

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	<b>4</b>
<b>ВЫСТАВКА</b>	<b>11</b>
От трубы до солнечной батареи	11
<b>ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ</b>	<b>14</b>
Существует ли в России диагностика силовых кабельных линий и электрооборудования ... и зачем она нужна	14
<b>РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ</b>	<b>19</b>
Рынок счетчиков газа в в 2005 году	19
<b>ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО</b>	<b>20</b>
Применение устройства АПВ для повышения надежности работы котельной на станции азэрации	20
Результаты длительной периодической диагностики силовых трансформаторов	23
Проводники - основные понятия и классификация	29
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>41</b>
Использование гидравлического разделителя при децентрализованном теплоснабжении здания	41
Выбор и установка теплосчетчика: работа над ошибками	45
<b>ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>47</b>
Мониторинг влажности и расхода в системах сжатого воздуха	47
ГИДРАВЛИКА В МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ	50
<b>ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>53</b>
ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	53

### ЖУРНАЛ

#### «ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №11/2006

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

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

#### Редакционная коллегия

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

**Э.А. Киреева** – профессор института повышения квалификации «Нефтехим»

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

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

**Н.Д. Торопцев** – д.т.н., профессор кафедры электроснабжения Карачаево-Черкесской государственной технологической академии

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

Главный редактор

**С.А. Леонов**

Выпускающий редактор

**Н.А. Пунтус**

Верстка

**Е.Б. Евдокимова**

Журнал на I полугодие 2007 года распространяется через каталоги: Агентство «Роспечать», ООО «Межрегиональное агентство подписки» (МАП)

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ  
ПАРТНЕРСТВО ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ДОМ «ПРОСВЕЩЕНИЕ»**

Тел.: (495) 925-93-50, 131-73-95

Адрес: 119602, Москва, а/я 202.

ИД «ПАНОРАМА»

Email: [glavenergo@mail.ru](mailto:glavenergo@mail.ru)

Адрес сайта: [www.glavenergo.panor.ru](http://www.glavenergo.panor.ru)

Подписано в печать

Формат 60x88/8, Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14

Тираж

Заказ №

# ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК №11/2006



## **АВТОМАТИЗАЦИЯ** **62**

Компьютерное проектирование распределительной сети системы электроснабжения промышленных объектов

62

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ** **72**

Энергосберегающие системы управления многокомпрессорными станциями

72

## **КНИЖНАЯ ПОЛКА** **75**

### **ПЕРСОНАЛ** **77**

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К НОРМИРОВАНИЮ ТРУДА  
РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

77

### **НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ** **80**

Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов

80

### **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ** **91**

Юридические аспекты лизинга оборудования

91

### **ВОПРОС-ОТВЕТ** **97**

### **НАДО ДЕЛАТЬ ДОБРО** **102**

Барсик

102

[www.ecoenergy.ru](http://www.ecoenergy.ru)

[www.interline.ru](http://www.interline.ru)

Журнал депонированных рукописей

5-я Международная выставка и конгресс по управлению отходами  
и природоохранным технологиям

# ВэйстТэк-2007

Москва, Россия  
29 мая - 1 июня 2007



**ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО БАСЕЙНА**  
**ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**  
**ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ В ЭНЕРГИЮ**  
**БИОЭНЕРГЕТИКА**

Дирекция выставки и секретариат конгресса: ЗАО "Фирма СИБИКО Интернэшнл"  
Россия, 107078, Москва, а/я 173, тел./факс: (495) 101 4621, 782 1013 (многоканальные)  
e-mail: waste-tech@sibico.com www.waste-tech.ru www.mirmusora.ru

## **ТОРГОВЦЫ АВТОНОМНЫМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ ПОВЫШАЮТ ПРОДАЖИ НА ЗАЯВЛЕНИЯХ РАО ОБ ЭНЕРГОДЕФИЦИТЕ**

Глава РАО «ЕЭС России» Анатолий Чубайс, заранее предупредив об угрозе энергодефицита в ряде регионов России предстоящей зимой, невольно сыграл на руку продавцам автономных электростанций, которые активно используют его тезисы в своей рекламе.

«РАО «ЕЭС» опубликовало черные списки. Анатолий Чубайс готовит реестр обреченных на отключения. Власти Москвы прогнозируют предельную загруженность городской энергосистемы предстоящей зимой. России не хватит энергии?» - говорится в рекламе одной из фирм, поступившей в «Интерфакс» по электронной спам-рассылке.

Этот прием рекламная служба одного из продавцов энергооборудования взяла на вооружение год назад - после того, как руководство РАО впервые заявило о возможных ограничениях в подаче электроэнергии в Москве зимой в период максимальных нагрузок. С наступлением очередного осенне-зимнего периода реклама появилась в рассылке вновь. «Телефон не умолкает», - сказал сотрудник фирмы, ответивший на звонок «Интерфакса», однако заявил, что не знает о методах привлечения клиентов рекламной службой.

В РАО «ЕЭС России» называют подобную рекламу недобросовестной, считая, что она вводит бытовых потребителей в заблуждение. «Когда вокруг вопроса начинается истерия, у каждого из нас возникает желание купить генератор или, по крайней мере, дрова, но это психологический фактор. Мы же никогда никого не отключаем, мы ограничиваем, причем не бытовых, а промышленных потребителей, и точки ограничения выбирает сам потребитель», - сказала «Интерфаксу» начальник департамента РАО по работе со СМИ Маргарита Нагога.

Другое дело, продолжила она, что некоторые категории потребителей, например, такие социально значимые, как больницы, просто обязаны иметь резервные генераторы на случай энергоаварии. «И, конечно, накануне зимы очень важно, чтобы все эти потребители проверили рабочее состояние своих резервных источников питания», - подчеркнула представитель РАО. По ее словам, энергетики надеются, что энергосистема пройдет зиму без аварий. «Мы прилагаем большие усилия», - отметила М.Нагога.

Впервые с энергодефицитом московский регион столкнулся прошлой зимой. Располагаемой мощности электростанций региона не хватало для удовлетворения возросших из-за сильных морозов потребностей в энергии - поэтому утром и вечером, в пики нагрузки, вводились ограничения.

Перечень предприятий, в отношении которых в случае угрозы дефицита энергомощности могли быть введены временные ограничения, РАО составило по согласованию с властями региона заранее, а некоторым из них разослали уведомления с просьбой самостоятельно снизить объемы электропотребления. В 2006 году рост потребления электроэнергии в стране продолжился - и РАО расширило список энергосистем, где возможны ограничения при пиковой нагрузке.

*ЗАО «Комплексные энергетические системы»*

## **В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ СОЗДАН ИНСТИТУТ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Указ о создании этого государственного учреждения подписал губернатор Эдуард Россель.

Как сообщили ИТАР-ТАСС в департаменте информации губернатора, Институт энергосбережения, куда войдут ведущие специалисты региона, будет заниматься анализом топливно-энергетического баланса региона, определением потенциала энер-

госбережения. Исследователи института займутся отработкой применения технологий оборудования и систем повышения энергоэффективности.

«Специфика региона в том, что при наличии бурно развивающейся энергоемкой промышленности, территория является ограниченной в собственных энергоресурсах. Уже многие годы Свердловская область находится в своеобразных энергетических клещах, из которых существует лишь один выход - снижение непроизводственных потерь имеющихся энергоресурсов», - сообщил собеседник агентства.

По данным областного министерства промышленности и энергетики, в зимний отопительный период 2005-2006 гг. суммарная электрическая нагрузка в энергосистеме области впервые с 1992 г. составила 7 тыс. мегаватт, достигнув своего максимума. По оценкам специалистов, к 2015 году Свердловской области будут нужны, дополнительно 5 тыс. мегаватт электроэнергии.

*ThermoNews.Ru*

## **В СОВЕТЕ ФЕДЕРАЦИИ РАССМОТРЕЛИ ХОД РЕФОРМЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКИ**

В Совете Федерации на заседании Комиссии Совета Федерации по естественным монополиям под председательством Михаила Одицова рассматривался вопрос «О ходе реформирования электроэнергетики». В заседании приняли участие члены Совета Федерации, представители Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации, РАО «ЕЭС России», другие приглашенные лица.

Как сообщили REGIONS.RU в пресс-службе Совета Федерации, с докладом о ходе реформирования системы электроэнергетики в стране и изменении порядка работы РАО «ЕЭС России» выступил член правления РАО Василий Зубакин. Он заявил, что структурное преобразование

энергетической отрасли вступает в свою завершающую инвестиционную фазу. Идет работа по либерализации оптового и розничного рынка в энергетике, которая изменит механизмы функционирования отрасли. Будут допущены новые участники рынка, созданы новые компании. Конец текущего года и начало 2007 года станут пиком всех операций по привлечению финансов во вновь создаваемые компании. Задача на следующий год, пояснил В.Зубакин, - полное завершение формирования всех региональных сетевых компаний. Большой объем работ в этой связи предстоит по Дальнему Востоку, подчеркнул он.

Говоря о допуске новых участников на рынок энергоресурсов, В.Зубакин сказал о мерах, предпринимаемых РАО «ЕЭС России» по предупреждению монопольного поведения. В структуре РАО создана совместно с ФАС специальная комиссия по анализу поведения на рынке компаний на розничном рынке. «Комиссия будет заниматься выявлением случаев злоупотребления компаниями своим монопольным положением на рынке электроэнергетических услуг», - отметил В.Зубакин.

Члены Совета Федерации обратили внимание на то, что потребуются также широкая разъяснительная работа в регионах, как будут функционировать новые схемы, как будет регламентироваться поведение хозяйствующих субъектов на рынке электроэнергии. «Разъяснения нужны руководителям регионов, так как обеспечение энергией - важнейший для регионов вопрос. Минпромэнерго этой работой занимается», - заверил участников заседания директор Департамента структурной и тарифной политики в естественных монополиях Минпромэнерго РФ Вячеслав Кравченко.

Затронутая на заседании тема готовности энергетической отрасли к работе в зимних условиях выявила ряд острых проблем и вызвала дискуссию об эффективности работы РАО в регионах и правильности изб-

ранного энергетиками курса. Технический директор и член правления РАО «ЕЭС России» Борис Вайнзихер констатировал наличие устойчивой тенденции по стране - увеличение потребления электроэнергии. За 8 месяцев текущего года, прирост составил 4,6%, что ставит новые задачи перед энергетиками по увеличению мощностей и увеличению потребления топлива, прежде всего, газа. Объемы поставок газа, в том числе дополнительно 6 млрд.кубометров газа на зимний период, еще не подтверждена, так как «взаимопонимания с «Газпромом» по этому вопросу не достигнуто», сообщил Б. Вайнзихер.

Увеличение запасов топлива - задача номер один на ближайшее время, но не единственная, заметил технический директор РАО. Одной из наиболее болезненных для РАО «ЕЭС России» является, по его словам, проблема перекрестного субсидирования, в том числе межрегионального.

Компанией определены регионы «пиковых нагрузок», где вероятнее всего зимой могут произойти сбои в работе энергосистемы. Это 16 регионов, которые относятся к трем группам - очень высокого уровня потребления энергии, регионы со слабой материально-технической базы энергосистем и допливодефицитные. В этих 16 регионах уже сейчас организованы штабы под руководством глав регионов или уполномоченных им лиц для предотвращения внештатных ситуаций и разработки схемы действий в период повышенных нагрузок на электросистему региона.

Б. Вайнзихер рассказал об идеологии пятилетней программы развития энергетики, которая позволит обеспечить растущий уровень потребления электроэнергии в России. Субъекты Федерации, отметил он, должны активнее включаться в работу по развитию своих энерго мощностей, разрабатывать и подписывать с РАО «ЕЭС России» долгосрочные соглашения. Первые такие соглашения на 5 лет между РАО и руководителями регионов уже подписаны, сообщил он.

Члены Совета Федерации задали конкретные вопросы о ситуации в электроэнергетике и перспективах ее развития в Архангельской, Кировской, Вологодской областях, Ханты-Мансийском АО. Член Совета Федерации Виктор Пичугов обратил внимание на то, что в Сибири есть достаточные запасы газа для запуска новых электростанций и подверг критике РАО за медлительность в строительстве Излученской ГЭС в Нижневартовске. Сенаторов интересовали возможные системные риски при реорганизации РАО «ЕЭС России», такие как неконтролируемый рост тарифов на электроэнергию, прекращение перспективного развития отрасли, строительство новых электростанций.

Информация представителей РАО «ЕЭС России» и Минпромэнерго была принята к сведению. Ход реформирования системы электроэнергетики в стране остается на контроле у Совета Федерации, подчеркнул глава Комиссии СФ по естественным монополиям Михаил Одинцов.

*ЗАО «Комплексные энергетические системы»*

## **К КОНЦУ 2006 ГОДА В РОССИИ БУДЕТ ПРОИЗВЕДЕНО ПОРЯДКА 400 ТЫСЯЧ ТОНН ДРЕВЕСНЫХ ГРАНУЛ**

Производство пеллет развивается в нашей стране стремительно. В 2003 году у нас было порядка 5 заводов по производству гранул, которые в основном работали на б/у оборудовании. Сегодня количество предприятий по производству гранул увеличилось в 10 раз. Уже насчитывается около 50 заводов этого профиля, где установлено новое западное оборудование.

Один из лидеров по потреблению гранул в Европе - Дания. Порядка 15% энергии получается в этой стране из биотоплива. Датчане, как и другие европейцы, активно смотрят в сторону России, где развивается лесопромышленный комплекс. Сегодня наша страна может не просто продавать

круглый лес в Европу, а реализовать продукцию более глубокой переработки, к примеру, древесные гранулы или брикеты.

Лесопромышленная Конфедерация Северо-Запада России совместно с Force Technology организует бизнес-тур в Данию и Германию в конце сентября. Цель поездки: создание новых контактов, проведение семинаров с покупателями гранул в Европе, ознакомление с европейскими технологиями производства гранул, их сжигания, посещение портов и логистических пунктов.

В феврале и июне 2006 года ЛПК СЗР уже проводила такие бизнес-туры в Швецию и Финляндию. Аудитория поездки: представители малого и среднего бизнеса, занимающиеся производством биотоплива или думающие об этом.

[www.advis.ru](http://www.advis.ru)

## УРАЛЬСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД ЗАПУСКАЕТ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ УЧАСТОК ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТУРБИННЫХ ЛОПАТОК

Торжественное открытие нового участка высокоскоростной обработки лопаток состоится 2 октября 2006 года на Уральском турбинном заводе (УТЗ), входящем в Группу компаний «Ренова».

- Это знаковое событие не только для возрождающейся уральской Турбинки, но и для всего нашего машиностроительного комплекса, - считает первый заместитель председателя Правительства Свердловской области Владимир Молчанов. - В ближайшие годы потребности энергетиков в модернизации оборудования возрастут многократно, и новый комплекс позволит заводу использовать эту уникальную возможность для расширения производства. А Екатеринбург - снова стать одним из центров ответственного машиностроения...

Запуск лопаточного производства является узловой частью пятилетнего

Стратегического плана развития УТЗ. Ежегодно производя 12 тысяч турбинных лопаток, участок не только полностью обеспечит собственное производство завода, но и позволит резко расширить масштабы такого капиталоемкого сегмента, как сервисное обслуживание устанавливаемого и ранее установленного парка уральских турбин в стране и за рубежом. Напомним, что уральскими турбинами оснащены более 30 процентов электростанций бывшего СССР и ряд электростанций в других странах мира.

В качестве основного технологического оборудования руководство УТЗ выбрало специализированные станки швейцарских фирм «Lichty», «Shaublin» и «Koher» с высоким уровнем технологии обработки, хорошо зарекомендовавшее себя на ряде ведущих мировых производителей энергетического оборудования и турбинных лопаток. В церемонии открытия примет участие председатель Палаты представителей Свердловской области Юрий Осинцев, первый заместитель министра промышленности, энергетики и науки Свердловской области Юрий Зибарев и генеральный директор ЗАО «УТЗ» Виталий Недельский.

*ADVIS.RU*

## АСУ ТП ТУРБОКОМПРЕССОРА ТЭЦ ОАО «НТМК»

НПФ «РАКУРС» завершает выполнение пусконаладочных работ и ввод в эксплуатацию АСУ ТП турбокомпрессора ТК5500/22 ТК-10 ПВС-2 ТЭЦ ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат», а также проведение консультаций и тренингов для персонала Заказчика по обслуживанию АСУ ТП.

АСУ ТП компрессорной станцией представляет собой двухуровневую распределенную систему управления:

Уровень управления локальными устройствами (компрессорами, установками осушки воздуха, управление в общих магистралях технологического и осушенного воздуха) выполнен с

применением программируемых контроллеров фирмы OMRON с необходимым набором модулей аналогового и дискретного ввода/вывода, а также программируемых терминалов с сенсорным экраном.

Верхний уровень АСУ компрессорной станции состоит из промышленного компьютера оператора-технолога и инженерной станции. Связь между верхним уровнем и контроллерами локальных устройств осуществляется по высокопроизводительной сети.

Преимущества новой системы управления:

- реализация энергосберегающего режима работы компрессорной станции;
- поддержание высокого КПД станции за счет специальных алгоритмов управления;
- значительное сокращение занимаемых площадей.
- полная диагностика работы датчиков и исполнительных механизмов.

*НПФ Ракурс*

## ЗСМК ОСНАСТИЛ ПАРОВОЗДУХОДУВНУЮ СТАНЦИЮ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

На паровоздуховной станции Западно-Сибирского металлургического комбината внедрен в эксплуатацию современный газоаналитический комплекс, позволяющий оптимизировать работу всех семи котлоагрегатов котельного цеха и снизить выбросы в атмосферу, сообщается в пресс-релизе предприятия.

Газоаналитический комплекс СГК-10М-09 представляет собой промышленный стационарный автоматический прибор для непрерывного контроля содержания оксида углерода и оксида азота в отходящих газах котлов.

Газоаналитический комплекс СГК-10М-09 представляет собой промышленный стационарный автоматический прибор для непрерывного контроля содержания оксида углерода и оксида азота в отходящих газах котлов. По показаниям аппаратуры можно су-

дить о полноте сгорания топлива и непрерывно поддерживать оптимальный режим работы котлоагрегатов, добиваясь максимального сгорания и сводя к минимуму потери от химического недожега топлива.

Внедренный комплекс позволит увеличить эффективность работы основного энергетического оборудования. Вследствие оптимизации режимов сгорания сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу составит 172 т в год.

[www.zsmk.ru](http://www.zsmk.ru)

## В США БУМ НА РЫНКЕ СБЫТА ДРЕВЕСНЫХ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ

Последствия ураганов Катрина и Рита, вызвавшие резкий рост мировых цен на нефть, привели к буму на рынке отопительных систем, использующих древесные гранулы. Это относительно новая технология, когда в качестве топлива используются небольшие гранулы из опилок и других древесных остатков. Топливные гранулы можно производить везде, где есть древесина и отходы ее переработки.

Топливные гранулы позволяют автоматизировать процесс их сжигания. Работать с этим видом топлива чище и удобнее, чем с традиционными дровами и углем. Этот вид топлива нейтрален в плане выбросов парниковых газов. Он дает наименьший выброс вредных веществ по сравнению с другими видами твердого топлива, за исключением дымовых частиц. Правда, традиционные печи на дровах нечувствительны к перерывам в электроснабжении, в то время как отопительные системы, использующие топливные древесные гранулы, нуждаются в электричестве для обеспечения работы систем управления. Отопительные системы на основе топливных гранул дороже традиционных дровяных печей. Зато гранульные системы гораздо удобнее в использовании.

Представители одной из промышленных групп, занимающейся сбытом

различных отопительных систем – на основе угля, дров и древесных гранул, отметили, что последние сейчас стали просто бестселлером. По сравнению со вторым кварталом прошлого года в 2005 году сбыт отопительных систем на основе топливных гранул увеличился на 59%. Большинство покупателей используют их как дополнение к системам отопления на основе нефти или газа. Однако все больше клиентов хочет использовать их как основную систему отопления.

Увеличение сбыта систем отопления на основе топливных древесных гранул привело к резкому увеличению спроса на этот вид топлива. Компания «New England Wood Pellet», работающая на северо-востоке США, каждое лето, в период снижения спроса, делала запасы древесных гранул и сухих дров. Сейчас они отсутствуют. Продукция не залеживается на складе. На прошлой неделе компания установила третью установку для производства древесных гранул и намерена ввести в строй четвертую весной 2006 года. Это доведет производственные мощности компании до 100 тысяч т топливных древесных гранул в год. Сейчас она рассматривает возможность строительства нового завода.

