 630 КВА

Комплектная трансформаторная подстанция на колесном шасси предназначена для временного электроснабжения потребителей в случае аварий или ремонта на стационарных ПС 6 (10)/0,4 кВ.

Передвижная КТП выполнена по тупиковой схеме со стороны 6 (10) кВ. КТП разделена на четыре отсека (РУ СН, РУ НН, силового трансформатора и кабельных присоединений), укомплектована ячейками КСО «Аврора», НКУ «Нева», трансформатором ТМГ. Схема соединения обмоток по стороне 6 (10) кВ силового трансформатора может быть переключена со «звезды» на «треугольник». Габариты подстанции, которая сконструирована на базе четырехосного прицепа с поворотной платформой, определены заказчиком и позволяют провозить ее во внутренние дворы домов в центре Санкт-Петербурга.

<http://news.elteh.ru>

КОМПАНИЯ «ИЭК» ПРЕДСТАВЛЯЕТ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОКА – АВДТ 32

Автоматический выключатель дифференциального тока АВДТ-32 компании «ИЭК» защищает от поражения током, предотвращает пожары из-за утечки токов, оберегает электрооборудование от сверхтоков. Аппарат, в котором объединены функции дифференциальной защиты и автоматического выключателя, занимает два стандартных модуля в щитке (36 мм).

АВДТ-32 имеет двухполюсную конструкцию, в которой предусмотрен фазный полюс, защищенный от перегрузки и КЗ, и нулевой полюс с контактами, осуществляющими безыскровую коммуникацию.

К присоединительным зажимам АВДТ 32 можно одновременно подключать гибкие проводники и шину типа Pin (штырь) или типа Fork (вилка).

Максимальная отключающая способность АВДТ-32–6000 А, характеристика отключения при дифференциальном токе – типа «А» (защита от синусоидальных и пульсирующих постоянных токов).

www.iek.ru



ОСТОРОЖНО, ПОДДЕЛКИ !

В последнее время на российском рынке стали появляться генераторные установки, цветом и формой напоминающие оборудование известных производителей, но по сути – подделки.

Мы считаем своим долгом предупредить наших покупателей об этом и дать им в руки инфор-

мацию, которая поможет распознать мошенников и сделать правильный выбор.

Данная статья подготовлена по материалам концерна SDMO. Оригинал буклета находится в офисе компании.

Устройство, похожее на портативную генераторную установку	Настоящая генераторная установка
<p>В целях экономии устанавливаются двигатели более низкого качества (может быть, восстановленные или из вторичного материала), с малоточными, ненастроенными регуляторами частоты вращения, которые априори не могут обеспечить стабильную работу при частоте вращения коленвала в 3000 оборотов в минуту.</p>	<p>Силовая часть настоящей генераторной установки (НГУ) – это надежный двигатель известного производителя. При частоте вращения 3000 оборотов в минуту двигатель должен обладать высокоточным регулятором частоты, который отвечает за стабильность частоты переменного тока (50 Гц) на различных режимах работы, а также деталями и узлами, изготовленными из высококачественных материалов и имеющими большой запас прочности. Кроме того, он должен быть обеспечен гарантией производителя и наработкой на отказ не менее 2000–2500 часов. У двигателя бензиновой генераторной установки должны быть чугунные гильзы цилиндров, верхнее расположение клапанов, электронное зажигание, система останова при снижении уровня масла ниже критического.</p>
<p>Производители – это, как правило, чистые «сборщики», использующие лицензионные двигатели популярных недорогих марок или не имеющие четких характеристик генераторы. Непрофессионализм производителя также часто проявляется в заявленных несуществующих значениях «ресурса двигателя», заниженных значениях расхода топлива.</p>	<p>НГУ – это согласованная система преобразования энергии топлива в электрическую энергию, где все параметры и режим эксплуатации тщательно подобраны, протестированы на заводе высококвалифицированными специалистами и проверены сотнями тысяч пользователей. В НГУ четко рассчитаны запас по мощности, по разности фаз тока и напряжения.</p>

Устройство, похожее на портативную генераторную установку	Настоящая генераторная установка
<p>Производители, как правило, экономят на соблюдении правил безопасности, пользуясь беспечностью или технической неграмотностью покупателей. Но разница в цене ничто по сравнению с последствиями порчи подключаемого оборудования или, что гораздо хуже, – вредом, причиненным здоровью человека.</p>	<p>НГУ оборудована всем – заземлением, защитой от перегрузки, защитой горячих частей. Т.е. она соответствует самым строгим нормам и требованиям безопасности и нормам по уровню шума.</p>
<p>Состоит из мелких недоделок, которые выливаются в полную неработоспособность и в итоге в неразумно потраченные деньги.</p>	<p>В НГУ все продумано до мелочей, где даже небольшие неисправности или повреждения (треснула трубка, не плотное соединение, болтающиеся электрические провода, не полная затяжка крепежа, режущая руки рама из квадратного профиля и т. д.), при которых установка была бы неработоспособной, исключена.</p>
<p>Все установлено по принципу «как влезло». Рама кустарной конструкции имеет недопустимо малую жесткость. Никуда не подлезешь, а подлезешь – изрежешь руки (такие установки полны острых углов и кромок, о которые можно порезаться). Обслуживание таких устройств похоже на пытку.</p>	<p>При создании НГУ производители думали об удобстве обслуживания и эксплуатации. Оптимально скомпонованный двигатель, генератор и бак позволяют легко заменить масло и фильтры, проделать другие необходимые операции по обслуживанию. Настоящая генераторная установка продумана до мельчайших подробностей для конечного пользователя – эргономична.</p>
<p>Топливные баки делаются из тонкостенного металлического листа, который не является термоизолятором, и поэтому, при низких температурах, в баке образуется большое количество конденсата. В результате в двигатель попадает вода, двигатель плохо заводится или не заводится вовсе, работает нестабильно, не держит заданную мощность.</p>	<p>В страны северных широт (Россия) серьезные производители предлагают установки с толстыми пластиковыми топливными баками. Пластик является хорошим теплоизолятором и поэтому в холодную погоду в баке не образуется конденсат.</p>
<p>Генераторы при изменении нагрузки могут создавать опасность для подключаемого оборудования. Из-за нестабильности частоты и напряжения в нашей стране присутствующие на рынке генераторы асинхронного типа могут быть использованы только для простой нагрузки – как лампочки освещения.</p>	<p>За качество электроэнергии в НГУ отвечает марочный генератор синхронного типа, который в считанные миллисекунды восстанавливает нормальные значения напряжения при изменениях нагрузки. Качественный синхронный генератор всегда имеет запас по полной электрической мощности для питания сложного оборудования (электродвигатели), которое в большинстве своем имеет 3–5-кратный пусковой ток.</p>
<p>Производители – это 5–15 тысяч установок в год – и для снижения цены экономят на качественных комплектующих.</p>	<p>Серьезные компании производят несколько сотен тысяч генераторных установок в год, поэтому могут закупать качественные комплектующие по более низким ценам.</p>
<p>Маркировка двигателя и генератора зачастую не содержит указаний ни на страну-изготовителя, ни на характеристики работы составных частей.</p>	<p>Двигатель и генератор имеют четкую маркировку и характеристики, подробное описание.</p>
<p>При производстве вопросы экологии вообще не рассматриваются.</p>	<p>Двигатель отвечает самым жестким требованиям к токсичности.</p>
<p>Окрашены исключительно на первое время – для товарного вида. Дешевая краска начнет облезать уже через месяц-два, а позже появится коррозия.</p>	<p>Эстетика и привлекательный дизайн НГУ также не оставлены без внимания, качество окраски и защитных покрытий гарантирует отсутствие коррозии рамы НГУ на многие годы.</p>