Член Конгресса США от штата Нью-Гемпшир, республиканец Чарльз Басс два года назад установил у себя дома отопительную систему, использующую топливные древесные гранулы. Он очень доволен этим решением. 5 т топливных древесных гранул, необходимых для отопления зимой, обошлись в 775 долларов. На эквивалентное количество нефтяного печного топлива при нынешних ценах на нефть пришлось бы выложить 2400 долларов.

Конгрессмен Басс лоббировал включение в новый «Закон об энергетике» положение о выделении американским гражданам компенсаций в размере до 25% от затрат (но не более 3000 долларов), если они решат установить у себя в домах оборудование, использующее возобновляемые виды энергии. В его список включены

современные системы отопления, использующие дрова и топливные гранулы и брикеты. Пока чиновники из департамента энергетики разрабатывают инструкции, как выполнять это решение Конгресса, рядовые граждане не ждут милостей от властей, а активно покупают новые системы отопления. Они говорят, что им надоело зависеть от колебаний мировых цен на нефть. Они довольны тем, что тепло в их домах будет обеспечивать не нефть, привезенная за многие тысячи километров, а местное топливо, которое можно производить в окрестных лесах.

*Сергей ФОМИН  
«Энергетика и промышленность  
России».*

## РЕМОНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАН

На Качканарском горно-обогатительном комбинате «Ванадий» (ОАО «Ванадий», предприятие «Евраз Групп») в депо сервисного центра по ремонту подвижного состава запущены в работу порталы по разборке и сборке колесно-моторных блоков. Порталы — это целый комплекс механизмов, применение которых приведет к повышению качества ремонтов и сокращению времени простоев в ремонте тяговых агрегатов. Ранее разборка и сборка колесно-моторных блоков (одна из самых трудоемких ремонтных операций) производилась вручную и занимала много времени. После установки порталов данная операция полностью механизирована. Оборудование порталов сделано по специальному заказу Качканарского ГОКа. Изготовлено универсальное оборудование, с помощью которого можно ремонтировать не один, а четыре типа тяговых электродвигателей. В настоящее время на Качканарском ГОКе эксплуатируется несколько серий тяговых агрегатов. Об этом сообщает пресс-служба Качканарского ГОКа.

[www.urbc.ru](http://www.urbc.ru)

## НА ТЭЦ-1 «ЯНТАРЬЭНЕРГО» ВНЕДРЯЮТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Новые насосы с частотным регулируемым приводом для теплосетей позволят станции сэкономить 25-30% электроэнергии, расходуемой на производственные нужды.

Три насоса производства Дании стоимостью около 200 тыс. рублей были приобретены к началу отопительного сезона филиалом «Янтарьэнерго» – ТЭЦ-1.

По словам начальника производственно-технического отдела предприятия Александра Лиманова, во время производственного цикла это современное оборудование позволит сэкономить 25-30% электроэнергии.

В настоящее время специалисты «Янтарьэнерго» монтируют фундамент для установки насосов. Следующий этап – арматурная обвязка. В ноябре текущего года планируется включить новое энергосберегающее оборудование в работу.

*ThermoNews.Ru*

## 25% ПОТРЕБНОСТЕЙ «СУРГУТНЕФТЕГАЗА» В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОКРЫВАЮТ СОБСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Четвертая часть всех потребностей «Сургутнефтегаза» в электроэнергии к настоящему времени покрыта за счет выработки собственных энергетических объектов компании. Как рассказали Накануне.RU в пресс-службе предприятия, на нефтегазовых месторождениях ОАО сейчас работают 11 газотурбинных электростанций, четыре из которых введены в эксплуатацию в текущем году. Общая установленная мощность всех ГТЭС «Сургутнефтегаза» составляет 307,5 МВт. Эти станции позволяют компании ежедневно вырабатывать более 6,5 млн кВт-часов электроэнергии. Установленные в компании сроки запуска ГТЭС в эксплуатацию предус-

матривают ввод трех станций в 2007 году и трех – в 2008-м. В том числе, две электростанции – на Северо-Лабатьюганском и Тромьганском месторождениях – мощностью соответственно 24 и 12 МВт будут введены в январе будущего года, а к концу 2007 года начнет работу ГТЭС на Верхне-Надымском месторождении. Реализуемая с 1999 года программа строительства ГТЭС позволяет «Сургутнефтегазу» обеспечивать энергетическую независимость производства в соответствии с утвержденной Правительством РФ «Программой энергоэффективной экономики». Благодаря утилизации 700 млн куб. м. попутного нефтяного газа на всех ГТЭС компании выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в этом году уменьшены на несколько млн тонн. «Сургутнефтегаз» развивает существующие и осваивает новые удаленные месторождения, не снижая коэффициента утилизации газа. За счет ввода в эксплуатацию 9-ти газотурбинных электростанций ОАО «Сургутнефтегаз» за 5 лет создало в регионе дополнительно около 400 рабочих мест

*Накануне.ru*

## АВТОНОМНАЯ ТЭС ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЭНЕРГИЕЙ АВТОСАЛОН В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Электростанция работает в составе локальной энергосистемы и не подключена к электрическим и тепловым сетям Ленэнерго.

Мини-ТЭС автосалона расположена в отдельном встроенном помещении размером 12х9,5 м. В состав электростанции входят две микротурбинные установки ТА-100 фирмы Elliott, работающие в параллельном режиме, со встроенной системой утилизации тепла (установленной единичной электрической мощностью 100 кВт и тепловой – до 172 кВт) и водогрейный котел Vitoplex 200 SX 2 тепловой мощностью 200 кВт. Котел предназначен для покрытия дефицита в тепловой энергии при максимальном расчетном режиме

теплопотребления и обеспечения отопительной нагрузки при минимальной электрической нагрузке ТЭС. Расчетная максимальная электрическая нагрузка мини-ТЭС 142 кВт при тепловой нагрузке 453,2 кВт.

Электростанция прошла испытания на эквивалент электрической нагрузки при различных режимах, в том числе при значительных (до 80% от номинальной мощности) набросах и сбросах нагрузки. Проведена проверка встроенной системы утилизации тепла выхлопных газов микротурбин. Автоматика системы утилизации позволяет поддерживать постоянную, ранее заданную температуру прямой воды, а также постоянную разность между прямой и обратной водой.

Система управления регистрирует и передает на компьютер обслуживающего персонала около 100 параметров работы каждой микротурбины.

Фото. Мини-ТЭС на базе двух микротурбинных установок ТА-100 в автосалоне Санкт-Петербурга

*Газотурбинные технологии*

## СПЕЦТЕК И ГАСУ ПРЕДСТАВИЛИ РАЗРАБОТКУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТОИР В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

НПП СпецТек и Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (ГАСУ) разработали и представили решение для автоматизации управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) строительной техники.

Разработка решения выполнена в рамках сотрудничества НПП СпецТек (www.trim.ru) и ГАСУ (www.spbgasu.ru) в области внедрения информационных технологий в практику управления в строительстве. Базовым программным продуктом для данного решения стал комплекс TRIM-PMS, созданный НПП СпецТек для автоматизации деятельности ремонтно-эксплуатационных служб и организаций любой отрасли при планировании, обеспече-



нии, проведении ТОиР и анализе его результатов. Отраслевая же специфика нашла отражение в «Концепции эффективной эксплуатации строительных машин», разработанной ГАСУ и составившей теоретическую и методическую базу решения.

Таким образом, возможности решения по автоматизации управления ТОиР унаследованы от комплекса TRIM-PMS вместе с его программными модулями – «Техобслуживание», «Склад», «Каталог», «Документооборот», «Администратор». Пользователю доступны автоматизированные функции, связанные с работой со структурой оборудования, справочником запчастей, планированием работ, ремонтными ведомостями, учетом остатков склада, заявками на закупку запчастей, складскими документами, журналом выполненных работ, списанием запчастей, актами инвентаризации и списания, учетом наработки, регистрации значений параметров, учетом состояний оборудования, анализом отказов, ведением документации.

Вместе с тем, стандартная функциональность TRIM-PMS дополнена отраслевыми методиками – оценки технического состояния машин, создания системы управляющих и отчетных показателей работы отдельных подразделений, отделов, машин, формирования оптимальных производственных и ремонтных мощностей, структуры парков машин, состава персонала, совершенствования системы эксплуатации. Система отчетности TRIM-PMS пополнилась формами, учитывающими потребности анализа эксплуатации строительной техники. Для удобства и в помощь пользователям в составе решения создана демонстрационная база данных с достоверной и полной информацией по строительным машинам из числа наиболее часто используемых.

В целом данное решение сформировано как продукт с фиксированной, но весьма емкой функциональностью, и невысокой стоимостью. Базовая («коробочная») поставка решения рассчитана на трех пользователей с

возможностью увеличения числа лицензий до десяти. Стоимость одной лицензии – 18 290 рублей с учетом НДС. Предусмотрен вариант поставки вместе с сопутствующим аппаратным комплексом, в том числе мобильный вариант для работы пользователей в полевых условиях. При требуемом количестве пользователей более десяти и реализации дополнительных функций выполняется проект автоматизации ТОиР силами специалистов НПП СпецТек и его партнеров, при участии представителей заказчика.

Презентация данного решения состоялась 24 октября 2006 г., на семинаре «Техобслуживание и ремонт дорожно-строительной техники» в С-Петербурге, в котором приняли участие руководители и специалисты эксплуатирующих и сервисных организаций, ремонтных служб, управлений механизации, строительно-дорожных компаний. По отзывам слушателей, разработка на базе TRIM-PMS для строительной отрасли весьма перспективна и преследует действительно актуальные цели – повышение готовности и интенсивности использования техники, подготовка к освидетельствованиям и повышение качества технического надзора, оптимизация структуры парка машин по поставщикам и по типу техники, контроль качества ТОиР, обоснованное обновление парка.

НПП СпецТек и ГАСУ предложили предприятиям консультативную помощь по достижению указанных целей, внедрению информационных систем на базе представленного решения, обучению в сфере организации и автоматизации ТОиР. На данный момент НПП СпецТек приступил к обсуждению с предприятиями, участвовавшими в семинаре, условий поставки им предложенного решения.

## **РАО ЭЭС ОПАСАЕТСЯ СРЫВА СРОКОВ ВВОДА НОВЫХ МОЩНОСТЕЙ В СЛУЧАЕ ИХ ПЕРЕВОДА НА УГОЛЬ**

РАО «ЕЭС России» опасается срыва сроков ввода новых генерирующих мощностей в случае их перевода с газа на уголь.

«Главная проблема, это не экология, и даже не цена. Сроки строительства угольных станций больше», - сказал член правления РАО Леонид Гозман, выступая на слушаниях в Общественной палате, посвященных теме рынка газа. Он также отметил сложности с поиском поставщиков оборудования.

«В ближайшие 5 лет нужно ввести 21-30 тыс. МВт», - напомнил Л.Гозман.

Потребности холдинга в газе в 2007 году составляют 162 млрд кубометров, и в дальнейшем потребности также возрастают. «Мы постоянно сталкиваемся с нехваткой газа», - сообщил он.

*РосТепло.ru*

## **НОВАЯ РАЗРАБОТКА В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ОТ НАКИПИ**

Компанией Элмат-ПМ разработан и подготовлен к производству еще один вид магнитных устройств для защиты от накипи на водогрейном оборудовании и сантехнических устройствах – это активатор магнитный полиградиентный накладной конструкции.

Активатор магнитный полиградиентный (АМП) может применяться:

- для предотвращения накипи, на рабочих поверхностях стиральных и посудомоечных машин, водонагревателей электрических и газовых;
- в топливных системах автомобилей для снижения расхода топлива и уменьшения вредных выхлопов;
- для осветления воды, в этом случае скорость осаждения примесей увеличивается в 3-4;



**НОВЫЙ ПТК ТЕКРОН® -  
СОВМЕСТНАЯ РАЗРАБОТКА  
ЛИДЕРОВ РОССИЙСКОЙ  
АВТОМАТИЗАЦИИ**

ЗАО ПК «Промконтроллер» (торговая марка ТЕКОН) и Научно-производственная фирма «КРУГ» представили совместную разработку – полномасштабный программно-технический комплекс ТЕКРОН®.

ПТК ТЕКРОН® разработан для построения автоматизированных систем управления технологическими процессами, систем телемеханики, коммерческого учёта газа, электрической и тепловой энергии. ПТК ТЕКРОН® предназначен для применения в различных отраслях промышленности для крупномасштабных АСУ ТП и ответственных применений, в том числе на взрывоопасных объектах. Среди отраслей применения – энергетика, нефтегазовая и химическая промышленность, машиностроение и металлургия, предприятия атомной энергетики и военно-промышленного комплекса.

В новом программно-техническом комплексе воплотились новейшие разработки двух ведущих российских компаний, которые более 15 лет плодотворно работают над созданием средств и систем промышленной автоматизации. ПТК ТЕКРОН® является многоуровневой иерархической системой распределённого типа, работающей под управлением SCADA «КРУГ-2000». Отличительной особенностью программного обеспечения ПТК ТЕКРОН® является вертикально-интегрированная среда разработки и модульный принцип построения среды исполнения. Новейшие версии программного обеспечения «КРУГ-2000» верхнего уровня (версия 3.0) и системы реального времени контроллера (СРВК 7.0) вобрала в себя многолетний опыт эксплуатации и отвечают самым современным требованиям.

Нижний уровень ПТК представлен линейкой промышленных контроллеров серий МФК, ТКМ и ТЕКОНИК®. Флагман линейки, многофункциональный контроллер МФК3000, имеет большую информационную мощность, распределённую архитектуру, обладает возможностями многоуровневого резервирования и мощными вычислительными возможностями, снимающими ограничения на масштаб и сложность технологических алгоритмов. В состав устройств нижнего уровня также входят оригинальные барьеры искрозащиты серии ТСС Ex уровня [Exia] IIS и коммуникационные контроллеры на базе процессорных модулей P06 и P06 DIO ТЕКОНИК®.

ПТК ТЕКРОН® может применяться для решения следующих задач:

- на мембранных фильтрах, для увеличения срока службы дорогостоящих мембран;
- для очистки теплообменных агрегатов без применения химических реагентов.

АМП увеличивает срок службы оборудования за счет значительного уменьшения образования накипи и даже удаления уже существующей; обеспечивает надежную защиту от коррозии. АМП исключает применение химических реагентов, обеспечивая экологическую чистоту. АМП существенно сокращает расход электроэнергии.

*k-legion.ru*

**TOSHIBA – ОТКРЫТИЕ  
СБОРОЧНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА ОАО  
«СПИК СЗМА»**

Состоялось торжественное открытие сборочного производства ОАО «СПИК СЗМА». Основная цель производства – выпуск комплектных электроприводов в соответствии с требуемыми характеристиками Заказчиков. Официальное открытие производства является результатом длительных партнерских отношений Toshiba International Corporation и ОАО «СПИК СЗМА». В 1993-2006 гг. специалистами двух Компаний реализовано более 50 проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами на объектах нефтепереработки с использованием оборудования фирмы Toshiba и российского инжиниринга. Старт совместному проекту ТИС – СПИК СЗМА был дан в мае 2005 г. В апреле 2006 г. отгружена первая продукция - комплектные электроприводы на базе преобразователей частоты последних моделей, собранных полностью из импортных комплектующих. Однако уже с сентября 2006 г. для производства комплектных преобразователей используются локальные компоненты и материалы.

Сборочное производство размещено в Санкт-Петербурге; занимает 1600 кв.м. производственных площа-

дей и 800 кв.м. инженерного центра. На базе сборочного производства ОАО «СПИК СЗМА» в 2007 г. планируется открыть сертифицированные сервисный и учебный центры. В дальнейшем СПИК СЗМА планирует расширить номенклатуру производства, что позволит предложить на рынок технические решения для различных сфер применения, адаптированные под требования и условия, определяемые Заказчиком.

Toshiba Corporation (Япония) – мировой лидер в области высоких технологий, по производству и продвижению систем энергообеспечения, электронных устройств и компонентов, информационных систем коммуникации и цифровых потребительских товаров.

Toshiba International Corporation (США, Хьюстон) – ведущая Компания подразделения Toshiba - Industrial and Power Systems & Services Company по производству промышленного оборудования

ОАО «СПИК СЗМА» (Россия, СПб) – инжиниринговая Компания, выполняющая полный комплекс услуг по автоматизации технологических процессов и производств.

*www.ielectro.ru*



## ОТ ТРУБЫ ДО СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

*Две выставки, прошедшие одновременно во Всероссийском выставочном центре (ВВЦ) в Москве с 17 по 20 октября, хорошо дополняли друг друга. «ЭлектроТехноЭкспо-2006» собрала полный спектр серийного оборудования, инструмента, приборов для электроэнергетиков, «Изделия и технологии двойного назначения. Диверсификация ОПК» – все самые передовые, высокотехнологичные разработки, которые обязательно должны быть востребованы, в т.ч. и энергетикой.*

### ВСЕ, ЧТО НУЖНО ЭНЕРГЕТИКАМ

Научно-производственная фирма «Энергострой» привезла на выставку устройства для проверки токовых расцепителей автоматических выключателей УПТР. Представляет продукцию один из разработчиков зам.директора компании Эрнест Гуткович: «Такого прибора еще ни у кого нет, это наша разработка и наше изготовление. Выход – чистый синус, благодаря чему прибор позволяет достоверно проверять все

типы расцепителей с хорошей точностью. Его можно использовать также для проверки релейных защит по току. На рынке есть подобные приборы, но с выходом синус – только импортные, очень дорогие. И очень громоздкие, тяжелые. Наш состоит из двух компактных блоков. Есть три модификации МЦ, УПТР-1 МЦ, УПТР-2 МЦ, отличающиеся выходными токами. Представленный образец дает возможность проверить автоматы до номинального тока 350А, есть - до 800А». Судя по интересу, проявленному посетите-



лями выставки, разработка «Энергостроя» появилась в нужном месте в нужное время.

Такой же неподдельный интерес вызвали высоковольтные и низковольтные распределительные устройства для трансформаторных подстанций Экспериментального завода объемных инженерных сооружений (ОАО «ЭЗОИС»). Оборудование, которое компания изготавливает по лицензии фирмы «Шнайдер Электрик», привлекает в первую очередь очень высокой степенью готовности и безотказностью. «Оно практически готово к подключению. Минимальные затраты на монтаж и практически не требует обслуживания», - говорит менеджер ЭЗОИСа Валерий Поплавский. – Мы работаем «под ключ».

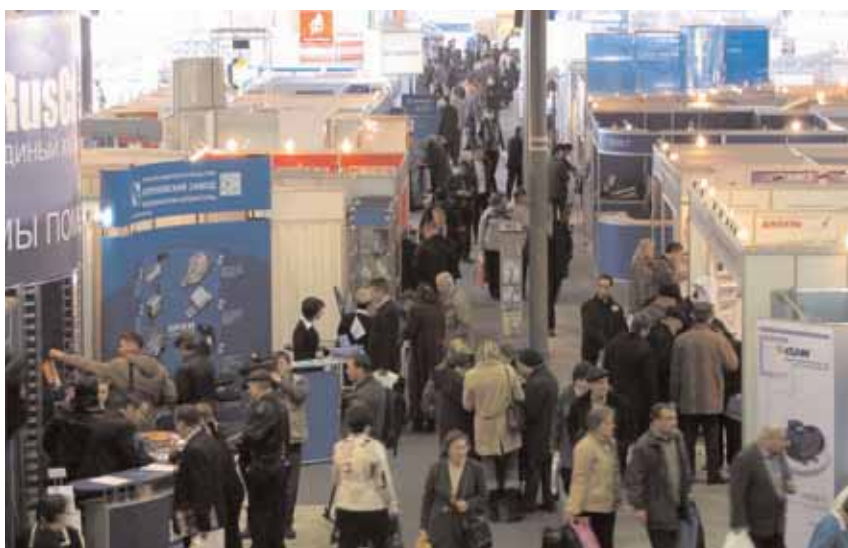
Поставляем электрооборудование для жилищного и частично для промышленного строительства г.Москвы. Неожиданно для нас, продукция сегодня пользуется большим спросом в регионах. Поэтому сейчас мы активно расширяем производство и работаем в Тюмени, Ханты-Мансийске, Нижневартовске, Сургуте».

Свердловский завод трансформаторов тока (СЗТТ) демонстрирует новинки - трансформатор со встроенным предохранительным устройством уменьшенных габаритов для КРУ, силовые трансформаторы для собственных нужд мощностью от 10 до 63 кВА с литой изоляцией, трансформаторы тока опорные переключаемые по первичной стороне или по вторичной стороне, т.е. кратно двум, допустим 100- 200 А, 300-600А. Сергей Рычков, инженер отдела маркетинга СЗТТ: «Тенденция уменьшения габаритов – общее направление в трансформаторостроении. Также перспективное направление – литая изоляция. До сих пор в России трансформаторы с литой изоляцией были только импортные. Продукция пользуется большим спросом».

ООО «Электротехническая компания «Джоуль» специализируется на поставках импортного оборудования, и упор на выставке сделала на продвижение новинок германской фирмы MBS Sulzbach Messwandler GmbH (измерительные преобразователи и трансформаторы тока, счетчики электроэнергии) и итальянской Algodue Elettronica (приборы, компоненты и системы для измерения показателей качества электрической энергии, учета и мониторинга энергопотребления).

## ДЫРЫ И ОТВЕРСТИЯ

Как известно, мир техники не знает слово «дыра», специалисты делают «отверстия» или «перфорацию» соответствующим инструментом. Но владивостокская компания РОСТ привезла на выставку изделия с названием «дыроделы гидравлические» и одним из них привлекла к своему стенду внимание посетителей. Компания занимается пос-



тавками стабилизаторов напряжения собственной торговой марки «LEVEL», электромонтажного инструмента для профессионалов (механического, гидравлического), оборудования для обработки токоведущих шин и др. На снимке - Дыродел гидравлический стационарный, диаметр отверстий - 26 и 35 мм, толщина листа до 1,5 мм. Рабочее усилие 60 кН, максимальный рабочий ход 50 мм.

## ПРУЖИНКА ВМЕСТО ВИНТА

Успех компании на выставке зависит от многих «сторонних» факторов, таких как дизайн и удобство стенда, подготовка презентационных материалов, умение менеджеров представить свою продукцию. Не последнюю роль играет даже место в выставочном комплексе. Однако, главный эффект приносит все же новизна, актуальность и качество экспонатов. Все эти факторы соединились в стенде ООО «Децима». Компания специализируется в области разработки и производства высокотехнологичной аппаратуры для сбора, передачи и обработки информации, и представила на выставке оборудование диспетчерского управления воздушным движением, объектами энергетики, мониторинга и записи видео и аудиоинформации. Но наибольший интерес посетителей привлекли те мелкие, но самые необходимые комплектующие, без которых невозможно никакое производство современной аппаратуры (да и вообще, любой электромонтаж) – клеммы, соединители. Хотя инновационное изобретение немецкой компании «WAGO» - надежных, виброустойчивых пружинных клемм, соединителей и разъемов - сделано довольно давно, для нашей страны это пока новинка. «ДЕЦИМА» - официальный дистрибьютор «WAGO» в России, нарабатала уже большой опыт применения этих изделий в своей аппаратуре. Рассказывает менеджер по маркетингу и рекламе Семен Хузин: «Пружинные зажимы по сравнению с винтовыми аналогами хороши тем, что при монтаже экономят время, не требуют дальнейшего обслуживания. Поставив, о них можно попросту забыть. И очень просто демонтиро-

вать, особенно в коммутационной аппаратуре: вставили отвертку как распорку - вытащили проводник. Не надо ничего откручивать. Клемма вибро- и удароустойчива, выдерживает нагрузку до 109g по трем осям при частоте до 2000 Гц. При таких нагрузках винты просто разлетаются в разные стороны. Спектр выпускаемой продукции очень широк, для применения в аппаратуре, приборах, на печатных платах, в щитах, при бытовом электромонтаже. Большим спросом пользуется серия для люстр, слаботочная серия распаячных коробочек для телефонии и охранно-пожарной сигнализации».

## НЕОЖИДАННАЯ ВСТРЕЧА

Стенд ФГУП «НПО Машиностроения» можно считать связующим звеном между двумя выставками: сугубо оборонное предприятие из г. Реутов (Московская обл.), которое вообще-то разрабатывает ракетные и космические комплексы, демонстрирует энергетикам свою конверсионную продукцию – солнечные коллекторы «Сокол» для нагрева теплоносителя. Зпатентованное ноу-хау – в специально разработанном алюминиевом профиле с семислойным селективным покрытием, нанесенным методом напыления в вакууме. Коэффициент поглощения 0,92...0,95. На сегодняшний день это - самая эффективная разработка в отрасли.

## УПРАВА НА «КРАСНОГО ПЕТУХА»

Федеральный центр двойных технологий «Союз» работает в области твердых ракетных топлив и конструирования высокоэнергетических установок спецназначения. Стенд компании поражает разнообразием конверсионной продукции: от технологии высокотемпературной керамической сварки для ремонта огнеупорных футеровок до взрывных алмазов и субстанции нитроглицерина. Основное направление - пожарно-техническое: генераторы огнетушащего аэрозоля (фото tag), средство объемного пожаротушения, устройства для предотвращения взрывов пылегазовоздушных смесей в трубопроводах. Применяются при тушении пожаров в промышленных помещениях, на станциях нефтеперекачки, нефтепереработки, в мукомольной, хлебопекарной промышленности. «Союз» показывает на выставке оптические модуляционные датчики, которые реагируют на инфракрасное излучение пламени, дренажные клапаны, разработанные для систем жидкостного пожаротушения. По словам начальника отдела маркетинга Тамары Кривцовой, клапан не требует обвязки, компактен, прост в управлении. Автономные твердотопливные установки для жидкостных систем, состоящие из стеклопластиковой емкости и порохового генератора давления, действуют без системы насосов для подачи жидкости.

## ЧИСТОТА – ЗАЛОГ ЗДОРОВЬЯ...ТРУБЫ

Гендиректор ООО «ЭкоМирт» к.т.н., заслуженный строитель, зав.лабораторией энергосберегающих технологий Владимир Толстолугов представляет экологичную инновационную технологию двойного назначения серии «RVR»

очистки теплообменных аппаратов без разборки. Разработанная система использует многофакторный принцип: биопрепарат «Экосан» разрыхляет твердокристаллические отложения и отделяет их от поверхности, затем в систему подаются пневмогидроимпульсы длительностью миллисекунда с силой 15-16кГ (можно сравнить с кувалдой, вылетающей со скоростью 1,5 км/сек, сбивая на своем пути все в радиусе 120м). Ноу-хау в том, что вся взрывная волна распространяется только по оси, это не статическое давление, которое распирает трубу, она сбивает все кристаллики на своем пути. Разработанная система была применена на СУМЗе для очистки внутри- и межтрубного пространства теплообменных аппаратов сернокислотного производства, зашлакованных твердокристаллическими отложениями. На казанском заводе «Оргсинтез» таким же образом избавились от отложений коксопирогаза в межтрубном пространстве. Обычно для этого приходилось разрезать трубу и заменять. Технология может быть использована в разных отраслях, в т.ч. и в ЖКХ для прочистки и промывки батарей, регистров и трубопроводов центрального отопления ветхого и изношенного фонда, в любой сезон.

Демонстрация впечатляющих результатов этой работы вызывала у многих заинтересованных посетителей выставки возглас «берем, не глядя!».

## МАЛ ЗОЛОТНИК, ДА ДОРОГ

Канатные и комбинированные виброизоляторы, изобретенные доцентом кафедры судовых ДВС и дизельных установок к.т.н. Минасом Минасяном из Военно-морской академии защищены множеством патентов. Удивительные небольшие упругие изделия собраны из стальных канатов в форме тора, цилиндра, гиперболы и т.д. и закреплены между опорными элементами – фланцами, пластинами и т.д. Они не горючи, не боятся воздействия агрессивной среды (масло, топливо, кислота, облучение), выдерживают температуру от -90 до + 270 град., хорошо поглощают энергию, имеют свойство диссипации – обладают внутренним трением, гасят вибрацию (выполняют функцию гидравлического амортизатора в автомобиле). *Изюминка – в точном расчете формы и выборе материала.*

Высокая несущая способность конструкций (диапазон статических нагрузок от 1 до 50000 Н) сочетается с податливостью при динамических воздействиях: их собственные частоты могут опускаться до 2,5Гц. Эти качества позволяют использовать канатные виброизоляторы в качестве опорных связей любого оборудования, муфт соединителей валов, для сейсмозащиты зданий, железнодорожных путей, как опора для двигателей, газовых турбин, насосов, сепараторов, трубопроводов и т.д. Более 10 лет они эксплуатируются под дизель-генераторами, насосами, двигателями на двух судах латвийского пароходства.

Ожерелье виброизоляторов, разложенных на стенде перед изобретателем, как и вся эта удивительная конверсионная выставка, заставили вспомнить, что «все гениальное - просто».

**Начальник НИС СЗТУ  
Андрей КУСТОВ**

# СУЩЕСТВУЕТ ЛИ В РОССИИ ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ... И ЗАЧЕМ ОНА НУЖНА

*Современное состояние силового электрооборудования в России характеризуется в основном длительным сроком эксплуатации, значительно превышающим нормативные величины. Это обстоятельство, естественно, предполагает большой износ этого электрооборудования, но, как показывает практика, это предположение не является безусловным и обоснованным. Здесь прежде всего следует иметь в виду, что нормативные сроки эксплуатации силового электрооборудования, гарантированные производителями, значительно отличаются от фактических сроков службы в меньшую сторону. Кроме того, реальные сроки безопасной эксплуатации электрооборудования во многом зависят от качества используемых элементов конструкций, соблюдения технологии производства монтажных работ и условий его эксплуатации.*

Эксплуатация сверх нормативного срока возможна при наличии позитивной информации о реальном техническом состоянии силового электрооборудования. Отсутствие подробной и объективной информации о техническом состоянии позволяет реализовать эксплуатацию электрооборудования только по наработке на отказ либо плановое техническое обслуживание в соответствии с нормативами ППР. Практика показала, что такая эксплуатация си-

лового электрооборудования ведет к большим производственным потерям и необоснованному распылению средств на его техническое обслуживание и ремонт. Следовательно, планы планово-предупредительного ремонта силового электрооборудования, продление сроков эксплуатации необходимо реализовывать в соответствии с его действительным техническим состоянием. Необходимо отметить, что последний вывод относится к силовому высоковольтному оборудованию. Например, реализация планов ППР по действительному техническому состоянию для электродвигателей малой и средней мощности экономически нецелесообразна. В этом случае планы ППР по нормативам являются более обоснованными.

Объективные данные о техническом состоянии электрооборудования можно получить современными диагностическими методами. Диагностические испытания электрооборудования, как правило, выполняются методами, не травмирующими изоляцию. Они позволяют определять не только техническое состояние объекта, но и локализовать имеющиеся проблемные места. Проведение комплексных диагностических испытаний различными методами неразрушающего контроля позволяет оценить степень старения изоляции и остаточный ресурс электрооборудования.

Техническое состояние изоляции электрооборудования можно определить следующими способами:

- ✓ испытание повышенным напряжением в соответствии с действующими нормативами;
- ✓ единовременное испытание диагностическими методами (диагностика).

В первом случае мы не получаем достоверной информации о реальном техническом состоянии электрооборудования, второй способ позволяет получить полную картину фактического технического состояния.

Контроль над изменениями технического состояния электрооборудования во времени обеспечивается следующими методами:

- ✓ периодическое испытание диагностическими методами с целью определения динамики процессов старения или развития дефектов (тренд);
- ✓ «непрерывный» контроль технического состояния, позволяющий контролировать процессы в изоляции в каждый момент времени (мониторинг).

В соответствии с действующими в России правилами и руководящими документами (нормативами) изоляция высоковольтного оборудования и кабелей должна периодически подвергаться испытаниям повышенным постоянным напряжением. В ряде случаев испытания выполняются переменным напряжением промышленной частоты и повышенным напряжением с частотой 0,1 Гц.

Из практики эксплуатации высоковольтных кабельных линий известно, что положительные результаты испытаний повышенным напряжением вовсе не гарантируют безаварийную последующую работу электрооборудования. Так, например, после успешных испытаний повышенным напряжением кабельных линий нередко происходит выход их из строя в ближайшие после этого месяцы. Установлено, что причина этого в интенсивном разрушении изоляции частичными разрядами в проблемных местах, что приводит к сокращению срока службы кабельных линий. Кроме того, испытания повышенным постоянным напряжением кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена практически бесполезны, так как полиэтилен обладает высокой электрической прочностью и малыми токами утечки. И, наконец, испытания повышенным постоянным напряжением не позволяют локализовать проблемные места линий.

Наиболее опасны испытания повышенным напряжением для кабельных линий с большим сроком службы или низким качеством монтажа, уже имеющих высокий уровень частичных разрядов в проблемных местах. В этом случае испытания повышенным напряжением приводят к увеличению уровня частичных разрядов. Этот вывод сделан на основании результатов диагностических испытаний высоковольтных кабельных линий аппаратурой OWTS и CDS производства германской фирмы Seba KMT, которые выполнялись до и после производства испытаний кабельных линий повышенным напряжением.

Последние десять лет в России и за рубежом ведутся интенсивные работы по совершенствованию неразрушающих методов диагностики изоляции и выпуску предназна-

ченной для этого аппаратуры. Эти методы ориентированы на диагностические испытания, не разрушающие изоляцию электрооборудования и позволяющие выполнять локализацию проблемных мест на ранней стадии развития дефектов в изоляции.

К числу недостатков диагностических методов испытаний изоляции следует отнести высокую стоимость диагностической аппаратуры и требующую наличия высококвалифицированного персонала, большую сложность методов диагностики. Однако эти недостатки перестают иметь место при производстве диагностических испытаний силами специализированных предприятий, имеющих персонал высокой квалификации. В этом случае предприятие-заказчик не несет затрат на приобретение диагностического оборудования и не содержит специалистов для работы с ним. Периодическая диагностика или тренд обладает теми же характеристиками.

Непрерывная диагностика (мониторинг) с точки зрения объема получаемых данных является наиболее информативной. Перспективным является мониторинг особо важных объектов энергетики, имеющих большую установленную мощность и соответственно стоимость. Вместе с тем повсеместное внедрение мониторинга является экономически и практически нецелесообразным.

Важным вопросом является оценка результатов диагностики OWTS и формулирование заключения. Для этого необходимо иметь критерии оценки по уровню ЧР, частоте и интенсивности. Следует отметить, что в Европе в фирмах, эксплуатирующих подобные установки, имеются методики и соответственно критерии по оценке результатов диагностики. Однако применение этих методик и критериев в России пока представляется нецелесообразным. Так, например, в Германии для аппаратуры OWTS предельным значением принят уровень частичных разрядов, равный 1000 пК, а в Италии – 1200 пК. Уровни разрядов, превышающие указанные значения, недопустимы, а кабельная линия подлежит ремонту. Имеющиеся в этих странах критерии диагностики разбиты на ряд групп, а методики на основе созданных баз данных позволяют определить вид или причину дефекта. За счет совершенствования технологии монтажа кабельных линий, достигается впоследствии устранение причин, вызывающих те или иные дефекты. В среднем количество дефектных кабельных линий (с уровнем разрядов более 1200 пК) в Германии и Италии составляет около 50%.

Для России характерным является эксплуатация силовых кабельных линий до предельного физического состояния, при этом уровень ЧР в них нередко составляет более 10000 пК. Количество кабельных линий, имеющих дефекты с уровнем ЧР около 5000 пК, составляет более 65%. Выполнить замену дефектных кабельных линий на новые линии за короткий срок практически невозможно и экономически нецелесообразно.

На рис. 1 приведены результаты диагностики кабельных линий в течение года по России. Это обобщенные данные. На отдельных предприятиях количество кабельных ли-

# ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

ний с неудовлетворительным техническим состоянием более 80%.

Следует отметить, что в большинстве случаев проблемными являются концевые и соединительные кабельные муфты.

На рис. 2 представлено распределение проблемных кабельных линий по годам ввода в эксплуатацию. По этой диаграмме можно проследить качество монтажа кабельных линий в нашем регионе. За исключением отдельных всплесков (1960, 1968, 1971), начиная с 1978 года качество работ резко ухудшилось. То есть, несмотря на совершенствование технологии производства кабелей и кабельной арматуры, по причине низкого качества работ при монтаже кабельных линий надежность электроснабжения предприятий снизилась и весьма существенно.

На рис. 3 приведена диаграмма для кабельных линий, получивших отрицательное заключение по техническому состоянию.

Из диаграммы видно, что 50% кабельных линий необходимо менять либо полностью, либо частично. Другая половина кабельных линий требует ремонта концевых или соединительных муфт, т. е. эти линии могут быть приведены в рабочее состояние с наименьшими затратами. Таким образом, количество проблемных кабельных линий можно сократить и тем самым уменьшить материальные и трудовые затраты на восстановление надежного электроснабжения предприятий. Следовательно, одной из основных задач диагностики является получение информации для продления ресурса работы кабельных линий сверх нормативного срока службы. Кроме того, результаты диагностики OWTS позволяют получить полную картину технического состояния кабельных линий с локализацией проблемных мест, если таковые имеются.

В перспективе техническое состояние высоковольтных кабельных линий должно соответствовать европейским нормам. Поэтому следует обратить внимание на совершенствование технологии монтажа кабельных линий и соответствующее повышение требований по оценке их технического состояния.

Физические и химические процессы, протекающие в изоляции под воздействием частичных разрядов и вызывающие ее старение, в достаточной мере изучены. Разработаны методы измерения параметров частичных разрядов, которые реализованы в отечественных и зарубежных приборах различных конструкций (R2000/N, R-400, R500TM, УКИ-4, УКИ-5, УКИ-6И, УКИ-7И, РМ-3Ам, «Импульс», ИЧР-201, ЭЛМИН-3, СКИ-2, РЧРВ-1, OWTS и др.). Имеющиеся технические возможности приборов и оборудования позволяют диагностировать техническое состояние изоляции и прогнозировать ее остаточный ресурс.

В алгоритме оценки технического состояния линий учитываются результаты повторных диагностик, а также результаты диагностики с помощью аппаратуры CDS, реализующей диагностику методом возвратного напряжения, позволяющей определить степень старения изоляции и остаточный ресурс электрооборудования. Совершенствование

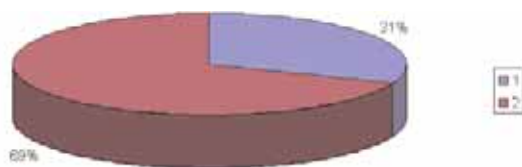


Рис. 1. Статистика технического состояния силовых кабельных линий на напряжения (6-35) кВ на предприятиях России. (1 - удовлетворительно, 2 - неудовлетворительно)

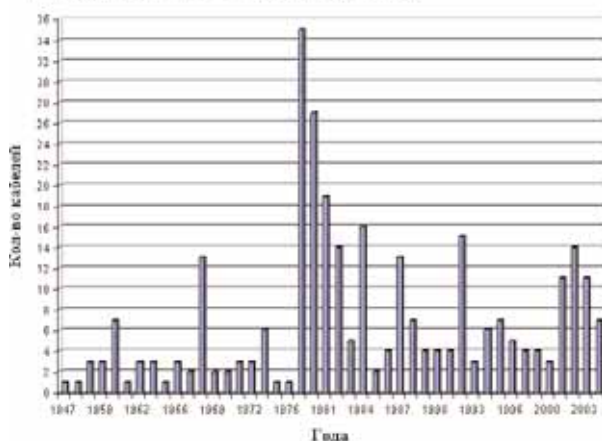


Рис. 2. Распределение кабельных линий с неудовлетворительным техническим состоянием по годам ввода в эксплуатацию.

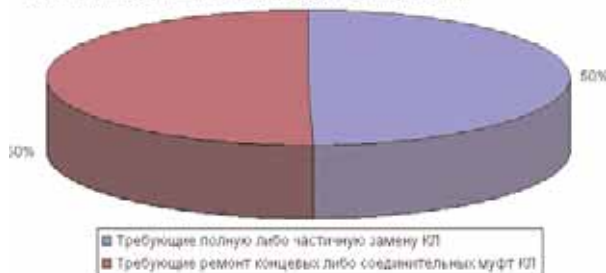


Рис. 3. Статистика кабельных линий с неудовлетворительным техническим состоянием.

алгоритма анализа результатов диагностики позволит существенно повысить достоверность вырабатываемых заключений.