По материалам
ООО «ЕвроСтандартСервис»



А. Иванов,
ООО «ВНИИГАЗ»

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ 6-10 КВ В СЕТЯХ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Газоперерабатывающий завод (ГПЗ), как одна из разновидностей газохимических комплексов (ГХК), представляет собой сложный технический объект, отдельные установки и производства которого объединены единым технологическим процессом. Для повышения надежности технологического процесса современный ГПЗ обычно состоит из нескольких (двух – четырех) технологических линий. Каждая линия включает в себя пункт приема и подготовки газа, компрессорную станцию, установку по отбензиниванию газа и газофракционную установку [1]. На рис.1 представлена технологическая схема переработки газа.

Все газопроводы, идущие с промыслом, сходятся на заводе в один узел – пункт приема и комплексной подготовки газа. После замера и смешивания в заданных пропорциях газ посту-

пает на очистку от вредных механических частиц и конденсата. Пыль, песок, продукты коррозии трубопроводов, капельная влага, частицы конденсата отделяются в сепараторах различной конструкции, и очищенный газ поступает в адсорберы, где проходит очистку от сероводорода и диоксида углерода. Получение газа, гелия и других нефтегазопродуктов представляет собой сложное комплексное взаимодействие всех частей технологического процесса, перерыв или останов отдельных частей которого приводит к нарушению или полному прекращению выработки.

По доле энергопотребления и установленной мощности ГПЗ относятся к крупным потребителям с двигательной нагрузкой и большой установленной мощностью электроприводов. В таких энергосистемах, как Орбургаэнерго и Астраханьэнерго,

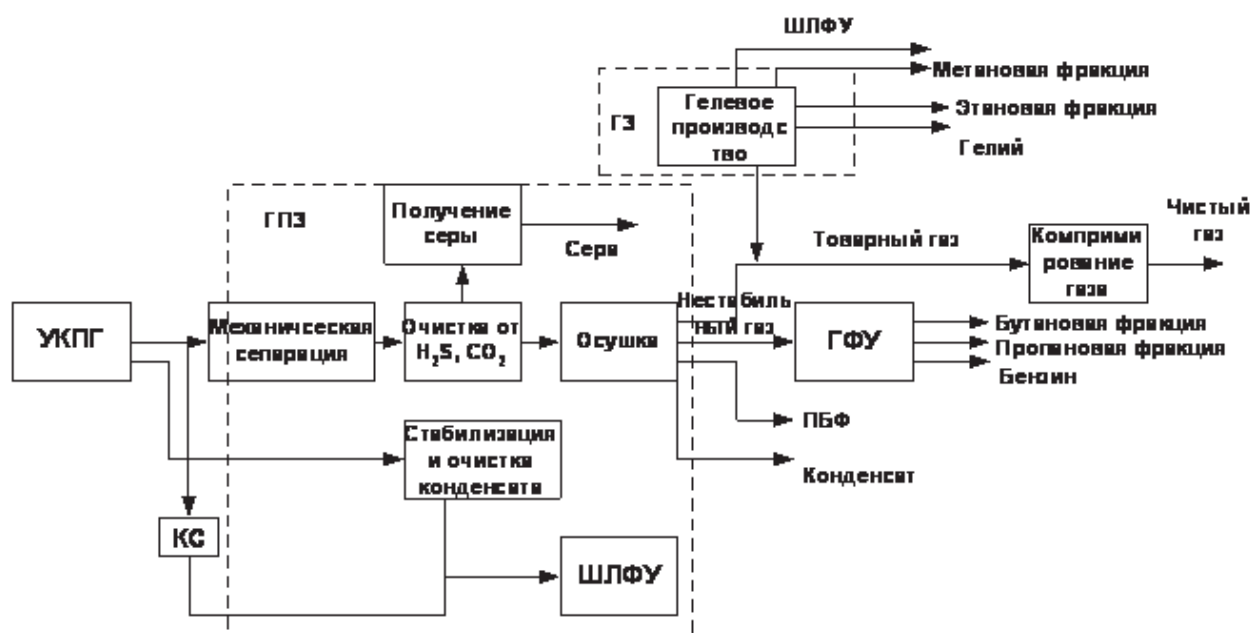


Рис. 1. Технологическая схема переработки газа. УКПГ – установка комплексной подготовки газа; ПБФ – пропан-бутановая фракция; ШЛФУ – широкая фракция легких углеводородов; КС – компрессорная станция; ГПЗ – газоперерабатывающий завод; ГЗ – гелиевый завод; ГФУ – газифракционирующие установки.