Достоверная диагностика состояния изоляции электрооборудования неразрушающими методами позволит отказаться от профилактики изоляции разрушающими методами контроля, которые во многих случаях приводят к уменьшению ресурса, несвоевременному и непредсказуемому пробою изоляции. Проверка работоспособности кабельной линии путем приложения повышенного постоянного напряжения обоснована после монтажа или ремонта и при отсутствии технической возможности для применения диагностических неразрушающих методов.

В процессе эксплуатации кабельных линий достоверная информация о состоянии изоляции может быть получена неразрушающими методами контроля. Следует иметь в виду, что пропитанная бумажная изоляция после воздействия на нее повышенного напряжения, сопровождающегося интенсивной ионизацией внутри изоляции с образова-



ем продуктов распада диэлектрика, часто восстанавливает свои свойства за счет перетекания пропиточного состава. Последнее обстоятельство необходимо учитывать при повторной диагностике линий. В полиэтиленовой изоляции под воздействием повышенного напряжения происходит интенсивное зарождение дендритов по всей длине кабеля, т. е. такие испытания заведомо уменьшают ресурс кабеля.

Практическая работа по диагностике технического состояния кабельных линий на предприятиях России методом частичных разрядов ведется третий год и зарекомендовала себя как высоким качеством работ, так и экономической целесообразностью. Вместе с тем для обоснованного внедрения этого метода на предприятиях необходимы нормативы оценки состояния силовых кабельных линий и регламентирующие документы, которые в настоящее время отсутствуют. Поэтому переход от испытаний повышенным напряжением к технической диагностике неразрушающими методами часто вызывает вопросы на предприятиях-заказчиках. Нормативы были получены по результатам НИР на основе большого количества практических результатов диагностики. В работе приняли участие не только специалисты диагностического предприятия, но и ученые в этой области. Работа оформлена в виде регламента и может быть адаптирована в общей части для любого предприятия России.

Необходимость работы по разработке регламента была продиктована последним изданием «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Минэнерго России (№6 от 13.01.03) и зарегистрированных Минюстом России (4145 от 22.01.03). В соответствии с этими правилами: 1.6.6. Техническое обслуживание и ремонт могут производиться по результатам технического диагностирования при функционировании у потребителя системы технического диагностирования – совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным соответствующей документацией.

К такой документации относятся: отраслевой стандарт, ведомственный руководящий документ, регламент, стандарт предприятия и другие документы, принятые в данной отрасли или у данного потребителя (стр.52).

Предлагаемый регламент узаконивает применяемую на предприятии диагностику кабельных линий и может быть распространен для применения на все предприятия и фирмы. Структура регламента отвечает общепринятым требованиям и состоит из следующих разделов:

- ✓ область применения;
- ✓ нормативные – ссылки;
- ✓ термины, определения и сокращения;
- ✓ общие положения;
- ✓ организация планирования технического обслуживания, контроля технического состояния и ремонта силовых кабельных линий по техническому состоянию;
- ✓ контроль качества эксплуатации и ремонта;
- ✓ порядок продления срока безопасной эксплуатации;

✓ порядок перехода на систему технического обслуживания и ремонта силовых кабельных линий по техническому состоянию.

Кроме того, регламент содержит приложения:

- ✓ нормы испытаний силовых – кабельных линии на напряжения до 35 кВ;
- ✓ нормативные – показатели определения состояния изоляции силовых кабельных линий по частичным разрядам;
- ✓ нормативные показатели по частичным разрядам приведены для силовых кабельных линий на напряжения до 35 кВ с любым типом изоляции.

Регламент называется – «Система технического обслуживания, контроля технического состояния, ремонта и ввода в эксплуатацию силовых кабельных линий по техническому состоянию». Он устанавливает единый порядок организации эксплуатации, технического обслуживания, контроля технического состояния, ремонта и ввода в эксплуатацию силовых кабельных линий.

Эксплуатация, техническое обслуживание, контроль технического состояния и ремонт, а также ввод в эксплуатацию силовых кабельных линий проводятся в соответствии с требованиями Регламента и нормативными документами: «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ, 6-е издание, Энергосервис, 2002 г.); «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утв. Минэнерго России № 6 от 13.01.03; «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00 от 18.02.03 г.; «Межотраслевые типовые инструкции по охране труда при эксплуатации электроустановок, проведении электрических измерений и испытаний», ТИ РМ-(062-074)-2002. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003 г. В Регламенте использованы ссылки на инструкцию по эксплуатации силовых кабельных линий, утвержденную заместителем начальника Главтехуправления К. М. Антиповым 15 октября 1979 г. Часть 1. Кабельные линии напряжением до 35кВ. РД 34.20.508. Разработка документа, кроме того, обусловлена следующими обстоятельствами:

Предстоящим вступлением России во Всемирную торговую организацию (ВТО).

Разработкой и внедрением в мировой практике неразрушающих методов контроля состояния изоляции и аппаратуры для диагностических испытаний, мониторинга и прогнозирования остаточного ресурса кабелей и муфт, что позволяет осуществлять переход к системе контроля технического состояния без применения разрушающих методов испытаний.

Переходом на новые формы экономических отношений между производителями и потребителями электроэнергии.

Реорганизацией энергонадзора.

Повышенными требованиями в вопросах промышленной безопасности, охраны труда и экологической безопасности. Оптимизацией затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования.

# ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Разработанный регламент основан на обязательном планировании, организации и проведении технического обслуживания, контроля технического состояния, диагностирования и ремонта по техническому состоянию и предусматривает:

- ✓ планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту силовых кабельных линий;
- ✓ периодическое техническое обслуживание;
- ✓ контрольные осмотры;
- ✓ регламентированное техническое обслуживание и контроль технического состояния;
- ✓ плановое техническое обслуживание и мелкий ремонт;
- ✓ контроль технического состояния;
- ✓ контроль технических параметров по нормативам (критериям предельного состояния);
- ✓ техническое диагностирование с помощью неразрушающих методов контроля состояния изоляции;
- ✓ ремонт по техническому состоянию, который состоит из двух видов ремонта:
  - планового;
  - непланового (аварийного);
- ✓ контроль качества эксплуатации, ТО и ремонта.

Контроль технического состояния кабельных линий осуществляют специализированные организации, имеющие лицензии на этот вид деятельности.

Продление срока эксплуатации силовых кабельных линий, отработавших нормативный срок службы, производится в соответствии с требованиями нормативно-технической документации:

Положения о продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах. Утверждено постановлением ГГТН России от 9.07.2002 №43;

Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждено Минэнерго России, приказ от 13.01.03 №6.

Основанием для продления срока эксплуатации является исправное техническое состояние кабельной линии и достаточный ресурс его безаварийной работы. Исправное техническое состояние (отсутствие проблемных мест) кабельных линий определяется неразрушающими методами контроля состояния изоляции.

По результатам проведенных работ по определению возможности безопасной дальнейшей эксплуатации кабельной линии принимается одно из решений: продолжение эксплуатации на установленных параметрах, применительно к кабельной линии, это эксплуатация при номинальном рабочем напряжении и нагрузке; продолжение эксплуатации с ограничением параметров, т. е. при снижении рабочего напряжения и нагрузки; ремонт; вывод из эксплуатации.

Внедрение Регламента осуществляется по плану организационно-технических мероприятий, предусматривающему комплекс необходимых подготовительных работ как со стороны эксплуатирующей силовые кабельные линии организации (заказчика), так и организации, занимающейся техническим обслуживанием, диагностированием и ре-

монтом (сервисной организацией – подрядчика). Таковы основные моменты, изложенные в регламенте.

Переход на систему обслуживания, контроля технического состояния и ремонта силовых кабельных линий по техническому состоянию позволит получить экономический эффект за счет: повышения надежности электроснабжения за счет снижения количества аварийных ситуаций; повышения качества электромонтажных работ, при условии проведения диагностики, на линиях после ремонта и вновь вводимых в эксплуатацию, исключения затрат на проведение необоснованных ремонтов и модернизаций; устранения неисправностей на ранней стадии их возникновения; рационального и обоснованного планирования сроков ремонта, объемов ремонтного вмешательства и финансовых затрат в связи с заранее известным объемом (составом) работ; за счет повышения качества и своевременности принятых управленческих решений, на основании полученной достоверной информации о техническом состоянии электрооборудования и кабельных линий.

Неразрушающие методы испытаний изоляции кабельных линий

1. Применение разрушающих методов испытания изоляции кабельных линий, например, повышенным постоянным напряжением вызывает сокращение их ресурса, так как в проблемных местах изоляции идут ионизационные процессы (частичные разряды), разрушающие изоляцию.
2. Испытание изоляции кабельных линий повышенным постоянным напряжением целесообразно проводить при вводе их в эксплуатацию и после ремонта, а также при отсутствии средств неразрушающего контроля.
3. Испытания изоляции кабельных линий повышенным постоянным напряжением в процессе эксплуатации, особенно после длительной эксплуатации, способствуют досрочному выходу их из строя.
4. Определение технического состояния изоляции кабельных линий целесообразно производить неразрушающими методами испытаний. Применение таких методов не травмирует изоляцию, т. е. не сокращает ресурс кабелей и муфт.
5. Одним из неразрушающих методов испытания изоляции является метод измерения частичных разрядов с затухающим осциллирующим напряжением (система OWTS). Этот метод позволяет определить: распределение и величину частичных разрядов по длине линии; количество частичных разрядов в проблемных местах; зависимость уровня частичных разрядов от напряжения; напряжение возникновения ЧР; напряжение гашения ЧР; тангенс угла диэлектрических потерь; электрическую емкость.

*Автор выражает благодарность за предоставленную информацию А. Г. Санникову и Л. Г. Сидельникову, ООО «Тест» (г. Пермь)*

*По материалам газеты «Энергетика и промышленность России»*

**Л. Ю. Семенова,**  
**аналитик Исследовательской**  
**компании Abercade**



## РЫНОК СЧЕТЧИКОВ ГАЗА В В 2005 ГОДУ

Каждый рынок приборов учета имеет свою специфику, например, рынок электросчетчиков в РФ можно считать сформированным и стабильно развивающимся, для рынка водосчетчиков в настоящее время характерен высокий рост производства и динамичное развитие.

В данной статье предлагается анализ основных показателей рынка счетчиков газа в РФ.

По оценке специалистов исследовательской компании Abercade в 2005 году объем производства бытовых, коммунально-бытовых и промышленных счетчиков газа составил 1 355 000 шт. в натуральном и **\$65,553** млн. в денежном выражении.

Среди производителей бытовых счетчиков газа можно выделить следующих основных игроков: ЗАО «Газдевайс» (Московская обл.), ФГУП «Точмаш» (г. Владимир), ООО ЭПО «Сигнал» (Саратовская обл.), ОАО «Электроприбор» (г. Воронеж), ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника» (Нижегородская обл.) (см. таблицу 1).

**Таблица 1. Основные производители бытовых счетчиков газа в РФ (по итогам за 2005 год), в долях. %**

Компания	Доля рынка, %
ЗАО «Газдевайс»	31%
ФГУП ВПО «Точмаш»	25%
ООО ЭПО «Сигнал»	15%
ОАО «Электроприбор»	10%
ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника»	7%

**Источник: опрос производителей счетчиков газа, расчеты: Исследовательская компания «Abercade».**

Крупнейшими производителями промышленных счетчиков являются ОАО «Арзамасский приборостроительный завод» совместно с компанией ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника», доля рынка этих компаний составляет 83%.

Следует отметить, что российские производители полностью удовлетворяют спрос на рынке, о чем свидетельствует низкая доля импорта в потреблении – 9,6% в натуральном выражении, в то время как доля экспорта в производстве составляет 30,7%.

В настоящее время рынок бытовых газосчетчиков определяется высокой конкуренцией между производителями бытовых мембранных видов приборов, специалист компании ФГУП ВПО «Точмаш» отмечает:

*«По мембранным счетчикам очень жесткая конкуренция за потребителя, как по цене, так и по качеству, со стороны наших производителей и со стороны импорта».*

В структуре экспорта основными потребителями счетчиков газа из РФ являются страны СНГ. На долю четырех стран – Узбекистан, Грузия, Украина, Казахстан приходится 95,93% в натуральном и 95,35% в денежном выражении.

Основными компаниями-экспортерами являются ФГУП ВПО «Точмаш» и ЗАО «Газдевайс».

В структуре импорта можно выделить 5 основных поставщиков счетчиков газа в РФ: Германия, Словакия, Польша, Украина и Китай. На долю этих стран приходится 93,4% в натуральном и 97,2% в денежном выражении.

По оценкам исследовательской компании Abercade, рынок бытовых и промышленных счетчиков газа в ближайшие несколько лет будет расти, но пока производители называют этот рынок «спящим», так как цены на газ относительно низкие, а при установке прибора срок окупаемости большой.

Киреева Э.А.  
Чичканов А.А.

## ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА АПВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ НА СТАНЦИИ АЭРАЦИИ

Основной проблемой при работе сетевых и питательных насосов являются кратковременные посадки напряжения питающей сети, в результате которых возможны отключения магнитных пускателей электродвигателей насосов. Последнее приводит к созданию аварийных ситуаций: падению уровня воды в барабанах паровых котлов, остановке циркуляции воды в тепловых сетях, что при низких температурах может привести к размораживанию магистральных трубопроводов. В связи с этим при данных ситуациях требуется срочное оперативное вмешательство персонала котельной.

Причиной кратковременных посадок напряжения питающей сети являются пусковые режимы синхронных электродвигателей турбовоздуходувки мощностью по 1250 кВт в главном машинном зале цеха биологической очистки воды, питающихся с тех же фидеров, что и сетевые и питательные насосы котельной.

В соответствии со схемой котельной на станции аэрации обеспечение теплоносителем и поддержание требуемого давления в тепловых сетях в осенне-зимний отопительный сезон осуществляется 3-мя сетевыми насосами: 2 насоса мощностью по 200 кВт и 1 насос мощностью 90 кВт. Причем один насос является технологическим резервом (рис. 1).

Для питания восьми паровых котлов ДКВР-10/13 в котельной установлены четыре питательных насоса мощностью по 55 кВт каждый, один из которых находится в технологическом резерве.

Для исключения влияния на работу насосов кратковременных посадок напряжения питающей сети применяют устройства АПВ типа АПВП-М1 с регулируемым временем включения магнитных пускателей электродвигателей насосов. Режим работы насосов в этом случае следующие. При глубокой посадке напряжения и отключении всех работающих насосов, включение их при восстановлении питания осуществляется по приведенному ниже графику согласно настройке устройства АПВ:

- Х сетевого насоса №2 через 3 сек;
- Х питательного насоса №1 – 6 сек;
- Х питательного насоса №2 – 3 сек;
- Х сетевого насоса №1 – 6 сек;
- Х питательного насоса №4 – 9 сек.

Устройство АПВ с программируемым временем включения магнитных пускателей обеспечивает самозапуск асинхронных электродвигателей напряжением до 0,4 кВ при кратковременных посадках или исчезновении напряжения питающей сети (максимальное время паузы – 17 сек).

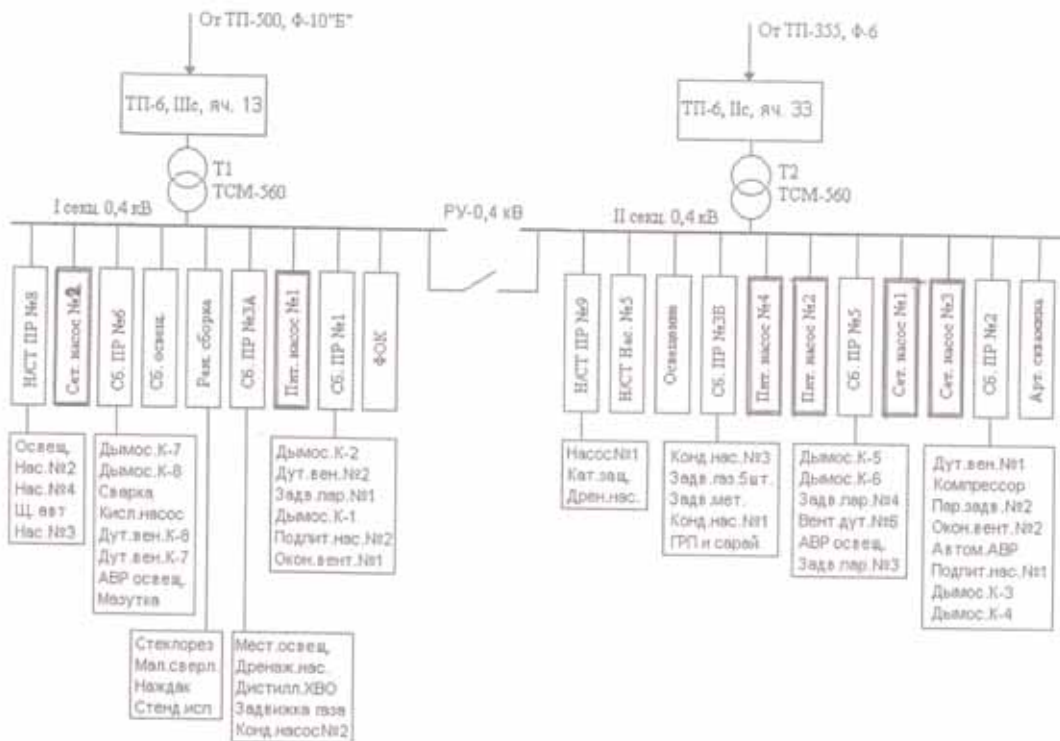


Рис. 1. Блок-схема электроснабжения котельной от ТП-7

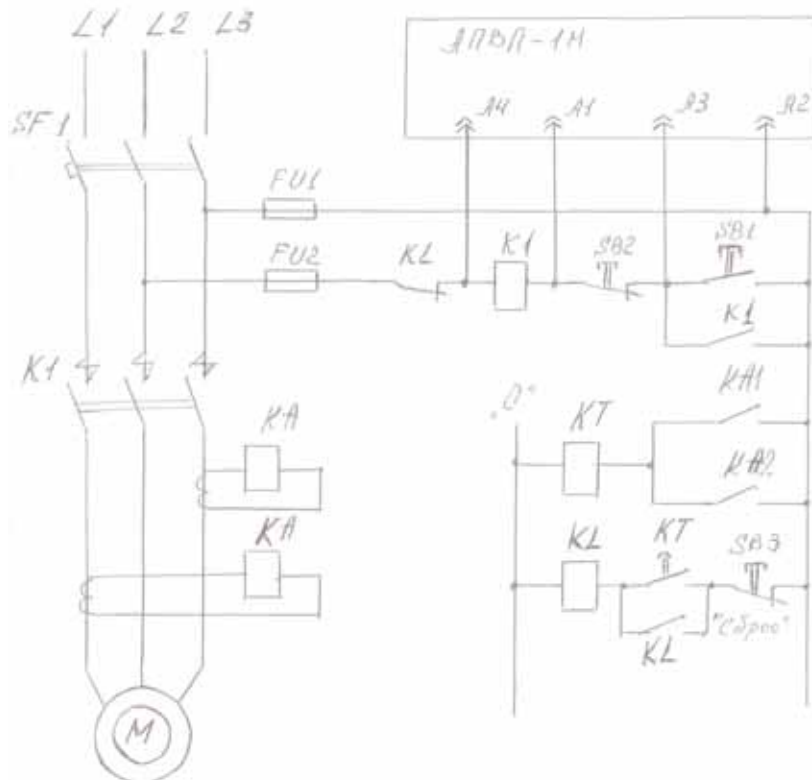


Рис. 2. Электрическая схема подключения устройства АПВП-1М



- ⚡ ТЕКРОН®-Р, управления и регулирования (Р);
- ⚡ ТЕКРОН®-Г, коммерческого учета газа (Г);
- ⚡ ТЕКРОН®-Т, коммерческого учета тепла (Т);
- ⚡ ТЕКРОН®-ТМ, телемеханики (ТМ).

В начале 2007 года планируется выпуск модификации ПТК ТЕКРОН®-Э для решения задач коммерческого учета электроэнергии. Также ПТК ТЕКРОН® включает широкую номенклатуру опций, в том числе сервер единого времени, модуль системного контроля, пультовые конструкции и др. Благодаря гибкой структуре и широким возможностям программирования, ПТК ТЕКРОН® позволяет создавать решения различного масштаба и функциональности – от систем учета энергоресурсов и диспетчеризации до АСУ ТП крупных предприятий.