ГПЗ – основные потребители электроэнергии. Структура электропотребления некоторых ГПЗ и заводов, перерабатывающих попутный газ, приведена в табл. 1.

По надежности питания электропотребители разделяются на следующие группы:

не допускающие перерыва в электроснабжении, работа которых обеспечивает локализацию аварии и безаварийную остановку технологического процесса при любых повреждениях технологической схемы и отказах внешнего электроснабжения (особая группа по обеспечению надежности питания);

Таблица 1

Основные электрические показатели газоперерабатывающих заводов

ГПЗ	Установленная мощность, МВт			Число двигателей
	Электрооборудования	Асинхронных двигателей	Синхронных двигателей	
Оренбургский	226	75	100	3125
Оренбургский (гелиевый)	315	58	236	2591
Астраханский	144	135	9	200
Сосногорский	24	21	2	584
Сургутский	17	13	нет	320
Московский	7	4	1	493
Шебелинский	5	3	нет	106
Минибаевский	224	71	153	3800
Пермский	67	14	53	885

◀ допускающие кратковременный перерыв в электроснабжении, определяемый переходом на резервное питания (десятиые доли секунды) (первая группа по обеспечению надежности питания);

◀ допускающие кратковременный перерыв в электроснабжении, определяемый инерционностью технологических потоков, например воздухоудвки, обеспечивающие процессы горения (полное прекращение потока воздуха не допускается). Перерыв может достигать от десятых долей секунды до нескольких секунд (первая группа по обеспечению надежности питания);

◀ допускающие перерыв в электроснабжении, определяемый инерционностью технологического оборудования (тепловая инерция). Перерыв может достигать десятки секунд (первая группа по обеспечению надежности питания);

◀ допускающие длительный перерыв в электроснабжении без остановки технологических процессов (при этом может снижаться производительность или качество продукции). Перерыв может достигать десятков минут (вторая группа по обеспечению надежности питания);

◀ допускающие длительный перерыв в электроснабжении, не оказывающие влияния на технологический процесс (третья группа по обеспечению надежности питания).

Часть электроприемников зависима, т. е. при отказе или отключении одних должны быть отключены другие, связанные с ними. Таким образом, для обеспечения надежной работы всех потребителей

система внешнего и внутреннего электроснабжения должна быть гибкой к возможным изменениям технологических схем и режимов питания.

Особенностями электросетей ГПЗ являются:

◀ большая единичная мощность и широкий диапазон изменения мощности синхронных и асинхронных электродвигателей, трансформаторов собственных нужд, вспомогательного электрооборудования (от киловатт до десятков мегаватт);

◀ общая протяженность кабельных линий составляет сотни километров;

◀ в сети присутствуют все классы среднего напряжения для питания основного и вспомогательного оборудования – 6, 10, 35 кВ на одном объекте;

◀ при возникновении аварийных ситуаций секции могут объединяться или, наоборот, разъединяться, разделяя или объединя большие группы нагрузок.

Все эти особенности сложной разветвленной схемы делают задачу по схеморежимной оптимизации эксплуатации нейтральной сети еще более сложной. Величины емкостных токов замыкания на землю лежат в диапазоне 20–30 А при наличии компенсационной катушки типа ЗРОМ, либо более 30 А при эксплуатации с изолированной нейтралью. Фрагмент схемы электропитания одного из ГПЗ приведен на рис. 2.

Ежегодно в сетях крупных ГПЗ и заводов, перерабатывающих попутный газ, происходит от 4 до 7 однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).

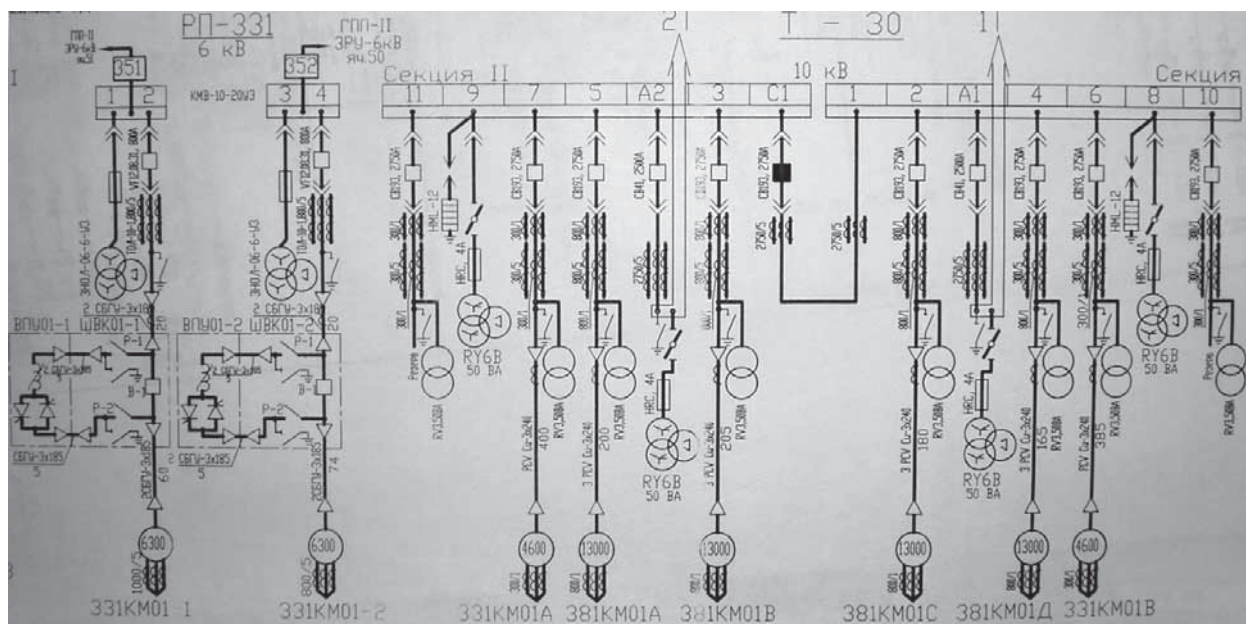


Рис. 2. Фрагмент схемы питания ГПЗ.