НПФ «КРУГ»

**ГЕРКУЛЕС ОТ ITM ITALIA**

АО Электромашсервис начало поставки мощных стационарных воздухонагревателей HERCULES 1300, выпускаемых итальянской компанией ITM Italia.

HERCULES 1300 - стационарный воздухонагреватель на газе/легком жидком топливе.

Воздушные теплогенераторы серии Hercules (всего в модельном ряду более полутора десятков типоразмеров) тепловой мощностью от 115 до 1300 кВт используются для отопления и вентиляции.

Камера горения и теплообменник изготовлены из нержавеющей стали. Устанавливается как в горизонтальном, так и вертикальном положении. Возможно исполнение для открытой установки на улице.

Может работать на природном или сжиженном газе и на дизельном топливе, в зависимости от подключенной горелки.

ThermoNews.Ru

**НОВИНКА ОТ КОМПАНИИ RITTAL**

Компания Rittal создала новое устройство климатического контроля, которое может использоваться в самых неблагоприятных промышленных средах, где насыщенный пылью и масляными испарениями воздух может затруднить работу охлаждающих змеевиков.

Воздушные кондиционеры TopTherm, производимые компанией Rittal, теперь выпускаются с охлаждающими змеевиками, на которые наносится водо-, пыле- и маслоотталкивающее покрытие RiNano, обеспечивающее долгосрочное постоянное охлаждение, а также экономию средств и

Напряжение питающей сети, в	220, 380
Длительно допустимый ток в цепи включения, А, не более	2
Допустимый кратковременный ток в цепи включения, А, не более	50
Продолжительность бестоковой паузы, с	0...17
Выдержка времени включения магнитного пускателя после восстановления напряжения питающей сети (регулируемая), с	0...10
Габариты магнитных пускателей	0...VI

Устройство осуществляет самозапуск при параллельной работе нескольких двигателей ступенями, в пределах времени включения магнитных пускателей (от 0 до 10 сек) при недостаточной мощности источника питания.

Принцип действия устройства основан на использовании энергии заряженного конденсатора для открытия тиристора, шунтирующего цепь включения магнитного пускателя.

Регулируемая задержка времени устройства АПВ электродвигателей после восстановления напряжения питающей сети составляет от 0 до 10 сек.

Устройство АПВ можно применять при посадках напряжения питающей сети в режиме самозапуска выше 0,8Uном, а также при наличии двигателей с большими постоянными времени, т. е. при выбеге их сохраняется ЭДС более 0,6Uном в течение 0,5 ... 4 сек. Выбор уставки производится в зависимости от технических характеристик двигателя, параметров сети и допустимого времени перерыва технологического процесса.

Ниже приведены технические характеристики устройства АПВ.

На рис. 2 приведена электрическая схема подключения устройства АПВП-1М.

Для обеспечения безотказной длительной работы устройства АПВ необходимо ежегодно проводить текущий ремонт, который заключается в осмотре устройства, чистке его от пыли и грязи путем продувания сухим сжатым воздухом; проверке крепежных и электрических контактных соединений, работоспособности устройства и качества заземления.

В результате полученного опыта эксплуатации насосов с устройствами АПВП-М1 выявились следующие направления повышения надежности и эффективности работы котельной в целом.

Разработка схем автоматизации по контурам регулирования на базе применения частотных преобразователей:

- а) поддержание давления в питающих трубопроводах к котлам ДКВР-10/13 и ДЕ-25/14;
- б) регулирование расхода питающей воды;
- в) автоматическое регулирование температуры теплоносителя в подающем трубопроводе теплотрассы от сетевых насосов;
- г) автоматическое поддержание давления в обратном трубопроводе тепловой сети за счет изменения расхода воды через насос подпитки;
- д) автоматическое включение резервных насосов при недостаточном давлении в питающем трубопроводе и падения давления в подающем трубопроводе тепловой сети;
- е) модернизация системы регулирования горения в паровых котлах.



**Аксенов Ю.П.,  
докт. техн. наук,  
Голубев А.В.,  
канд. техн. наук,  
Завидей В.И., Юрин А.В.,  
Ярошенко И.В.  
ООО «ДИАКС», Москва**

## РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛИТЕЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

На протяжении более 10 лет специалисты «ДИАКС» выполняют обследования силовых трансформаторов классов 10-750 кВ в диапазоне мощностей 25-1250 МВА с использованием подходов многопараметрической диагностики [1]. Используется сочетание традиционных измерений и методов электромагнитной локации зон электроразрядной активности (ЭРА). К последним относятся ЧР, искра и дуга [2]. Кроме того, выполнялся анализ термографических функций [3], анализ масла и условий эксплуатации. Число регулярно обследуемых трансформаторов составляет – 300 единиц, по факту обнаружения дефектов проводились ремонты (–15 единиц), повреждения на трансформаторах с дефектами имели место в четырех случаях.

Поддержание эксплуатационной надежности силовых трансформаторов является высшим приоритетом из всего высоковольтного электрооборудования электростанции, поскольку повреждение блочного трансформатора приводит к наибольшему простоя блока в сравнении с повреждением других видов оборудования. Причиной имеющихся во время эксплуатации повреждений трансформаторов является, главным образом, достижение изоляцией в некоторых узлах предельного состояния. Этот факт заставляет увеличивать интенсивность диагностических обследований. Необходимость этого продиктована двумя условиями:

- не допустить повреждения трансформатора в работе (часто эти повреждения сопровождаются пожаром);
- определить дефект, возрастание дефекта и вовремя вывести машину в ремонт.

Указанные обстоятельства требуют максимально использовать известные (традиционные) методы, а также более интенсивно внедрять в практику методики и устройства, которые показали свою эффективность в заводских или лабораторных условиях. Поскольку явления в трансформаторе сложны, ни один из отдельных методов не может гарантировать надежность оценки технического состояния. Наиболее эффективны в настоящий момент тепловизионный контроль, анализ масла, измерения характеристик электроразрядной активности, в том числе и частичных разрядов, а также контроль  $\text{tg}\delta$  (для вводов).

Указанные методы известны, определены соответствующими стандартами и нормами. Эти методы обобщены в рамках «многопараметрической диагностики» с основным упором на измерения на рабочем напряжении характеристик ЭРА и термографических информационных функций (ТИФ) [4]. Следует иметь в виду, что схемы выдачи мощности крупных электростанций, особенно это относится к АЭС России, оснащены уникальными блочными трансформаторами высших классов напряжения и мощности, а также и трансформаторами собственных нужд (ТСН). По ре-

зультатам диагностики, анализу ремонтов и повреждений блочные трансформаторы и ТСН имеют наибольшее число признаков отклонений от нормы в сравнении с остальными трансформаторами электростанции (автотрансформаторами связи, резервными трансформаторами).

По данным статистического анализа [4], из парка трансформаторов, срок эксплуатации которых превысил 20 лет, 70 % имели отклонения в работе и повреждения. Значительная часть блочных трансформаторов, эксплуатируемых на крупных электростанциях, по времени эксплуатации приблизилась к указанному сроку, что определяет необходимость принятия комплекса мер по измерительным и испытательным процедурам, дополнительным к регламентированным «Нормами испытаний электрооборудования», а также выполнения ремонтов и модернизации. Анализ результатов периодической диагностики показывает, что возникновение и развитие дефекта имеет случайный характер, зависящий от взаимного сочетания многих внешних и внутренних факторов самого трансформатора. Это означает, что обследований разового характера недостаточно для обеспечения эксплуатационной надежности.

Целью данной статьи является обобщение результатов длительной диагностики по результатам обследования сотен трансформаторов, у ряда из которых были повреждения в эксплуатации, а по десяткам проведен ремонт, более 50 единиц находятся под учащенным контролем по ЭРА и анализу масла.

## **Вопросы поддержания эксплуатационной надежности состояния силовых трансформаторов**

На основании проведенных многочисленных обследований были рассмотрены вероятные сценарии повреждения трансформаторного оборудования со сроком эксплуатации 25 лет и более и сделаны следующие предположения.

- **Блочные трансформаторы** длительно работают на номинальной мощности, они имеют дефекты старения изоляции активной части. Вероятным сценарием повреждения при длительной эксплуатации будут межвитковые или межкатушечные разряды.
- **ТСН** длительно работают на номинальной мощности, также имеют дефекты старения изоляции активной части. РПН выработали свой ресурс. Сценарий их повреждения будет, вероятно, связан с разрушением изоляции отводов, а также повреждениями контактов РПН.

По этой причине для повышения эксплуатационной надежности блочных трансформаторов, ТСН необходимо увеличение объема диагностических обследований.

В то же время для поддержания эксплуатационной надежности автотрансформаторов связи и резервных трансформаторов на электростанциях достаточно уже сложившейся практики технического обслуживания и ремонтов, поскольку:

- **Резервные трансформаторы** признаков ухудшения изоляции активной части практически не имеют, так как они

работают в сравнительно легких условиях на 10-20% номинальной мощности.

- **Автотрансформаторы связи** также практически не имеют признаков ухудшения изоляции активной части, так как их загрузка по перетокам мощности невелика (30-40% номинальной). Наиболее слабый элемент – РПН и регулировочная обмотка активной части в связи с возможным электродинамическим воздействием при близких к.з.

Таким образом, с учетом приведенных выше обследований и анализа на мощных станциях в последующие годы следует уделить основное внимание блочным трансформаторам и ТСН в части обеспечения их эксплуатационной надежности. При этом главным является предотвращение повреждения силового трансформатора в эксплуатации за счет эшелонированного по нескольким уровням использования обследований и ремонта «по состоянию». Указанный вид эшелонированного контроля и диагностики позволяет определять ресурс высоковольтной изоляции при выполнении следующих мероприятий.

- Проведение серии последовательных испытаний с углублением контроля. При этом определяется оборудование, требующее внимания, а также группы риска.
- В группу риска попадают трансформаторы с истощенным сроком службы для обоснования его замены на новый, а также трансформаторы, по которым еще возможна эксплуатация с выполнением объема дополнительных ремонтных работ.

Указанные обстоятельства требуют (особенно для трансформаторов, выработавших срок службы) проведения систематических длительных наблюдений за техническим состоянием трансформаторов.

## **Организация обследований и методы диагностики силовых трансформаторов**

Методы диагностики подробно описаны в [1, 2, 3], подход к ремонтным работам в [5, 6]. Представление о методах диагностики силовых трансформаторов дает стилизованный рисунок (рис.1).

При проведении обследований использовались нижеследующие виды обследований, которые позволяли выполнять:

### **1) Контрольные обследования:**

- оперативно (100% охват 1-2 раза в год) проводить контроль за состоянием всего парка трансформаторного оборудования;
- своевременно выявлять по результатам диагностики факты появления грубых дефектов;
- ставить своевременно вопрос об увеличении глубины обследований до расширенного или комплексного.

### **2) Расширенные обследования:**

- выявлять факторы, способствующие ускоренному развитию дефектов в твердой изоляции и, как следствие, сокращению срока его эксплуатации;
- устанавливать объем дополнительных диагностических мероприятий по эксплуатации трансформатора;





Рис. 1

- обосновывать необходимость комплексных обследований и определять целесообразность и объем ремонтных мероприятий.

### 3) Комплексные обследования:

- оценивать техническое состояние трансформатора и обоснованно устанавливать срок службы и ресурс трансформатора в эксплуатации;
- определять объем, сроки ремонтных и профилактических работ.

Основные виды обследований и методы диагностики для каждого вида обследования силовых трансформаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Методы диагностики для каждого вида обследования

Виды обследований	Методы диагностики										
	Диагностика на рабочем напряжении					Диагностика при отключенном трансформаторе					
	Локация разрядных явлений	Тепловизионный контроль	Анализ масла	Измерение ЧР, тепловизионный контроль и анализ масла при вариациях режима работ трансформатора	Вибродиагностика	Анализ эффективности систем охлаждения масла	Опыт х. х.	Опыт к. з.	Измерение сопротивления обмоток постоянному току	Контроль изоляции обмоток	Анализ условий эксплуатации
Контрольное (охват 100% от всего парка)	+										+
Расширенное (охват 12% от всего парка)	+	+	+	+							+
Комплексное (охват 2% от всего парка)	Используются результаты расширенных обследований				+	+	+	+	+	+	+

**Достоверность видов диагностических обследований трансформаторов.** Данные, полученные в последние годы с выполнением обследований различных видов, позволили дать оценку достоверности заключения для нескольких выборок трансформаторов.

1. **Достоверность диагностики блочных трансформаторов.** Анализ данных о достоверности диагностики в зависимости от видов обследования (глубины и числа методов) по блочным трансформаторам показывает, что достоверность оценки технического состояния блочных трансформаторов следующая:

- 40% обследованного оборудования имеет состояние «НОРМА», при этом для этой группы с наращиванием объема обследований диагноз не изменяется.
- 20% обследований в объеме «контрольных» выявляют наличие дефектов.
- 20% обследований в объеме «контрольных» не выявляют наличия дефектов. Однако эти дефекты проявляются при «расширенных» обследованиях.
- 15% обследований в объеме «расширенных» не выявляют дефектов, которые фиксируются только при «комплексном» обследовании.

Для 85% оборудования при «расширенном» обследовании заключение достоверно.

2. **Достоверность диагностики ТСН.** Анализ данных о достоверности диагностики в зависимости от видов обследования (глубины и числа методов) по ТСН показывает:

- 90% — дефекты выявляются при диагностике в объеме «расширенного» обследования.
- Для 10% при «расширенном» обследовании возможны ошибки.

Как показывает анализ данных, контроль разрядной активности и особенно их локация [6] позволяют получать наиболее оперативно максимальный объем информации о наличии дефекта и, главным образом, о его динамике. По этой причине ниже анализируются схемы измерения разрядной активности.

**Средства диагностики для длительного контроля разрядной активности развивающихся дефектов в силовых трансформаторах**

Практическое использование методов контроля разрядной активности (в виде систем мониторинга) началось с 60-х годов в Северной Америке, в России с 90-х годов

прошлого века. В настоящий момент контроль разрядной активности считается практически важным методом определения технического состояния. Для силовых трансформаторов система мониторинга в начале 90-х годов была изготовлена ДИАКС для гидроаккумулирующей станции «Павец Чаира» (Болгария) и затем для ПС «Дорсей» (Канада).

В настоящий момент рациональным является сочетание нескольких систем контроля: носимых, то есть устанавливаемых на момент измерений (10-30 мин.), портативных систем постоянного контроля (дни — недели), стационарных систем (месяцы) мониторинга.

### Средства измерений

Конструкции датчиков, применяемых в системах мониторинга. Принципиально известны [7] и используются следующие типы датчиков:

- Высокочастотные датчики (VHF-сенсоры), полоса частот которых 3-20 МГц. Для трансформаторов указанные датчики устанавливаются на ПИН-вывод высоковольтного ввода.
- Ультравысокочастотные датчики (UHF-сенсоры). Указанные датчики являются высокочастотными антеннами и внедряются в бак трансформатора через имеющиеся люки, фланцы или вентили. Полоса частот этих типов датчиков 15-100 МГц.
- Техническое решение ДИАКС — тонкопленочные многослойные датчики типа TMP (типа DIACS - SPHF-сенсоры), устанавливаемые с наружной стороны на корпус оборудования на рабочем напряжении. Применение датчиков показано на рис. 2. Полоса частот датчиков типа TMP 1 -50 МГц. Указанные датчики являются универсальными и могут применяться и для трансформаторов, и для вращающихся машин, и для кабельных линий, и для аппаратов ОРУ. (Рис 2)



Рис. 2. Установка датчиков типа TMP-5 на карманы вводов ВН автотрансформатора. Датчики устанавливаются на три фазы: 1 — на фазу А, 2 — на фазу В

### Средства измерения разрядных явлений

- 1 Для измерений могут быть использованы анализаторы амплитуд потока импульсов от разрядных явлений:
  - а) простейшего аналогового типа с ручным съемом информации;
  - б) компьютеризированные анализаторы с вводом информации в компьютер.

- 2 Для длительного контроля могут применяться пороговые регистраторы (типа РИП), используемые для длительных (сутки — недели) измерений разрядной активности в данном узле электрооборудования. Пример установки регистратора на трансформатор показан на рис. 3.



Рис. 3. Применение «РИП» на трансформаторе для контроля разрядной активности в течение нескольких суток. В «РИП» в одном блоке объединены датчик и измерительное устройство — пороговый индикатор

### Системы и комплексы для контроля разрядных явлений

Комплексы носимые для периодического контроля. В «носимых комплексах» для периодической диагностики электрооборудования применяются:

- устанавливаемый на момент измерений датчик;
- носимые средства измерений.

Практическое применение комплекса (ДКЧР-2) для периодической диагностики показано на рис. 4.



Рис. 4. «Носимый комплекс» для периодической диагностики — переносной комплекс мониторинга (ДКЧР-2) с датчиками, устанавливаемыми на колокол трансформатора в момент измерений

Портативная система постоянного контроля (типа СПК). Для непродолжительных измерений (месяцы) может быть использована и переносная система мониторинга, перманентно устанавливаемая на объект испытаний без его отключения или изменения режима работы. В данной системе датчики на магнитной основе ставятся на щит, измерительная аппаратура размещается в боксе. Измерения системой СПК могут проводиться в течение нескольких месяцев. После измерений система демонтируется и может быть перенесена на следующий трансформатор.

Система постоянного диагностического мониторинга применяется для постоянного контроля ЭРА критического оборудования. Измерительная аппаратура для систем неп-

рерывного мониторинга размещается в боксах, в различных вариантах конструкции разных изготовителей.

## Анализ результатов длительной периодической диагностики для силовых трансформаторов большой мощности

С помощью вышеописанных подходов к диагностике трансформаторов было обследовано более 300 единиц трансформаторного оборудования. Большая часть трансформаторов находится в исправном состоянии. Однако и для исправных трансформаторов характерно, что в некоторые моменты времени, вследствие внешних воздействий, имеют место отклонения от нормы. В то же время и для трансформатора с наличием дефекта существуют колебания характеристик технического состояния, в некоторые моменты времени эти дефекты не фиксируются методами диагностики.

Общий перечень обследованных трансформаторов, изготовленных различными компаниями, типы которых условно обозначены в соответствии с отечественными стандартами, приведен в табл. 2.

В табл. 3 из всех обследованных трансформаторов приводятся типичные примеры с периодической оценкой технического состояния по 11 трансформаторам в течение 8 лет. По обследованиям 2005 г. приводятся сведения и по отдельным видам диагностики с указанием вида обследования. Приводимая в табл. 3 выборка трансформаторов иллюстрирует наиболее типичные ситуации с поведением трансформаторов, то есть варианты изменения их технического состояния в течение 8 лет контроля. Ниже дано описание основных ситуаций.

**Таблица 2. Перечень трансформаторов, по которым проводилась длительная периодическая диагностика**

Типы обследованных трансформаторов (включая зарубежные) в обозначении	Количество единиц, находившихся под контролем
-417000	60
1250000	1
630000	40
250000	70
-167000	30
-135000	24
	более 200

- А)** Стабильная ситуация (табл. 3, поз. 4,5,9). По большинству измерений имеет место техническое состояние «Норма» (Н), однако в 1-3 случаях фиксировались отклонения от нормы. Это характерно практически для всех типов трансформаторов и классов напряжения.
- В)** Монотонное ухудшение технического состояния от «Нормы», далее «Норма с отклонениями» (НСО), «Норма со значительными отклонениями» (НСЗО) и «Ухудшенное» (У) (табл. 3, поз. 1, 2), данные трансформаторы выводились в ремонт, после которого их техническое состояние было в «Норме».
- С)** Колебания технического состояния (табл. 3, поз. 3), когда из состояния «Норма со значительными отклонениями» переход в нормальное состояние без проведения ремонтных мероприятий.
- Д)** Наличие значительных, но стабильных дефектов (табл. 3, поз. 10, 11), с тенденцией изменения технического состояния от «Нормы» до «Ухудшенного».

**Таблица 3. Результаты длительной периодической диагностики силовых трансформаторов большой мощности**

Тип трансформатора	Год изготовления	Номер позиции	Техническое состояние в предшествующие годы							Фактический объем диагностики в 2005 г.					Техническое состояние по результатам обследования 2005 г.	
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Контроль ЭРА	Температурный контроль	Анализ масла	Анализ документации	Вид обследования	Заключение	
ОРЦ 417000/750	1986	1	НСЗО	У	ремонт	Н	Н	НСО	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Расшир.	Н
		2	Н	НСО	НСО	У	ремонт	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Расшир.	Н
ТЦ-630000	1985	3	Н	Н	НСО	Н	Н	НСО	НСО	НСЗО	Н	Н	Н	Н	Расшир.	НСЗО
		4	Н	Н	Н	Н	НСО	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Расшир.	Н
АОРЦТ 135000/500/220	1980	5	Н	НСО	Н	Н	НСО	Н	НСО	Н	Н	Н	Н	Н	Расшир.	Н
		6			Повреждение	Н	НСО	НСЗО	НСЗО	НСО	Н	НСО	Н	Расшир.	НСО	
АОРЦТ 135000/500/220	1997	7	У	У	Вывод в ремонт	Н	Н	НСО	НСО	НСЗО	НСО	НСО	Н	Расшир.	НСЗО	
		8	Н	НСО	Н	НСО	Н	НСО	У	У	Н	НСО	НСО	Расшир.	У	
АОРЦТ 90000/220/110	1991	9	Н	Н	Н	НСО	Н	НСО	Н	Н	-	-	-	Контр.	Н	
		10	НСО	НСО	НСО	У	НСЗО	У	НСЗО	НСО	У	НСЗО	НСО	Компл.	У	
		11	Н	Н	НСО	НСЗО	НСЗО	У	У	У	Н	НСЗО	НСО	Компл.	У	



времени на сервисное и техническое обслуживание. Покрытие *RiNano* снижает степень загрязнения охлаждающих змеевиков и способствует гораздо более простой очистке, чем при обычных покрытиях.

Покрытия *RiNano* состоят из наночастиц различных классов, которые создают прочные однородные связи с поверхностью змеевиков, используемых в воздушных кондиционерах *TopTherm*. Получаемая поверхность представляет собой особую тонкую глянцевую пленку, с шероховатой структурой, с которой вода просто скатывается в виде капель. Покрытие предохраняет также змеевик от различных агрессивных веществ, которые могут содержаться в воздухе, например, от масляных испарений.

<http://www.nestor.minsk.by>

**ОРТИТЕМР: ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТ ФИРМЫ КРОННЕ**

Фирма КРОННЕ пополнила номенклатурный ряд своей продукции новой серией приборов под названием ОРТИТЕМР, которые предназначены для измерения температуры в различных отраслях промышленности.

Новая серия включает в себя как аналоговые, так и цифровые датчики, причем в наличии имеются преобразователи, размещенные как в головке первичного датчика, так и предназначенные для монтажа на DIN-рейке, выполненные по 2- и 3-проводной технологии.

Эти новые измерительные приборы подходят для применения во взрывоопасных зонах и имеют коммуникационные интерфейсы HART / PROFIBUS. Широкий выбор термометров сопротивления и термопар, доступных с различными видами технологических присоединений, позволяет применять эти измерительные приборы в условиях высоких температур (до 1700°C) и давления.

В этой серии приборов представлены также гигиенические технологические присоединения, позволяющие применять приборы в различных отраслях пищевой и фармацевтической промышленности. ОРТИТЕМР доступны для большинства применений: на трубопроводах, печах, бойлерах и емкостях.

[www.krohne.ru](http://www.krohne.ru)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ В ООО «ЮНГ-ЭНЕРГОНЕФТЬ»**

Компания ЮНГ-Энергонефть (Нефтеюганск) и НПП СпецТек (Санкт-Петербург)



**Е)** Быстрое ухудшение технического состояния (табл. 3, поз. 6, 8). Взамен повредившегося трансформатора был установлен новый, в котором возникли дефекты с динамикой роста.

Техническое состояние от «Нормы» изменилось от «НСО» до «НСЗО». По результатам 2005 г. основной дефект в автотрансформаторе (табл. 3, поз. 8) — наличие разрядов в обмотке СН. В другом автотрансформаторе такого же типа (поз. 7) при возникновении критического дефекта также в обмотке СН трансформатор был демонтирован и направлен на заводской ремонт. После ремонта трансформатор был в «Норме», однако через 3 года на нем вновь сформировались разрядные явления, которые имели место также в обмотке СН.

Показательным является сопоставление результатов обследований различными методами, пример которых в табл. 3 приведен в колонке «диагностика 2005 г.»:

- а)** для поз. 10 — все диагностические методы свидетельствуют о наличии дефектов, один — «Ухудшенное»;
- б)** для поз. 11, 7, 8 — три характеристики, из которых одна «Ухудшенная», показывают на наличие дефектов, результаты по единственной методике дают оценку технического состояния «Норма»;

**с)** для поз. 1, 2, 4, 5 — все характеристики в «Норме».

Как следует из данных табл. 3 (колонка «диагностика 2005 г.»), основной характеристикой, которая влияет на итоговую оценку технического состояния, является наличие разрядной активности.

По этой характеристике, то есть ЭРА, из 11 измерений:

2 измерения — «Ухудшенные», 3 — «НСЗО», 2 — «НСО», 5 — «Норма».

По анализу масла:

2 анализа — «НСЗО», 3 — «НСО», 7 — «Норма».

По контролю тепловых явлений:

Один результат — «Ухудшенное», 1 — «НСО», 7 — «Норма».

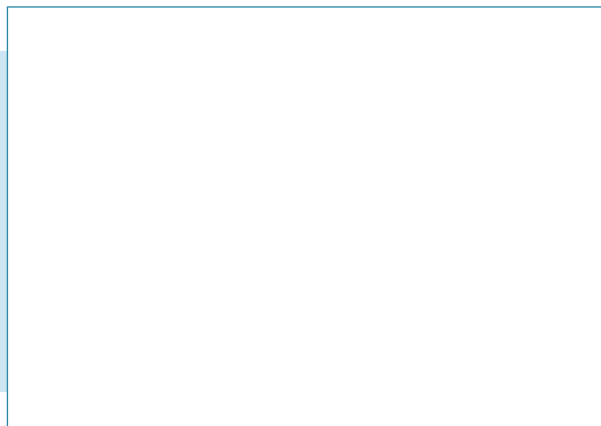
Если учесть, что повреждения трансформаторов (табл. 3, поз. 6) возникли в обмотке СН, при этом перед пробоями фиксировались мощные ЧР, то контроль ЭРА объективно является наиболее информативным для предупреждения повреждения трансформаторов с наличием развитых дефектов.

Полученные данные и анализ необходимости учащенного контроля ЭРА на трансформаторах со значительными дефектами позволяют оптимально, с точки зрения соотношения «цена/информативность», использовать технические средства контроля и мониторинга:

- периодический контроль «носимыми комплексами» с периодичностью 1-2 раза в год целесообразен для трансформаторов с техническим состоянием, аналогичным приведенным в табл. 3, поз. 3, 6;
- использование системы постоянного контроля (типа СПК) для контроля ЭРА в течение нескольких месяцев также целесообразно для применения для критических трансформаторов в «Ухудшенном» состоянии, аналогично указанному в табл. 3, поз. 10, 11.

*По материалам: журнала «Электро»*

**В.Н. Харечко,  
Ю.В. Харечко**



## ПРОВОДНИКИ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

В пятой статье, посвященной разъяснению терминологии, применяемой в нормативных документах, устанавливающих требования к низковольтным электроустановкам и к низковольтному электрооборудованию, рассматривается понятие «проводник» и производные от него понятия. Терминология адаптирована к электроустановкам зданий.

**Проводник** – проводящая часть, предназначенная для проведения электрического тока определенного значения.

В Международном электротехническом словаре<sup>1</sup> (МЭС) (в стандарте МЭК 60050-195 «Международный электротехнический словарь. Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током» 1998 г. с поправкой 2001 г. [1, 2]) термин «проводник» определен следующим образом: проводящая часть, предназначенная проводить определенный электрический ток. Аналогично этот термин определен в стандарте МЭК 60050-826 «Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки» 2004 г. [3].

В стандарте МЭК 60050-151 «Международный электротехнический словарь. Часть 151. Электрические и магнитные устройства» 2001 г. [4] определение рассматриваемого термина выполнено на основе процитированного определения из стандарта МЭК 60050-195: элемент, предназначенный проводить электрический ток. В одном из примечаний

к определению термина указано, что термин «проводник» часто применяют для элемента, длина которого является большей по отношению к размерам поперечного сечения, например, проводники линии или кабеля.

В ГОСТ Р 50571.18 [5], ГОСТ Р 50571.20 [6], ГОСТ Р 50571.21 [7], ГОСТ Р 50571.22 [8] и ГОСТ Р 50571.23 [9] использовано следующее определение термина «проводник»: «Часть, предназначенная для проведения электрического тока определенного значения». Процитированное определение следует дополнить словом «проводящая» (перед словом «часть»), так как проводник по своей сути является частным случаем именно проводящей части, а не какой-либо другой части электроустановки здания или здания, например, изолятором или кирпичной стеной.

Термин «проводник» используют в нормативной документации для вычленения из всего многообразия проводящих частей тех, которые изначально предназначены для проведения электрического тока в каких-либо электрических цепях электроустановки здания или электрооборудования. Помимо качественной характеристики проводника, указывающей на его способность проводить электрический ток, каждый проводник имеет количественную характеристику – значение электрического тока, который он может проводить длительное время в нормальном режиме элект-

<sup>1</sup> В состав Международного электротехнического словаря входит более 70 стандартов комплекса МЭК 60050, в которых даны определения около 20 000 терминов.

роустановки здания. Последнюю характеристику называют допустимым длительным током проводника (реже – номинальным током проводника).

Протекание по проводнику электрического тока, превышающего его допустимый длительный ток, например, тока короткого замыкания, вызывает перегрев проводника. Сильное нагревание проводника может явиться причиной пожара. Поэтому проводники в электроустановках зданий должны быть защищены от токов перегрузки и токов короткого замыкания.

К проводникам, прежде всего, относят жилы проводов и кабелей, из которых выполнены стационарные электропроводки в электроустановке здания, жилы гибких проводов и кабелей, используемых для подключения переносного и передвижного электрооборудования к стационарным электропроводам, различные шины, применяемые в низковольтных распределительных устройствах и в шинопроводах, а также другие проводящие части, выполняющие функции проводников.

В электрооборудовании и в электроустановках зданий применяют проводники различного назначения. Для обеспечения электрооборудования электрической энергией в электрических цепях переменного тока используют линейные (фазные) и нейтральные проводники, а в электрических цепях постоянного тока – линейные (плюсные) и средние проводники. Защитные проводники, в том числе проводники уравнивания потенциалов, применяют в электроустановках зданий для защиты человека и животных от поражения электрическим током.

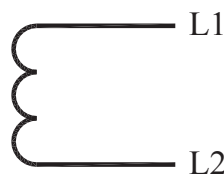
В новом стандарте МЭК 60364-1 «Низковольтные электрические установки. Часть 1. Основные правила, оценка общих характеристик, определения» 2005 г. [10] приведена классификация токопроводящих проводников, используемых в составе электрических цепей переменного и постоянного тока низковольтных электроустановок. В отличие от требований, которые содержались в ранее действовавшем стандарте МЭК 60364-1 2001 г. [11], в новом стандарте классификация проводников иллюстрирована примерами, воспроизведенными ниже в настоящей статье.

Стандарт МЭК 60364-1 2005 г. содержит основные варианты выполнения токопроводящих проводников в нормальных условиях функционирования низковольтной электроустановки для однофазных, двухфазных и трехфазных электрических цепей переменного тока и для

электрических цепей постоянного тока. В стандарте особо подчеркнуто, что представленные варианты не являются исчерпывающими. Они включены в стандарт в качестве примеров типового устройства проводников. Стандарт рекомендует сообщать в Международную электротехническую комиссию о других вариантах выполнения проводников в низковольтных электроустановках.

Как следует из требований рассматриваемого стандарта, под токопроводящим проводником<sup>2</sup> понимают такой проводник, по которому в нормальном режиме протекает электрический ток. К токопроводящим проводникам, прежде всего, относят линейный проводник (L), нейтральный проводник (N) и средний проводник (M). PEN-проводник, PE-M-проводник и PE-L-проводник, несмотря на то, что они не являются токоведущими проводниками (то есть – в нормальном режиме электроустановки не находятся под напряжением), также рассматривают в стандарте в качестве токопроводящих проводников. Защитный проводник (PE) в нормальном режиме электроустановки (в отсутствие повреждения основной изоляции какой-либо токоведущей части и ее замыкания на землю) практически не проводит электрический ток. Поэтому его не относят к токопроводящим проводникам и не учитывают в рассматриваемых требованиях стандарта МЭК 60364-1.

На рис. 1 представлен пример выполнения проводников в однофазной двухпроводной<sup>3</sup> электрической цепи переменного тока. Здесь оба токопроводящих проводника представляют собой линейные проводники (L1, L2<sup>4</sup>). Однако в стандарте указано, что в том случае, если однофазная двухпроводная электрическая цепь является ответвлением от трехфазной четырехпроводной электрической цепи, то два токопроводящих проводника однофазной электрической цепи могут быть или линейным и нейтральным проводниками, или линейным и PEN-проводником. В стандарте МЭК 60364-1 не указан еще один возможный вариант ком-



**Рис. 1. Однофазная двухпроводная электрическая цепь переменного тока**

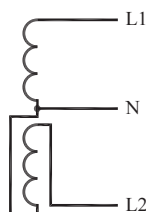
<sup>2</sup>Термин «токопроводящий проводник» не определен ни в Международном электротехническом словаре, ни в других стандартах МЭК.

<sup>3</sup> В нормативной документации, многочисленных статьях и книгах при указании числа проводников в какой-либо электрической цепи часто учитывают защитный проводник. Например, однофазная электрическая цепь в низковольтной электроустановке, как правило, состоит из трех проводников – линейного, нейтрального и защитного. Поэтому ее называют однофазной трехпроводной электрической цепью. Для исключения путаницы в национальной нормативной документации следует установить единственный вариант указания числа проводников в электрических системах, сетях и цепях.

<sup>4</sup> В стандарте МЭК 60364-1 указано, что в однофазных и двухфазных электрических цепях нумерация линейных проводников не является обязательной.

бинации проводников – линейный проводник и РЕL-проводник, который целесообразно внести в требования стандарта. Один из выводов однофазного источника питания может быть заземлен<sup>5</sup>, следовательно, линейный проводник, электрически присоединенный к этому выводу, может выполнять функции защитного проводника, то есть представлять собой РЕL-проводник.

Однофазная трехпроводная электрическая цепь переменного тока (рис. 2) помимо линейных проводников (L1, L2) включает в себя нейтральный проводник (N), который присоединен к нейтральной точке источника питания. Если нейтраль источника питания заземлена, то к ней может быть присоединен PEN-проводник. Поэтому в стандарт МЭК 60364-1 целесообразно добавить еще один вариант комбинации проводников рассматриваемой электрической цепи – два линейных проводника и PEN-проводник.

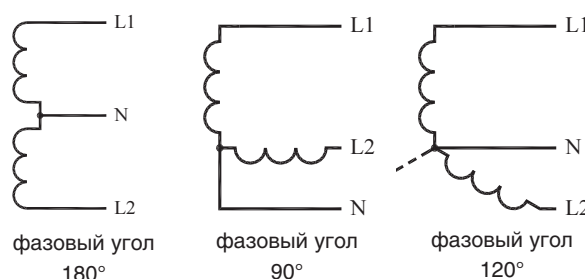


**Рис. 2. Однофазная трехпроводная электрическая цепь переменного тока, фазовый угол 0°**

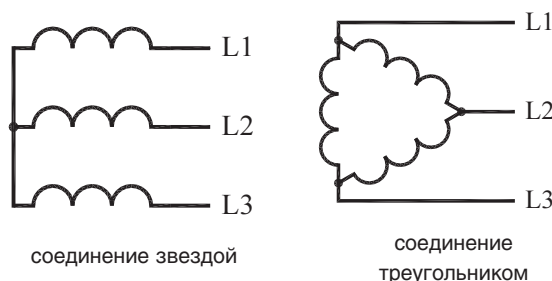
Двухфазные трехпроводные электрические цепи переменного тока, представленные на рис. 3, включают в себя два линейных проводника (L1, L2) и нейтральный проводник (N), который присоединен к нейтральной точке источника питания. Если нейтраль источника питания заземлена, то к ней можно присоединить PEN-проводник. Поэтому в стандарте МЭК 60364-1 целесообразно указать дополнительный вариант комбинации проводников в таких электрических цепях – два линейных проводника и PEN-проводник.

В трехфазных трехпроводных электрических цепях переменного тока (рис. 4) имеются только линейные проводники (L1, L2, L3). Однако один из выводов трехфазного источника питания может быть заземлен. В этих условиях заземленный линейный проводник может выполнять функции РЕL-проводника. Поэтому в стандарте МЭК 60364-1 целесообразно указать дополнительный вариант комбинации проводников в таких электрических цепях – два линейных проводника и РЕL-проводник.

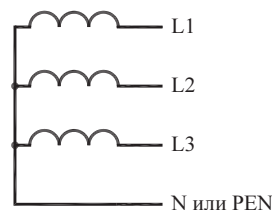
В трехфазной четырехпроводной электрической цепи переменного тока (рис. 5) помимо трех линейных проводников имеется или нейтральный проводник, или PEN-проводник, которые присоединены к нейтрали источника питания.



**Рис. 3. Двухфазная трехпроводная электрическая цепь переменного тока**



**Рис. 4. Трехфазная трехпроводная электрическая цепь переменного тока**

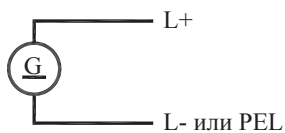


**Рис. 5. Трехфазная четырехпроводная электрическая цепь переменного тока**

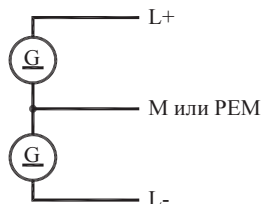
На рис. 6 и 7 представлены варианты выполнения проводников в электрических цепях постоянного тока. В двухпроводной электрической цепи применяют два токопроводящих проводника – или оба проводника линейные (L+, L–), или один проводник линейный (L+), а другой – РЕL-проводник. В трехпроводной электрической цепи используют три токопроводящих проводника, два из которых представляют собой линейные проводники (L+, L–), а третий – либо средний проводник (M), либо РЕM-проводник.

Представленная выше информация о классификации токопроводящих проводников в электрических цепях низковольтных электроустановок требует внесения существенных изменений в национальные нормативные документы. Рассмотрим некоторые изменения, которые следует внести в нормативные требования в первую очередь.

<sup>5</sup>В п. 411.4.2 стандарта МЭК 60364-4-41 «Низковольтные электрические установки. Часть 4-41. Защита для безопасности. Защита от поражения электрическим током» 2005 г. [12] указано: «Нейтральная точка или средняя точка системы питания должны быть заземлены. Если нейтральной точки или средней точки нет в наличии или они недоступны, то должен быть заземлен линейный проводник».



**Рис. 6. Двухпроводная электрическая цепь постоянного тока**



**Рис. 7. Трехпроводная электрическая цепь постоянного тока**

Нулевой рабочий (нейтральный) проводник определен в п. 1.7.35 ПУЭ [13] как проводник, «... соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока<sup>б</sup>, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока». Это определение противоречит представленным выше требованиям стандарта МЭК 60364-1 и подлежит исправлению (см. нейтральный проводник).

Во-первых, в рассматриваемом определении указан глухозаземленный вывод источника однофазного тока. В стандартах МЭК установлено, что к выводам однофазного источника питания подключают линейные проводники (см. рис. 1).

Во-вторых, в определении упомянута глухозаземленная точка источника в сетях постоянного тока. В стандартах МЭК принято, что к средней точке источника постоянного тока присоединяют средний проводник или PEN-проводник, а не нейтральный проводник (см. рис. 7).

Следует также обратить внимание на еще одно «узкое место» в национальной терминологии – неудачное наименование термина «токоведущая часть» (см. статью [15]) и производного от него термина «токоведущий проводник». В оригинальном начертании на английском языке эти термины пишутся так – «live part» и «live conductor». Русские наименования этих терминов, которые более всего соответствуют их оригинальному наименованию, – «часть, находящаяся под напряжением» и «проводник, находящийся под напряжением». К проводникам, находящимся под напряжением, относят линейный, нейтральный и средний проводники. PEN-проводник, PEM-проводник, PEL-проводник и защитный проводник (PE) не являются проводниками, находящимися под напряжением.