В 90–100% случаев ОЗЗ переходит в многоместное повреждение, что фиксируется срабатыванием соответствующих защит присоединений. Внедрение систем цифровой регистрации аварийных процессов (ЦРАП) значительно упрощает процесс анализа и поиска причин выхода из строя оборудования. К недостаткам существующих ЦРАП относится главным образом невозможность оценки амплитудных величин переходных процессов, например при дуговых замыканиях на землю (ОДЗ).

Выход из строя двигателей, кабелей, трансформаторов собственных нужд, перегрев измерительных трансформаторов напряжения (ТН) типа НТМИ, ЗНОМ и др. при длительном поиске места ОЗЗ, а также полученные данные по отказам электрооборудования подтверждаются многочисленными отзывами оперативного и дежурного персонала, которые называют проблему одной из старейших и до сих пор не решенной.

Безусловно, для сетей в масштабе ГПЗ существует единственный способ уменьшения количества аварийных ситуаций, связанных с выходом из строя электрооборудования по причине ОЗЗ и ОДЗ, – заземление нейтрали сети через активное сопротивление. При переводе режима эксплуатации нейтрали сети от изолированного к резистивно-заземленному либо при подключении активного сопротивления параллельно ЗРОМ, кроме ограничения перенапряжений при ОДЗ, достигается повышение чувствительности существующих направленных токовых защит на реле РТЗ-50, РТЗ-51 (что характерно для действующих схем), полностью исключается перегрев ТН и осуществляется постоянное «симметрирование» схемы, т. к. резистор постоянно подключен к нейтрали сети.

К вопросу о выборе номинала резистора необходимо подойти в первую очередь с точки зрения ограничения перенапряжений при ОДЗ, при условии, что теоретические расчеты совпадают с экспериментальными данными измерений емкостных токов ОЗЗ. Другим обязательным требованием к резисторной установке является ее «неотключаемость», т. е. постоянное подключения резистора к нейтрали сети. Желательно, чтобы резисторная установка была компактна и не занимала много места.

Опыт эксплуатации сетей с резистивным заземлением нейтрали в АО «Энерго» позволяет констатировать факт уменьшения количества ОЗЗ с 5–7 до 1–2 в год, что подтверждает эффективность



Рис. 3. Статор сгоревшего электродвигателя 630 кВт в результате ОДЗ.

этого мероприятия. На рис. 3 представлен статор электродвигателя 630 кВт, вышедшего из строя в результате ОДЗ на одном из ГПЗ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предварительный анализ аварийных ситуаций, связанных с выходом из строя электрооборудования в сетях ГПЗ по причине ОЗЗ и ОДЗ, позволяет сформулировать следующие задачи для обеспечения повышения надежности эксплуатации электрооборудования 6–10 кВ:

- ◀ теоретическое исследование процессов стационарных режимов ОЗЗ, ОДЗ и возможных феррорезонансных процессов, связанных с ТН;
- ◀ экспериментальное исследование и анализ емкостных токов ОЗЗ на объекте;
- ◀ проверка полученных численных и экспериментальных данных, расчет номиналов сопротивлений резисторов, выбор места установки резисторов;
- ◀ изготовление, доставка и монтаж резисторных установок на объекте.

Успешное выполнение поставленных задач может быть достигнуто только при тесном взаимодействии специалистов из научных институтов, эксплуатирующих организаций и фирм-производителей электро-энергетического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Меньшов Б.Г., Ершов М.С., Яризов А.Д. *Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности: Учеб. Для вузов.* – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.; ил.

**ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.
СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ. М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС», 2006**

В настоящее время в энергетике Российской Федерации осуществляется переход от системы планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по действительному техническому состоянию электрооборудования.

Универсальным средством диагностирования электрооборудования является инфракрасная томография, которая обеспечивает контроль его состояния без вывода из работы. С помощью термографических средств можно идентифицировать такие дефекты, как локальный нагрев элементов конструкции, ухудшение состояния контактных соединений и т. д.

Значительное место в диагностике состояния электрооборудования занимает определение его вибрационных характеристик. Отечественным и зарубежным средствам современной диагностики посвящена первая глава книги.

Для принятия правильных решений необходимо постоянно иметь достаточно полную и достоверную информацию о контролируемом электрооборудовании. Для получения такой информации важно правильно выбирать, помимо диагностических средств, также методы и средства измерения таких параметров, как сопротивление, ток, напряжение, мощность и др. На смену классическим аналоговым средствам динами-

ческих измерений пришли цифровые измерения, позволяющие осуществлять автоматизированный сбор и анализ информации.

Кроме традиционных и новых измерительных средств, контролирующих параметры эксплуатируемого электрооборудования, появилась необходимость определения условий его работы и в первую очередь качества электроэнергии. Современным отечественным и зарубежным измерительным средствам посвящена вторая глава книги.

Наряду с диагностическими и измерительными средствами в системах электроснабжения применяются новые устройства и системы, повышающие надежность и экономичность работы электрооборудования и систем электроснабжения в целом. К ним относятся устройства плавного пуска, регуляторы температуры, минилогеры, источники бесперебойного питания и др. Этой тематике посвящена третья глава книги.

В справочном пособии обобщен опыт ведущих организаций и предприятий, занимающихся разработкой нового и модернизацией действующего электрооборудования.

*Тел.: (495) 607-21-25,
Адрес в Интернете: WWW.KOLOC.RU.*

**СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА
М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС», 2007, С. 464**

Распределение и потребление электроэнергии как на промышленных предприятиях, предприятиях перерабатывающей промышленности, так и на объектах сельскохозяйственного назначения должны производиться с высокой экономичностью, безопасностью и требуемым качеством электроэнергии. Для выполнения всех этих требований необходимо не только рационально строить систему электроснабжения, но и правильно выбирать соответствующее электрическое оборудование. Такие же задачи решаются и при реконструкции системы электроснабжения.

За последние годы отечественной промышленностью выпущено большое число различных видов нового электрооборудования с применением автоматики на основе микропроцессорной техники. Заметно выросло количество импортного электрооборудования, в том числе и изготовленного на совместных предприятиях в России. В то же время на промышленных предприятиях и особенно в сельском хозяйстве эксплуатируется значительное количество как морально устаревшего, так и изношенного электрооборудования, отработавшего свой нормативный срок службы.

В этой связи издание справочной литературы по действующему и новому электрооборудованию является актуальной задачей. Настоящая книга в значительной степени учитывает запросы специалистов, занимающихся эксплуатацией электрических сетей промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов, жилых и общественных зданий. Она представляет собой новое издание выпущенной издательством «Колос» в 2004 году «Справочной книги электрика», существенно доработанной и дополненной в соответствии с пожеланиями и рекомендациями читателей.

Среди авторов справочника: Э.А. Киреева, А.Г. Харитон и А.Н. Чохонелидзе – члены редколлегии журнала «Главный энергетик». Справочник состоит из двух разделов.

В первом разделе содержатся общетехнические сведения и справочные материалы по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ: силовым трансформаторам, КТП и КРУ, высоковольтным выключателям, плавким предохранителям, конденсаторным установкам для компенсации реактивной мощности, счетчикам электроэнергии, автоматическим выключателям, контакторам, магнитным пускателям, вакуумным дугогасительным камерам, кабельным и воздушным линиям, электродвигателям. В этот раздел включены также сведения по современному диагностическим средствам для электрооборудования и освещению производственных помещений. Новый для справочника материал содержится в главе «Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений».

Во втором разделе помещены таблицы физических величин, единиц и констант, обозначений электрических схем, необходимые для работы каждому электрику сведения об электрических материалах и электрических измерениях, температурных режимах работы и степенях защиты электрооборудования, режимах работы нейтрали. Здесь же приведены примеры расчета сечений проводов и жил кабелей до и выше 1 кВ, рекомендации по выбору плавких предохранителей и автоматических выключателей, сечений проводов и жил кабелей. В книге 464 страницы, выпущена она в твердом переплете. Приобрести ее можно по адресу:

*107996, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18,
Издательство «Колос», Тел.: 607-22-95,
Тел./факс отдела реализации:
975-55-27, 607-19-45. E-mail: koloc 1918@ mail.ru*

Л.К. ОСИКА

**ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.
ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ.
М.: ЭНАС, 2007. С. 192. ИЗД. № 0730.**

В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике.

Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего в Великобритании. Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в стране в целом.

Для специалистов в области коммерческого учета электроэнергии, менеджеров электросетевых и энергосбытовых компаний, потребителей электроэнергии, ОКУ.

Может быть полезна студентам и аспирантам энергетических и экономических специальностей вузов.

Отдел реализации: Тел./факс: (495) 913-66-20 (21);

115114, г. Москва, Дербеневская набережная, д. 11; E-mail: adres@enas.ru; www.enas.ru

Склад-магазин: 115201, г. Москва, Каширский проезд, д. 9, стр. 1; Метро «Варшавская»; Тел.: 8-499-610-09-10.



В.А. РОЩИН

**СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ. 3-Е ИЗД., ПЕРЕРАБ. И ДОП.
М.: ЭНАС, 2007. С.112. ИЗД. № 0734.**



В пособии рассмотрены различные схемы включения счетчиков электрической энергии, применяемых на энергообъектах. Показаны примеры негативных последствий от неправильного подключения счетчиков. Приведены результаты экспериментального определения погрешностей счетчиков и трансформаторов тока. Даны практические рекомендации по проверке схем подключения счетчиков, по порядку их замены и др.

Для специалистов метрологических служб, энергетических предприятий, энергосбытовых организаций. Может быть рекомендовано специалистам Госстандарта (Ростехрегулирования) России, инспекторам по энергетическому надзору, ответственным за электрохозяйство потребителей электроэнергии.

Отдел реализации: Тел./факс: (495) 913-66-20 (21);

115114, г. Москва, Дербеневская набережная, д. 11; E-mail: adres@enas.ru; www.enas.ru

Склад-магазин: 115201, г. Москва, Каширский проезд, д. 9, стр. 1.

Метро «Варшавская». тел.: 8-499-610-09-10

НОВОСТИ

ГРУППА MODUL ПРЕДЛАГАЕТ ШИНОПРОВОДЫ ERILINK

Система ERIFLEX ERILINK представляет из себя шинопровод модульного закрытого типа в виде комплекта. Она предназначена для монтажа на площадке в соответствии с рабочими спецификациями.

В основном система ERIFLEX ERILINK используется для осуществления подвода питания от трансформаторов к распределительным системам промышленного назначения.

Система рассчитана на ток от 800 до 7400А, степень защиты IP20 – IP54. Одним из составных элементов шинопровода являются медные шины ERICO. Рассчитать необходимую длину шинопровода помогает специальная компьютерная программа Erilink V2.0.1.

www.modul.ru

КОМПАНИЯ «СПЕЦТОРГ» НАЧИНАЕТ ОСУЩЕСТВЛЯТЬ СБОРКУ ЩИТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Компания «Спецторг» с февраля 2008 года начинает предоставление услуг по сборке низковольтного электрощитового оборудования под заказ.

Сборка стандартных металлических щитов с установкой автоматических выключателей, устройств защитного отключения, контакторов, кнопок управления, электросчетчиков и другой автоматики, согласно схемам заказчика, осуществляется на импортном оборудовании.

Для установления высокого уровня качества сборных электрощитов установлен контроль качества всех комплектующих, а также проверка работоспособности готового электрощитового оборудования.

www.spectorg.ru



А. Федоров
инженер,
ООО «Феникс Контакт Рус»

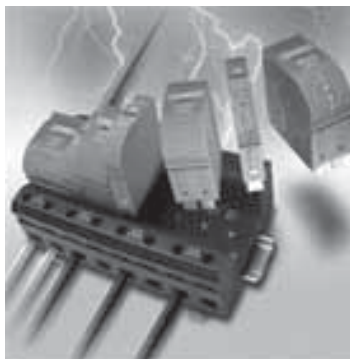
ВРЕМЯ СРАБАТЫВАНИЯ И УРОВЕНЬ ЗАЩИТЫ УЗИП КЛАССА I+II

Применение комбинированных устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) класса I+II для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений стало распространенной практикой. Обычно в качестве защиты от грозовых перенапряжений используется мощный разрядник на основе искрового промежутка, а для защиты от коммутационных перенапряжений – устройство на основе варисторов.