Требования стандарта МЭК 60364-1 установили классификацию так называемых токопроводящих проводников (current-carrying conductors), к которым относят линейный, нейтральный и средний проводники, а также PEN-проводник, PEM-проводник и PEL-проводник. Защитный проводник не считают токопроводящим проводником.

В новых национальных стандартах, прежде всего – в терминологическом стандарте, разработанном на основе стандарта МЭК 60050-195, целесообразно привести уточненные названия термина «часть, находящаяся под напряжением» («live part») и производного от него термина «проводник, находящийся под напряжением» («live conductor»). В противном случае, если оставить действующие наименования терминов «токоведущая часть» и «токоведущий проводник», в национальной нормативной документации возникнет путаница между двумя понятиями «токоведущий проводник» и «токопроводящий проводник» и, как следствие, появятся ошибки в нормативных требованиях. Большинство специалистов вряд ли смогут понять разницу в двух указанных наименованиях и объяснить чем отличаются эти проводники друг от друга.

Указанная проблема не является надуманной. Ее актуальность подтверждают ошибки, допущенные при подготовке ГОСТ Р 50571.2 [16], который разработан на основе стандарта МЭК 60364-3 1993 г. [17] и введен в действие с 1 января 1995 г.

В п. 312.1 ГОСТ Р 50571.2 «... рассматриваются следующие типы систем токоведущих проводников. Для систем **токоведущих проводников** переменного тока: однофазные двухпроводные; однофазные трехпроводные; двухфазные трехпроводные; двухфазные пятипроводные; **трехфазные четырехпроводные; трехфазные пятипроводные**. Для систем токоведущих проводников постоянного тока: двухпроводные; трехпроводные» (здесь и далее выделено авторами). В п. 312.1 стандарта МЭК 60364-3 установлены следующие системы токоведущих проводников (systems of live conductors):

для систем переменного тока (A. C. systems) – однофазные двухпроводные (single-phase 2-wire), однофазные трехпроводные (single-phase 3-wire), двухфазные трехпроводные (two-phase 3-wire), двухфазные пятипроводные (two-phase 5-wire), **трехфазные трехпроводные (three-phase 3-wire), трехфазные четырехпроводные (three-phase 4-wire);**

для систем постоянного тока (D. C. systems) – двухпроводные (2-wire), трехпроводные (3-wire).

То есть в ГОСТ Р 50571.2 указаны трехфазные четырех- и пятипроводные системы переменного тока, а в первоисточнике (в стандарте МЭК 60364-3) – соответственно

<sup>б</sup> В главе 1.7 ПУЭ ошибочно использованы понятия «однофазный ток» и «трехфазный ток». В ГОСТ Р 52002 [14], который устанавливает основные понятия в электротехнике, указаны следующие виды электрического тока: переменный, постоянный, пульсирующий, синусоидальный. Трехфазными и однофазными могут быть электрические системы, электрические сети, электрические установки, электрические цепи и электрическое оборудование



трехфазные трех- и четырехпроводная системы. Подобное расхождение между требованиями ГОСТ Р 50571.2 и стандарта МЭК 60364-3 можно объяснить недопониманием сути термина «токоведущая часть» и ошибочным отношением защитных проводников к токоведущим частям. Кроме того, указанные расхождения возникли из-за отсутствия в национальной нормативной документации каких-либо требований о том, какие проводники электрической цепи следует учитывать при указании их числа – только токопроводящие или все проводники, включая защитный.

Классификация систем токоведущих проводников стандарта МЭК 60364-3 была включена (вместе с остальными его требованиями) в стандарт МЭК 60364-1 2001 г. при изменении структуры комплекса МЭК 60364, произведенной в 2001 г. Однако она имела один существенный недостаток – к токоведущим проводникам не относят PEN-проводник, PE-проводник и PEL-проводник. Электрические системы, в которых применяют указанные проводники, не попадают под анализируемую классификацию токоведущих проводников, изложенную в стандартах МЭК 60364-3 1993 г. и МЭК 60364-1 2001 г. Поэтому в новом стандарте МЭК 60364-1 2005 г. установлена классификация токопроводящих проводников, а не токоведущих проводников, устранившая эту погрешность нормативных требований.

**Линейный проводник (L)** – проводник, находящийся под напряжением в нормальном режиме электроустановки здания и используемый для передачи и распределения электроэнергии, но не нейтральный проводник или средний проводник.

В стандарте МЭК 60050-195 термин «линейный проводник» определен так: проводник, который находится под напряжением в нормальном режиме и способен к содействию в передаче или распределении электрической энергии, но который не является нейтральным или средним проводником. В стандарте МЭК 60050-826 рассматриваемый термин определен аналогично. При этом в МЭС указано, что термины «фазный проводник (в системах переменного тока)» и «полюсный проводник (в системах постоянного тока)» являются недопустимыми.

Линейные проводники совместно с нейтральными проводниками и PEN-проводниками (в электрических цепях переменного тока) и со средними проводниками и PE-проводниками (в электрических цепях постоянного тока) используют в электроустановках зданий для обеспечения электроэнергией применяемого в них электрооборудования переменного и постоянного тока. Линейные проводники относят к токоведущим частям. В нормальном режиме электроустановки здания они, как правило, находятся под напряжением, которое может представлять серьезную опасность для человека и животных. В электроустановках зданий номинальное напряжение линейного проводника относительно нейтрального проводника или PEN-проводника обычно равно 230 В, а между линейными проводниками разных фаз – 400 В. В трехпроводных электрических це-

пях постоянного тока номинальное напряжение линейного проводника относительно среднего проводника (PE-проводника) или земли обычно равно 220 В, а между линейными проводниками разных полюсов – 440 В. В двухпроводных электрических цепях напряжение между линейными проводниками соответственно равно 220 В. Поэтому линейные проводники должны иметь доброкачественную изоляцию, которая препятствует возникновению прямого и косвенного прикосновения, защищая человека или животное от поражения электрическим током.

Линейные проводники применяют также в электрических цепях сверхнизкого напряжения, в которых напряжение между ними не превышает 50 В переменного тока и 120 В постоянного тока. В указанных условиях линейные проводники обычно не представляют опасности.

В п. 524.1 стандарта МЭК 60364-5-52 «Электрические установки зданий. Часть 5-52. Выбор и установка электрооборудования. Системы проводки» 2001 г. [18] указано, что площадь поперечного сечения линейных проводников в цепях переменного тока и токоведущих проводников в цепях постоянного тока должны быть не менее чем значения, заданные в таблице 52-5 (см. таблицу).

Линейные проводники в электроустановке здания следует защищать от сверхтока с помощью устройств защиты от сверхтока (плавких предохранителей, автоматических выключателей, их комбинаций и др.), обеспечивая своевременное отключение токов перегрузки и токов короткого замыкания с целью исключения или существенного уменьшения их негативного влияния на проводники. Устройства защиты от перегрузки и короткого замыкания обычно устанавливают в тех точках электрических цепей, где из-за изменения сечения, конструкции или материала проводников, а также способа их прокладки уменьшаются значения допустимых длительных токов проводников. Не рекомендуют устанавливать устройства защиты от сверхтока в электрических цепях, питающих электрооборудование, отключение которого может привести к возникновению угрозы безопасности. К таким электрическим цепям относят, например, цепи возбуждения электрических машин, электрические цепи, питающие грузоподъемные электромагниты, вторичные цепи трансформаторов тока. В этих случаях необходимо устанавливать устройства аварийной сигнализации.

Линейные проводники обозначают буквой «L». Если линейные проводники применяют в трехфазных электрических цепях, их маркируют так: L1, L2 и L3.

Линейные проводники, используемые в электрических цепях переменного тока, называют фазными проводниками, а в электрических цепях постоянного тока – полюсными проводниками. Несмотря на то, что Международный электротехнический словарь признал недопустимыми термины «фазный проводник» и «полюсный проводник», в национальной терминологии их следует определить для использования в нормативных требованиях, формулируемых применительно к цепям переменного и постоянного тока. В

**Таблица. Минимальная площадь поперечного сечения проводников**

Типы системы электропроводки		Использование цепи	Проводник	
			Материал	Площадь поперечного сечения мм <sup>2</sup>
Неподвижные установки	Кабели и изолированные проводники	Силовые и осветительные цепи	Медь Алюминий	1,5 2,5 (см. примечание 1)
		Цепи сигнализации и управления	Медь	0,5 (см. примечание 2)
	Неизолированные проводники	Силовые цепи	Медь Алюминий	10 16
		Цепи сигнализации и управления	Медь	4
Гибкие соединения с изолированными проводниками и кабелями		Для специального применения	Медь	Как установлено в уместной публикации МЭК
		Для другого применения		0,75 <sup>a</sup>
		Цепи сверхнизкого напряжения для специальных применений		0,75
NOTE 1 Соединители, применяемые для соединения алюминиевых проводников, должны быть испытаны и предназначены для этого специального применения.				
NOTE 2 В цепях сигнализации и управления, предназначенных для электронного оборудования, разрешается минимальная площадь поперечного сечения проводников 0,1 мм <sup>2</sup> .				
<sup>a)</sup> Примечание 2 применяется к многожильным гибким кабелям, имеющим семь и более жил.				

общих требованиях, охватывающих электрические цепи и переменного и постоянного тока, следует использовать общий термин – «линейный проводник».

**Фазный проводник** – линейный проводник, используемый в электрической цепи переменного тока.

Термин «фазный проводник» признан недопустимым стандартами МЭК 60050-195 и МЭК 60050-826. Вместо него следует применять термин «линейный проводник». Однако в национальной нормативной документации рассматриваемый термин широко используют в настоящее время. Его будут использовать и в будущем.

Британский стандарт BS 7671 «Требования для электрических установок. Правила электропроводок IEE<sup>7</sup>» 2001 г. [19] определил термин «фазный проводник» следующим образом: проводник системы переменного тока для передачи электрической энергии иной, чем нейтральный проводник, защитный проводник или PEN-проводник. В пояснении к определению указано, что термин также означает равноценный проводник системы постоянного тока за исключением, определенного в Правилах иным образом.

Прочитанное определение имеет следующий недостаток – в нем упомянут защитный проводник, который не применяют для передачи электроэнергии. Поэтому его следует исключить из определения рассматриваемого термина. PEN-проводник, представляющий собой, во-первых, защитный проводник и только, во-вторых, нейтральный проводник, также можно исключить из определения.

Фазный проводник представляет собой частный случай линейного проводника, применяемого в электрической це-

пи переменного тока. Фазные проводники совместно с нейтральными проводниками и PEN-проводниками используют в электроустановках зданий для обеспечения электроэнергией применяемого в них электрооборудования переменного тока.

Фазные проводники относят к токоведущим частям. В нормальном режиме электроустановки здания они обычно находятся под напряжением. Напряжение фазного проводника относительно нейтрального проводника или PEN-проводника в однофазных и трехфазных электрических цепях обычно равно 230 В. Напряжение между фазными проводниками в трехфазных электрических цепях, как правило, равно 400 В.

Минимальные площади поперечного сечения фазных проводников установлены в ГОСТ Р 50571.15 [20], который разработан на основе стандарта МЭК 60364-5-52<sup>8</sup> 1993 г. и введен в действие с 1 июля 1997 г., такими же, как у линейных проводников (см. таблицу). Фазные проводники следует защищать от сверхтока так же, как линейные проводники.

Фазные проводники также как и линейные проводники маркируют буквой «L». Старое обозначение фаз «А, В и С» постепенно заменяют новым обозначением «L1, L2 и L3», которое установлено в стандартах Международной электротехнической комиссии.

**Полусный проводник** – линейный проводник, используемый в электрической цепи постоянного тока.

Термин «полусный проводник» признан недопустимым стандартами МЭК 60050-195 и МЭК 60050-826. Вместо него следует применять термин «линейный проводник». Од-

<sup>7</sup> The Institution of Electrical Engineers - Общество инженеров-электриков

<sup>8</sup> Требования, которые содержались в стандарте МЭК 60364-5-52 1993 г., сейчас изложены в стандарте МЭК 60364-5-52 2001 г.

нако рассматриваемый термин используют в национальной нормативной документации. Его целесообразно использовать и в будущем.

Полюсный проводник представляет собой частный случай линейного проводника, применяемого в электрической цепи постоянного тока. Полюсные проводники совместно со средними проводниками и РЕМ-проводниками используют в электроустановках зданий для обеспечения электроэнергией применяемого в них электрооборудования постоянного тока.

Полюсные проводники относят к токоведущим частям. В нормальном режиме электроустановки здания полюсный проводник обычно находится под напряжением, как правило, равным 220 В относительно другого полюсного проводника (в двухпроводной электрической цепи), а также относительно среднего проводника или РЕМ-проводника (в трехпроводной электрической цепи). Напряжение между полюсными проводниками в трехпроводной электрической цепи обычно равно 440 В.

Минимальные площади поперечного сечения полюсных проводников такие же, как у линейных проводников (см. таблицу). Полюсные проводники следует защищать от сверхтока так же, как линейные проводники.

Полюсные проводники так же, как и линейные проводники, обозначают буквой «L».

**Нейтраль** – общая токоведущая часть многофазного источника переменного тока, соединенного в звезду, или средняя токоведущая часть однофазного источника переменного тока.

В стандарте МЭК 60050-601 «Международный электротехнический словарь. Глава 601. Производство, передача и распределение электрической энергии. Общие понятия» 1985 г. [21] с поправкой 1998 г. [22] термин «нейтраль» определен следующим образом: название любого провода, зажима или любого элемента, присоединенного к нейтральной точке многофазной системы.

Процитированное определение имеет существенные недостатки. Оно не определяет термин «нейтраль», а лишь указывает на тот факт, что какая-то проводящая часть, например, проводник, имеющий соединение с нейтральной точкой, содержит в своем названии ключевое слово «нейтраль».

В качестве основы для определения термина «нейтраль» можно взять определение термина «нейтральная точка» (см. нейтральная точка), которое имеет теоретический вид, конкретизировав его следующим образом. В определении следует говорить не об общей или средней точках, а об общей или средней токоведущих частях источников питания, которые входят в состав электрических систем переменного тока.

Термин «нейтраль» широко используют в нормативной документации для обозначения особой токоведущей части источника питания, обычно представляющей собой общую токоведущую часть многофазного источника переменного

тока. Нейтралью, например, является общий вывод обмоток трехфазного электрогенератора или трансформатора, соединенных в звезду. Указанная токоведущая часть может быть заземлена или изолирована от земли. В нормативной документации, особенно в ПУЭ, ее соответственно называют глухозаземленной или изолированной нейтралью.

У однофазного источника питания нейтралью является средняя токоведущая часть, например, средний вывод обмотки однофазного трансформатора или электрогенератора, который также может быть заземлен или изолирован от земли.

В нормативных требованиях термин «изолированная нейтраль» иногда используют недостаточно корректно. При соединении обмоток трехфазного электрогенератора или трансформатора в треугольник у источника питания нет нейтрали. Токоведущие части однофазного источника питания, имеющего одну обмотку, например, выводы однофазного электрогенератора, также не являются нейтралью. Поэтому в низковольтных электрических системах переменного тока с так называемой изолированной нейтралью нейтрали, как таковой, может и не быть вовсе. В указанных случаях более правильно говорить об изолированных от земли токоведущих частях источника питания.

**Нейтральная точка** – общая точка многофазной электрической системы переменного тока, соединенной в звезду, или средняя точка однофазной электрической системы переменного тока.

В стандарте МЭК 60050-195 определен термин «нейтральная точка» – общая точка многофазной системы, соединенной в звезду, или заземленная средняя точка однофазной системы. В стандарте МЭК 60050-826 рассматриваемому термину дано такое же определение.

В стандарте МЭК 60050-601 определен термин «нейтральная точка в многофазной системе»: общая точка n-обмоточного оборудования, соединенного в звезду, такого, как силовой трансформатор или заземленный трансформатор.

Представленное определение термина «нейтральная точка» сформулировано для электрической системы переменного тока. Оно имеет общий теоретический вид и указывает на то, что одни из элементов электрической системы, которым обычно является источник питания, может иметь общую точку или заземленную среднюю точку, которые называют нейтральной точкой. Однако нейтральной точкой может являться не только заземленная средняя точка, но и средняя точка, которая изолирована от земли. К нейтральной точке присоединяют нейтральный проводник.

На основании термина «нейтральная точка» можно определить термин «нейтраль», который широко используют в национальной нормативной документации, устанавливающей требования к электроустановкам зданий.

**Нейтральный проводник (N)** – проводник, электрически соединенный с нейтралью и используемый для передачи и распределения электроэнергии.

Стандарт МЭК 60050-195 определил термин «нейтральный проводник» следующим образом: проводник, электрически присоединенный к нейтральной точке, и способный к содействию в распределении электрической энергии. Аналогично определен этот термин в стандарте МЭК 60050-826.

В ранее действовавшем стандарте МЭК 60050-826 1982 г. [23] рассматриваемый термин был определен так: проводник, присоединенный к нейтральной точке системы, и способный к содействию в передаче электрической энергии.

В приложении А стандарта МЭК 60364-1 2005 г. определение термина из стандарта МЭК 60050-826 2004 г. дополнено следующим примечанием: в определенных отдельных случаях и при установленных условиях функции нейтрального проводника и защитного проводника могут быть объединены в одном проводнике ...

Во многих стандартах МЭК этот термин определен так же, как в стандарте МЭК 60050-195, например, в стандарте МЭК 60439-1 «Низковольтные сборки коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления. Часть 1. Сборки, полностью и частично прошедшие типовые испытания» 2004 г. [24]. В стандартах МЭК 62128-1 «Применения для железных дорог. Неподвижные установки. Часть 1. Защитные меры предосторожности, относящиеся к электрической безопасности и заземлению» 2003 г. [25], МЭК 60728-11 «Кабельные сети для телевизионных сигналов, звуковых сигналов и интерактивных связей. Часть 11. Безопасность» 2005 г. [26], МЭК 60947-1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» 2004 г. [27] и в других стандартах МЭК использовано определение термина «нейтральный проводник» из стандарта МЭК 60050-826 1982 г. Определение термина в стандарте МЭК 60947-1 дополнено следующим примечанием: в некоторых случаях функции нейтрального проводника и защитного проводника при установленных условиях могут быть объединены в одном и том же проводнике упоминаемом как PEN-проводник.

В стандарте МЭК 60204-1 «Безопасность механического оборудования. Электрическое оборудование для машин. Часть 1. Основные требования» 2005 г. [28] приведено измененное определение рассматриваемого термина, заимствованное из стандарта МЭК 60050-826 2004 г. Однако оно полностью соответствует определению термина из стандарта МЭК 60050-826 1982 г.: проводник, присоединенный к нейтральной точке системы, и способный к содействию в передаче электрической энергии.

Стандарт BS 7671 определил термин «нейтральный проводник» следующим образом: проводник, присоединенный к нейтральной точке системы и содействующий в передаче электрической энергии. В пояснениях к определению указано, что термин также означает равноценный провод-

ник системы IT или системы постоянного тока за исключением, определенных в Правилах иным образом, а также идентифицирует или средний провод трехпроводной цепи постоянного тока, или заземленный проводник двухпроводной заземленной цепи постоянного тока.

В ГОСТ Р 50571.18, ГОСТ Р 50571.20, ГОСТ Р 50571.21 и ГОСТ Р 50571.23 определен термин «нейтральная проводящая часть» (нейтральный проводник): «Часть электроустановки, способная проводить электрический ток, потенциал которой в нормальном эксплуатационном режиме равен или близок к нулю, например, корпус трансформатора, шкаф распределительного устройства, кожух пускателя, проводник системы уравнивания потенциалов, PEN-проводник и т. п.».

Термин «нейтральная проводящая часть» не используется в стандартах МЭК. Его появление можно рассматривать как неудачную попытку замены им термина «непроводящая часть», также не имеющего своего аналога в стандартах МЭК, который был использован в ГОСТ Р 50571.1 [29] для определения термина «открытая проводящая часть».

Термин «нейтральная проводящая часть» рассматривают в указанных стандартах как эквивалент термина «нейтральный проводник», который классифицируют в стандартах МЭК как токоведущую часть, предназначенную для работы под напряжением в нормальном режиме электроустановки здания. PEN-проводник, как правило, не относят к токоведущим частям. И, тем более, не относят к токоведущим частям открытые проводящие части, примеры которых представлены в процитированном определении термина «нейтральная проводящая часть».