Искровой разрядник способен многократно отводить импульсные токи большой величины без повреждения конструкции. Однако в последнее время **УЗИП** на основе искровых промежутков стали испытывать конкуренцию со стороны устройств, реализованных полностью на варисторах. В качестве аргументации такого решения обычно приводятся **меньшее время срабатывания и простота конструкции варистора по сравнению с искровым промежутком**. Однако действительно ли способны варисторные устройства заменить искровые промежутки в схе-

мах **УЗИП** класса I+II? Для ответа на этот вопрос надо сравнить основные характеристики двух схемотехнических решений. В данной статье **выполнено сравнение основных параметров** – времени срабатывания и уровня защиты **УЗИП** двух рассматриваемых типов на основе испытаний, проведенных в лаборатории Phoenix Contact GmbH & Co. KG, г. Бломберг.

Время срабатывания современного варисторного УЗИП весьма мало и составляет не более 25 нс. Искровой промежуток обладает большим временем срабатывания, на уровне 100 нс. Однако с помощью несложных мер этот пока-



затель можно значительно улучшить. Немецкая компания **Phoenix Contact** в своих УЗИП серии **FLASHTRAB Compact** класса I+II предлагает решение на основе искрового разрядника с «активным управлением энергией». Электрическая схема такого устройства (на один полюс) показана на рис. 1.

Принцип действия этой схемы заключается в следующем:

◀ в случае маломощного импульса перенапряжения срабатывает варисторный модуль (рис. 1, на рис. 2 не показан) и отводит весь импульс через себя;

◀ в случае мощного импульса перенапряжений:

первым срабатывает варистор, имеющий меньшее время срабатывания по сравнению с искровым промежутком и начинает отводить импульс;

напряжение на варисторе с течением времени продолжает увеличиваться;

напряжение на варисторе контролируется системой поджигания разряда (рис. 2). При достижении критического значения напряжения, происходит пробой вспомогательного газонаполненного разрядника и открытие вспомогательного варистора, что приводит к развитию разряда между поджигающим и одним из основных электродов. В результате происходит активная ионизация среды искрового разрядника, что приводит к его срабатыванию;

после пробоя искрового промежутка вся энергия импульса отводится через него. вспомога-

тельный варистор создает благоприятные условия для гашения сопровождающего тока и через систему поджигания разряда перестает протекать ток;

импульс отводится через основной искровой промежуток со снятием остаточных напряжений варистором;

система возвращается в исходное состояние.

Рассмотренная схема с активным управлением энергией имеет ту же скорость срабатывания, что и схема на основе нескольких параллельно включенных варисторов (не более 25 нс), но при этом за счет дифференциации отводимых импульсов (маломощные импульсы отводятся варистором, а мощные – искровым промежутком) надежность такого решения существенно выше.

В варисторных схемах, за счет присутствующего всегда некоторого расхождения вольт-амперных характеристик параллельно включаемых приборов, один из них оказывается нагруженным более других и, соответственно, раньше выходит из строя, что делает все устройство неработоспособным.

Кроме того, сложные тепловые процессы, возникающие вследствие размещения нескольких варисторов в одном корпусе, увеличивают ток утечки и также приводят к сокращению срока службы УЗИП.

Уровень защиты [ГОСТ Р 51992–2002 (МЭК 61643-1-98)] является весьма важным для УЗИП параметром, характеризующим степень его воздействия на изоляцию защищаемого оборудования. В настоящее время довольно часто электротехническое оборудование I категории по стойкости изоляции (1,5 кВ) [ГОСТ Р 50571.19-2000 (МЭК 60364-443-95)] устанавливается непосредственно после главного распределительного щита, что, естественно, предопределяет требования к весьма низкому значению уровня защиты УЗИП. При этом имеет значение не только максимум уровня за-

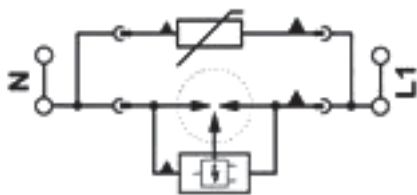


Рис. 1.

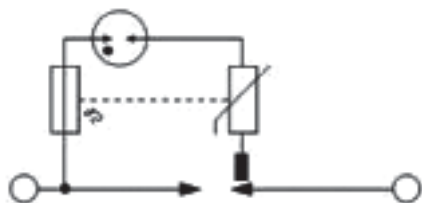


Рис. 2.

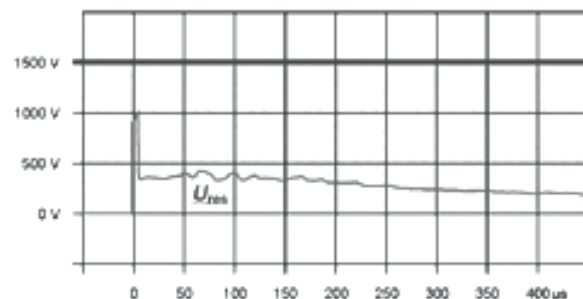


Рис. 3.

щиты, но и его значения в течение всего периода приложения импульсного напряжения, поскольку, как показывают опыты, изоляция электрооборудования часто повреждается именно в период продолжительного времени спада импульса.

На рис. 4 и 5 приведены сравнительные характеристики уровней защиты для двух рассматриваемых типов УЗИП при испытаниях импульсом 10/350 мкс [см. IEC 61312-1: Защита от электромагнитного импульса молнии] с амплитудой 25 кА [4].

Как видно из рис. 3 и 4, максимум уровня защиты у обоих устройств примерно одинаков и составляет около 1000 В, однако у УЗИП на основе варисторов это значение сохраняется в течение всего времени приложения импульса, в то время как у комбинированного УЗИП на основе искрового разрядника и варистора оно очень быстро (единицы микросекунд) снижается до значения, близкого к номинальному. Естественно, что комбинированное УЗИП обеспечивает для изоляции защищаемого оборудования гораздо более благоприятные условия.

На рис. 5 приведены аналогичные характеристики в случае испытаний импульсами тока 8/20 мкс [IEC 60060-1: Технология испытаний высоким напряжением] с амплитудой 25 кА.

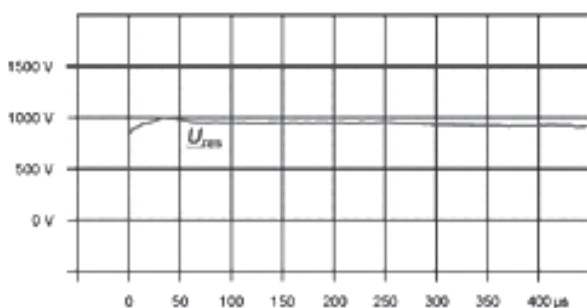


Рис. 4.

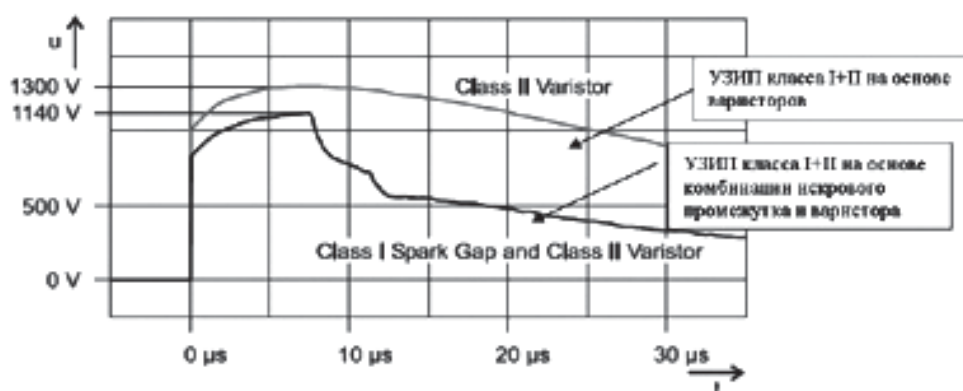


Рис. 5.

Как показывает сравнение, уровень защиты комбинированного УЗИП значительно ниже, чем у варисторного (в т. ч. и по максимальному значению, 1140 В против 1300 В).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнения схмотехнических решений и результаты испытаний показали, что УЗИП класса I+II на основе комбинации искрового промежутка и варистора обладают большей надежностью и лучшими эксплуатационными характеристиками, чем аналогичные устройства на основе варисторов. Из-за расхождения вольт-амперных характеристик параллельно соединенных варисторов один из них всегда оказывается более нагруженным по сравнению с другими, что приводит к его преждевременному выходу из строя, особенно при мощных грозовых импульсах.

В то же время в комбинированных УЗИП эти мощные импульсы надежно отводятся искровым промежутком. Что касается времени срабатывания, то благодаря технологии активного управления энергией в комбинированных схемах оно оказывается идентичным в обеих схемах УЗИП. С точки зрения воздействия на изоляцию защищаемого оборудования комбинированное устройство также обладает всеми преимуществами по сравнению с устройством на варисторах: его уровень защиты существенно ниже как при импульсах 10/350 мкс, так и 8/20 мкс, причем как по максимальному значению, так и в течение всего времени приложения импульса.

Таким образом, комбинированное устройство защиты от импульсных перенапряжений класса I+II на основе искрового промежутка – универсальное высоконадежное современное решение для эффективной защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

ISBN 0033-1155

107031, г. Москва, ул.Рождественка, д. 5/7

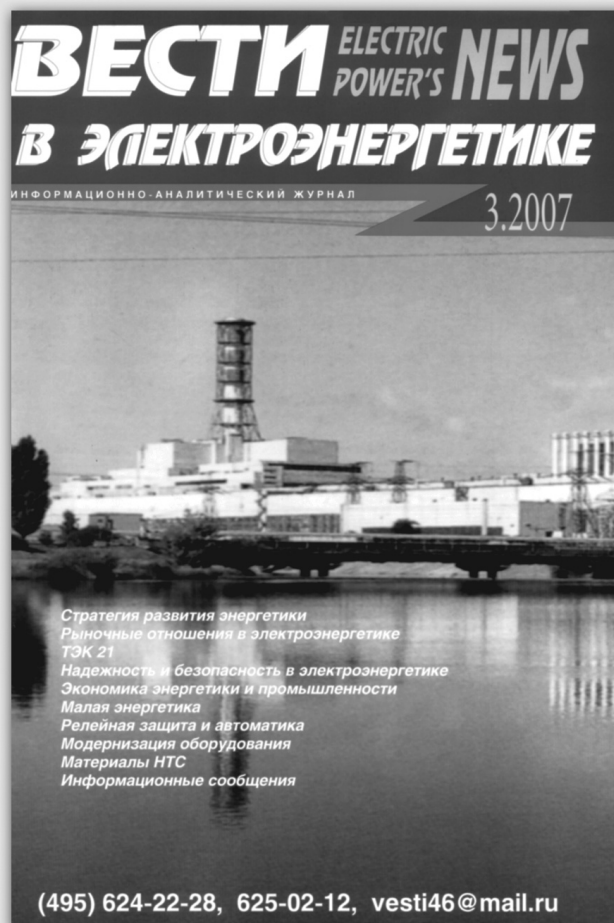
т. (495) 624-22-28. Факс: (495) 625-98-03

E-mail: vesti46@mail.ru

Журнал издается
с сентября 2002 г.
Выходит 1 раз в 2 месяца.

Учредители:

- ОАО РАО «ЕЭС России»
- Электроэнергетическая ассоциация «Корпорация Единый электроэнергетический комплекс»
- ЗАО «НТФ «Энергопрогресс».



На страницах журнала публикуются материалы по вопросам реформирования электроэнергетики, эксплуатации электрических станций и сетей, научно-технической политики и стратегии развития электроэнергетики, технического перевооружения и совершенствования энергоремонта, энергетического строительства, топливно-энергетического баланса, обеспечение надежности работы Единой энергетической системы России и надежного энергоснабжения потребителей, развития рынка электрической энергии и мощности, тарифной политики, развития возобновляемых и нетрадиционных источников электроэнергии. Также регулярно публикуются законы и постановления, принятые Думой и Федеральным Собранием РФ, Указы Президента и Постановления Правительства и Федеральной энергетической комиссии.

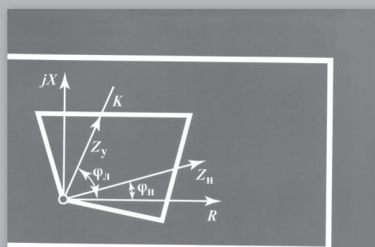
На страницах журнала Вы сможете получить достоверную информацию, в том числе рекламного характера, о новейших разработках энергетического оборудования, об услугах, предоставляемых организациями на энергетическом рынке, а также разместить рекламу о своей продукции и услугах, которая станет доступной широкому кругу специалистов-энергетиков, менеджеров российских и зарубежных энергопредприятий.

На журнал «Вести в электроэнергетике» можно подписаться в любом отделении почтовой связи (Объединенный каталог АРЗИ 2007, том 11), подписной индекс 87667 или в Редакции журнала.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ»:

107031 Г. МОСКВА, УЛ. РОЖДЕСТВЕНКА, Д. 5/7 СТР. 1
E-mail: atompublish@mail.ru, тел./факс 625 98 03

ВЫШЛИ В СВЕТ КНИГИ:



Чернобровов Н. В., Семенов В. А.
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ:
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ.
2007. 800 с.: ил. (Стереотипное издание 1988 г.)

Цена 660 руб. (с НДС).

Даны основы техники релейной защиты (РЗ). Рассмотрены конструктивные особенности реле и устройств защиты, находящихся в эксплуатации, а также выпускаемых отечественной промышленностью на интегральных микросхемах. Даны пояснения к выполнению РЗ линий, генераторов, трансформаторов, автотрансформаторов, сборных шин и электродвигателей.

Для студентов средних и специальных заведений электроэнергетических специальностей. Может быть полезна студентам вузов, а также может использоваться инженерами и техниками, занимающимися эксплуатацией, монтажом и проектированием РЗ электроэнергетических систем.

Шнеерсон Э. М.
ЦИФРОВАЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА.
2007. 550 С.

Цена 913 руб. (с НДС).



В построении схем релейной защиты энергосистем происходят существенные изменения, вызванные внедрением цифровой техники, что открывает новые возможности для повышения надежности систем электроснабжения. Однако положительный результат может быть достигнут лишь при правильном понимании и применении функций цифровой релейной защиты (ЦРЗ), ее грамотной эксплуатации.

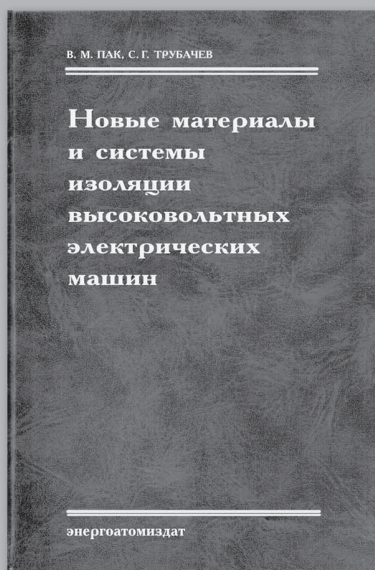
Цель данной книги – описание и систематизация основных элементов, связанных с построением ЦРЗ и особенностями ее применения. Автором рассмотрены: основные структуры ЦРЗ; алгоритмы и свойства цифровых измерительных органов; построение основных функций ЦРЗ (токовые, токовые направленные, дифференциальные, дистанционные и другие защиты); особенности выполнения ЦРЗ на отдельных объектах энергосистем (ВЛ, трансформаторы, генераторы, электродвигатели); возможности интеграции ЦРЗ в общую структуру управления энергосистемой. Отдельно освещаются вопросы обеспечения эксплуатационной эффективности ЦРЗ, связанные с ее применением, проектированием и эксплуатацией.

Законченность излагаемому материалу придает описание «классических» принципов релейной защиты (токовой, токовой направленной, дистанционной и др.). Это позволяет в необходимых случаях получать полноценное представление о функциях цифровых устройств.

Для инженерно-технического персонала, связанного как с проектированием и обслуживанием, так и с разработкой устройств ЦРЗ. Несомненно, она может быть использована и как учебное пособие по курсу современной релейной защиты.

Пак В. М., Трубачев С. Г.
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СИСТЕМЫ ИЗОЛЯЦИИ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН.
2007. 416 С.

Цена 792 руб. (с НДС).



Обобщены результаты разработок исследования и технологии изготовления изоляции высоковольтных электрических машин. Описаны свойства диэлектрических материалов, входящих в состав изоляции; основы технологии изготовления изоляции с применением предварительно пропитанных лент, а также исследования новых связующих составов; технология вакуум-нагнетательной пропитки изоляции, способы защиты от короткого разряда.

Для специалистов электромашиностроительных предприятий, а также научных работников, преподавателей вузов и студентов, специализирующихся в области электротехнических материалов и изделий.

ЦЕНА УКАЗЫВАЕТСЯ ПО ПОДПИСНОМУ КАТАЛОГУ

Ф. СП-1

АБОНЕМЕНТ на журнал		84816	
(наименование издания)		Индекс издания	
Электрощек		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 **84816**
(индекс издания)

ПВ	место	ли-тер

Электрощек
(наименование издания)

Стоимость	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		12531	
(наименование издания)		Индекс издания	
Электрощек		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 **12531**
(индекс издания)

ПВ	место	ли-тер

Электрощек
(наименование издания)

Стоимость	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 штемпеля отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

**ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ
ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!**

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штемпеля отделения 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.

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 экономике, политике
и управлению «ПОЛИТЭКОНОМИЗДАТ»**

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 7718642550\ кпп 771801001 сч. № 40702810538180136004
ЗАО «Издательство литературы по экономике, политике и управлению
«ПОЛИТЭКОНОМИЗДАТ»
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	Электроцех	6	460	2760	Не обл.	2760
ИТОГО:						

ВСЕГО К ОПЛАТЕ:

Генеральный директор

Главный бухгалтер



М.П.

К.А. Москаленко К.А. Москаленко

Л.В. 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.