В требованиях, изложенных в п. 442.4.3 ГОСТ Р 50571.18, установлена прямая тождественность между так называемым «нейтральным проводником» (нейтральной проводящей частью) и нулевым рабочим проводником. И, как следствие этого, – эквивалентность между нулевым рабочим проводником, с одной стороны, и PEN-проводником, а также открытыми проводящими частями, с другой. Подобное отождествление двух принципиально различающихся между собой проводящих частей является грубой ошибкой, которая может быть объяснена неправильным применением исходного термина «нейтральный проводник» и введением в стандарты комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» надуманного термина «нейтральная проводящая часть».

В качестве иллюстрации грубого искажения сути нормативных требований, вызванных неправильным применением терминов, можно привести требования подраздела 442.6 ГОСТ Р 50571.18. Здесь сказано о критических напряжениях в случае обрыва нейтрального проводника в трехфазных системах TN и TT. При типах заземления системы TN-C и TN-C-S обрыв PEN-проводника воздушной или кабельной линии электропередачи, который в стандарте назван нейтральным проводником, действительно сопровождается увеличением фазного напряжения. В системах TN-S и TT аналогичное увеличение фазного напряжения в электроустановке здания произойдет при обрыве ну-

левого рабочего проводника линии электропередачи, который по определению стандарта не является эквивалентом нейтрального проводника. Обрыв защитного проводника линии электропередачи в трехфазной системе TN-S не сопровождается увеличением фазного напряжения, хотя термин «нейтральный проводник» определен в стандарте в смысле, эквивалентном понятию «защитный проводник».

До последнего времени в национальной нормативной документации вместо термина «нейтральный проводник» использовали термин «нулевой рабочий проводник». В 2003 г. п. 1.7.35 главы 1.7 ПУЭ был определен термин «нулевой рабочий (нейтральный) проводник», фактически уравнивший оба указанных понятия. Однако термин «нулевой рабочий проводник» должен быть заменен термином «нейтральный проводник», чтобы, с одной стороны, приблизить национальную терминологию к терминологии стандартов МЭК и, с другой стороны, уменьшить вероятность появления грубых ошибок в нормативных требованиях, аналогичных указанным выше.

Определение термина «нейтральный проводник» для национальной нормативной документации должно иметь практический, а не теоретический вид. Поэтому в определении рассматриваемого термина целесообразно говорить о его присоединении к нейтрали, а не к нейтральной точке.

Нейтральные проводники совместно с фазными проводниками используют в электрических цепях переменного тока электроустановки здания для обеспечения электроэнергией применяемого в них электрооборудования. Нейтральный проводник имеет электрическое соединение с общей токоведущей частью многофазного источника питания переменного тока, обмотки которого соединены в звезду, или со средней токоведущей частью однофазного источника питания переменного тока. Нейтральные проводники относят к токоведущим частям, однако в нормальном режиме электроустановки здания они, в отличие от фазных проводников, обычно находятся под незначительным напряжением относительно земли.

В п. 524.2 и 524.3 стандарта МЭК 60364-5-52 установлено, что нейтральный проводник, если он имеет место, должен иметь ту же самую площадь поперечного сечения, как линейный проводник:

в однофазных двухпроводных цепях независимо от сечения;

в многофазных и однофазных трехпроводных цепях, когда сечение линейных проводников менее чем или равно  $16 \text{ мм}^2$  по меди и  $25 \text{ мм}^2$  по алюминию.

Для многофазных цепей, где каждый фазный проводник имеет площадь поперечного сечения более чем  $16 \text{ мм}^2$  по меди и  $25 \text{ мм}^2$  по алюминию, нейтральный проводник может иметь площадь поперечного сечения меньше, чем линейные проводники, если одновременно выполняются следующие условия:

ожидаемый максимальный ток, включая гармоники, если они имеют место, в нейтральном проводнике в течение

нормальной эксплуатации не больше чем допустимый длительный ток для уменьшенной площади поперечного сечения нейтрального проводника;

нейтральный проводник защищают от сверхтоков в соответствии с правилами п. 431.2 стандарта МЭК 60364-4-43 сечение нейтрального проводника по крайней мере равно  $16 \text{ мм}^2$  по меди или  $25 \text{ мм}^2$  по алюминию.

**Нулевой рабочий проводник (N)** – проводник, электрически соединенный с нейтралью и используемый для передачи и распределения электроэнергии.

ГОСТ Р 50571.1 определил термин «нулевой рабочий проводник (N)» следующим образом: «проводник, используемый для питания приемников электрической энергии и соединения одного из их выводов с заземленной нейтралью электроустановки». В процитированном определении упомянута заземленная нейтраль, несмотря на то, что в системе IT нейтраль источника питания может быть изолирована от земли.

В ГОСТ Р 50571.18, ГОСТ Р 50571.20, ГОСТ Р 50571.21, ГОСТ Р 50571.22 и ГОСТ Р 50571.23 термин «нулевой рабочий проводник (N-проводник)» определен так: «Проводник в электроустановке до 1 кВ, предназначенный для питания однофазных электроприемников и соединенный с заземленной нейтралью трансформатора на подстанции». Процитированное определение содержит большое число ошибок.

Во-первых, из этого определения следует, что нулевые рабочие проводники могут быть только в однофазных электроустановках или в однофазных электрических цепях. Хотя имеется большое число трехфазных электроприемников, для нормального функционирования которых необходим нулевой рабочий проводник.

Во-вторых, помимо электроприемников в электроустановках зданий могут применять однофазное и трехфазное электрооборудование, такое как, например, разделительные трансформаторы, первичные обмотки которых подключают и к фазным, и к нулевым рабочим проводникам.

В-третьих, в определении упомянута заземленная нейтраль несмотря на то, что в системе IT нейтраль источника питания (не только трансформатора, но и генератора) может быть изолирована от земли.

ГОСТ Р 51321.1 [30], который разработан на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 60439-1<sup>9</sup> 1992 г. и введен в действие с 1 января 2002 г., определил термин «нулевой рабочий проводник (N)» следующим образом: «Проводник, соединенный с нейтральной точкой сети, и который может быть использован для передачи электрической энергии».

В ГОСТ Р 50030.1 [31], который разработан на основе ранее действовавшего стандарта МЭК 60947-1<sup>10</sup> 1999 г. и введен в действие с 1 января 2002 г., определен термин «нулевой рабочий проводник (условное обозначение N)»: «Проводник, присоединенный к нейтральной точке системы и способствующий передаче электрической энергии». Примечание к определению термина гласит, что «В некото-

рых случаях и установленных условиях возможно объединение функций нулевого рабочего и защитного проводников в одном проводнике с условным обозначением PEN».

Определение термина «нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N)» – «... проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в сетях постоянного тока», приведенное в п. 1.7.35 ПУЭ, имеет ряд недостатков.

Во-первых, в определении рассматриваемого термина указан глухозаземленный вывод источника однофазного тока. В стандартах МЭК установлено, что к выводам однофазного источника питания подключают линейные проводники (см. рис. 1), а к заземленному выводу может быть подключен PE-проводник. Поэтому упоминание об однофазном источнике питания следует исключить из определения термина.

Во-вторых, в определении термина упомянута глухозаземленная точка источника в сетях постоянного тока. В стандартах МЭК принято, что к средней точке источника постоянного тока, которую обычно заземляют, присоединяют средний проводник или PEN-проводник, а не нейтральный проводник (см. рис. 7). Если заземляют один из полюсов источника питания постоянного тока, то к нему присоединяют PE-проводник (см. рис. 6).

В-третьих, в определении термина упомянуты глухозаземленные проводящие части, а в системах IT указанные проводящие части обычно изолированы от земли.

В-четвертых, термин «сеть» неправомерно использован в определении рассматриваемого термина. Нулевые рабочие проводники применяют не только в электрических сетях, но и в электрических цепях низковольтных электроустановок. Нулевые рабочие проводники также могут применяться и в низковольтных электрических системах, включающих в себя несколько электроустановок. Поэтому термин «сеть» необходимо исключить из определения.

В-пятых, из анализируемого определения следует исключить термин «электроустановка до 1 кВ», так как применяемая в ПУЭ классификация электроустановок по номинальному напряжению на электроустановки до 1 кВ и выше 1 кВ противоречит аналогичной классификации электроустановок и электрооборудования, используемой в стандартах МЭК. В стандартах МЭК применяют понятие «низкое напряжение», под которым понимают любое напряжение, не превышающее значений 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электроустановки в стандартах МЭК подразделяют на низковольтные электроустановки и высоковольтные электроустановки, а все электрооборудование – на низковольтное и высоковольтное электрооборудование.

В-шестых, наименование рассматриваемого термина следует изменить на «нейтральный проводник», чтобы оно более точно соответствовало наименованию аналогичного термина («neutral conductor»), который применяют в требованиях стандартов МЭК.

Нулевые рабочие проводники совместно с фазными проводниками используют в электрических цепях переменного тока электроустановок зданий для обеспечения электроэнергией применяемого в них электрооборудования. Нулевые рабочие проводники имеют электрическое соединение с общей токоведущей частью многофазного источника питания переменного тока, обмотки которого соединены в звезду, или со средней токоведущей частью однофазного источника питания переменного тока. Нулевые рабочие проводники относят к токоведущим частям, однако в нормальном режиме электроустановки здания они, в отличие от фазных проводников, обычно находятся под незначительным напряжением относительно земли.

Нормативными документами установлены следующие минимальные сечения нулевого рабочего проводника:

в кабелях и изолированных проводах стационарных электропроводок – 1,5 мм<sup>2</sup> по меди и 2,5 мм<sup>2</sup> по алюминию;

в неизолированных проводах стационарных электропроводок – 10 мм<sup>2</sup> по меди и 16 мм<sup>2</sup> по алюминию;

в соединительных гибких кабелях – 0,75 мм<sup>2</sup> по меди.

Сечение нулевого рабочего проводника в однофазной двухпроводной электрической цепи должно быть равно сечению фазного проводника. В однофазной трехпроводной электрической цепи и в многофазных электрических цепях сечение нулевого рабочего проводника также должно быть равным сечению фазных проводников в том случае, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм<sup>2</sup> по меди и 25 мм<sup>2</sup> по алюминию. В многофазных электрических цепях, имеющих фазные проводники большего сечения, сечение нулевого рабочего проводника может быть меньше сечения фазных проводников при условии, что максимальный ток в нулевом рабочем проводнике не будет превышать его допустимый длительный ток. Однако сечение нулевого рабочего проводника при этом не должно быть меньше 16 мм<sup>2</sup> по меди и 25 мм<sup>2</sup> по алюминию.

ГОСТ Р 50571.9 [32], который разработан на основе стандарта МЭК 60364-4-473<sup>11</sup> 1977 г. и введен в действие с 1 июля 1995 г., содержит следующие требования по защите нулевых рабочих проводников от сверхтока. В электроустановках зданий, соответствующих типам заземления системы TN-C, TN-S, TN-C-S и TT, не требуется обнаружение сверхтока в нулевых рабочих проводниках, если их сечения равны сечениям фазных проводников. Если в какой-то электрической цепи сечение нулевого рабочего проводника меньше сечения фазных проводников, следует предусмотреть обнаружение в нем сверхтока с последующим

<sup>9</sup> В настоящее время вместо стандарта МЭК 60439-1 1992 г. действует стандарт МЭК 60439-1 2004 г.

<sup>10</sup> В настоящее время вместо стандарта МЭК 60947-1 1999 г. действует стандарт МЭК 60947-1 2004 г.

отключением фазных проводников. Нулевой рабочий проводник при этом можно не отключать. Однако не требуется обнаружение сверхтока в нулевом рабочем проводнике при выполнении следующих двух условий:

нулевой рабочий проводник защищен от короткого замыкания с помощью защитного устройства фазных проводников электрической цепи;

максимальный ожидаемый ток, который может протекать по нулевому рабочему проводнику в нормальном режиме, меньше значения допустимого длительного тока этого проводника.

В электроустановках зданий, соответствующих типу заземления системы ИТ и имеющих нулевые рабочие проводники, требуется обнаружение сверхтока в нулевом рабочем проводнике каждой электрической цепи. При его выявлении следует отключить все проводники, находящиеся под напряжением, включая нулевой рабочий проводник. В некоторых случаях стандарт не предписывает выполнение указанных мер.

Если необходимо отключить нулевой рабочий проводник, то это можно сделать после отключения фазных проводников. Включение нулевого рабочего проводника можно выполнять раньше или одновременно с фазными проводниками.

**Средняя точка** – общая точка между двумя элементами симметричной электрической цепи, противоположные концы которых электрически присоединены к различным линейным проводникам той же самой цепи.

В стандарте МЭК 60050-195 определен термин «средняя точка» – общая точка между двумя элементами симметричной цепи, противоположные концы которых электрически присоединены к различным линейным проводникам той же цепи. Аналогичное определение этому термину дано в стандарте МЭК 60050-826.

Представленное определение рассматриваемого термина указывает на то, что одни из элементов электрической цепи, которым обычно является источник питания, может иметь среднюю точку, относительно которой симметрично расположены линейные проводники той же самой электрической цепи. В электрической системе постоянного тока к средней точке присоединяют средний проводник или PEN-проводник (см. рис. 7). В однофазной электрической системе переменного тока к средней точке, которую называют нейтральной точкой, присоединяют нейтральный проводник (см. рис. 2) или PEN-проводник.

**Средний проводник (М)** – проводник, электрически соединенный со средней токоведущей частью источника питания постоянного тока и используемый для передачи и распределения электроэнергии.

В стандарте МЭК 60050-195 определен термин «проводник средней точки» – проводник, электрически присоеди-

ненный к средней точке, и способный к содействию в распределении электрической энергии. В стандарте МЭК 60050-826 этот термин определен так же.

В электрических цепях постоянного тока средний проводник выполняет функции, эквивалентные функциям, которые возложены на нейтральный проводник, используемый в электрических цепях переменного тока. Средний проводник имеет электрическое соединение со средней токоведущей частью источника питания (со средней точкой) (см. рис. 7). Его наряду с полюсными проводниками применяют в электроустановках зданий для обеспечения электроэнергией электрооборудования постоянного тока.

## ЛИТЕРАТУРА

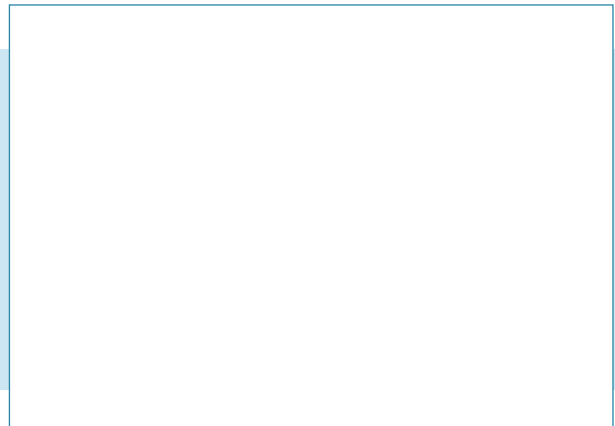
1. *International standard IEC 60050-195. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. First edition.* – Geneva: IEC, 1998-08.
2. *International standard IEC 60050-195-am1. International Electrotechnical Vocabulary. Part 195: Earthing and protection against electric shock. Amendment 1.* – Geneva: IEC, 2001-01.
3. *International standard IEC 60050-826. International Electrotechnical Vocabulary. Part 826: Electrical installations. Second edition.* – Geneva: IEC, 2004-08.
4. *International standard IEC 60050-151. International Electrotechnical Vocabulary. Part 151: Electrical and magnetic devices. Second edition.* – Geneva: IEC, 2001-07.
5. *ГОСТ Р 50571.18–2000 (МЭК 60364-4-442–93). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Гл. 44: Защита от перенапряжений. Раздел 442. Защита электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1 кВ.* – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
6. *ГОСТ Р 50571.20–2000 (МЭК 60364-4-444–96). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Гл. 44: Защита от перенапряжений. Раздел 444. Защита электроустановок от перенапряжений, вызванных электромагнитными воздействиями.* – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
7. *ГОСТ Р 50571.21–2000 (МЭК 60364-5-548–96). Электроустановки зданий. Ч. 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Раздел 548. Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации.* – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
8. *ГОСТ Р 50571.22–2000 (МЭК 60364-7-707–84). Электроустановки зданий. Ч. 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 707. Заземление оборудования обработки информации.* – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
9. *ГОСТ Р 50571.23–2000 (МЭК 60364-7-704–89). Электроустановки зданий. Ч. 7. Требования к специальным электроу-*

<sup>11</sup> Требования, которые содержались в стандарте МЭК 60364-4-473 1977 г., сейчас изложены в стандарте МЭК 60364-4-43 2001 г. [33].

- новкам. Раздел 704. Электроустановки строительных площадок. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
10. International standard IEC 60364-1. Low-voltage electrical installations. Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2005-11.
11. International standard IEC 60364-1. Electrical installations of buildings. Part 1. Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions. Fourth edition. – Geneva: IEC, 2001-08.
12. International standard IEC 60364-4-41. Low-voltage electrical installations. Part 4-41: Protection for safety. Protection against electric shock. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2005-12.
13. Правила устройства электроустановок/ Раздел 1. Общие правила. Гл. 1.1: Общая часть; гл. 1.2: Электроснабжение и электрические сети; гл. 1.7: Заземление и защитные меры электробезопасности; гл. 1.9: Изоляция электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Гл. 7.1: Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий; гл. 7.2: Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений; гл. 7.5: Электротермические установки; гл. 7.6: Электросварочные установки; гл. 7.10: Электролизные установки и установки гальванических покрытий. – 7-е изд. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2002.
14. ГОСТ Р 52002–2003. Электротехника. Термины и определения основных понятий. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.
15. Харченко В.Н., Харченко Ю.В. Проводящие части – основные понятия и классификация// Главный энергетик, № 10, 2006.
16. ГОСТ Р 50571.2–94 (МЭК 364-3–93). Электроустановки зданий. Ч. 3. Основные характеристики. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
17. International standard IEC 60364-3. Electrical installations of buildings. Part 3: Assessment of general characteristics. Second edition. – Geneva: IEC, 1993-03.
18. International standard IEC 60364-5-52. Electrical installations of buildings. Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment. Wiring systems. Second edition. – Geneva: IEC, 2001-08.
19. British Standard BS 7671–2001. Requirements for Electrical Installations. IEE Wiring Regulations. Sixteenth edition. – London: BSI and IEE, 2001.
20. ГОСТ Р 50571.15–97 (МЭК 364-5-52–93). Электроустановки зданий. Ч. 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Гл. 52: Электропроводки. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.
21. International standard IEC 60050-601. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General. – Geneva: IEC, 1985.
22. International standard IEC 60050-601-am1. International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General. – Geneva: IEC, 1998-04.
23. Публикация МЭК 60050 (826). Международный электротехнический словарь. Гл. 826: Электрические установки зданий. – Женева: МЭК, 1982.
24. International standard IEC 60439-1. Low-voltage switchgear and controlgear assemblies. Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies. Edition 4.1. – Geneva: IEC, 2004-04.
25. International standard IEC 62128-1. Railway applications. Fixed installations. Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing. First edition. – Geneva: IEC, 2003-05.
26. International standard IEC 60728-11. Cable networks for television signals, sound signals and interactive services. Part 11: Safety. Second edition. – Geneva: IEC, 2005-01.
27. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Edition 4.0. – Geneva: IEC, 2004-03.
28. International standard IEC 60204-1. Safety of machinery. Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements. Fifth edition. – Geneva: IEC, 2005-10.
29. ГОСТ Р 50571.1–93 (МЭК 364-1–72, МЭК 364-2–70). Электроустановки зданий. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1993.
30. ГОСТ Р 51321.1–2000 (МЭК 60439-1–92). Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Ч. 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
31. ГОСТ Р 50030.1–2000 (МЭК 60947-1–99). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
32. ГОСТ Р 50571.9–94 (МЭК 364-4-473–77). Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Применение мер защиты от сверхтоков. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
33. International standard IEC 60364-4-43. Electrical installations of buildings. Part 4-43: Protection for safety. Protection against over-current. Second edition. – Geneva: IEC, 2001-08.



**Л.М. Махов,**  
канд. техн. наук, профессор  
кафедры отопления и  
вентиляции Московского  
государственного  
строительного университета  
(МГСУ)



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗДЕЛИТЕЛЯ ПРИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ЗДАНИЯ

Схема децентрализованного теплоснабжения здания (рис. 1) представляет собой совокупность различного инженерного оборудования, находящегося в постоянно изменяющейся тепловой и гидравлической взаимосвязи. Функционально общая схема теплоснабжения делится на две: схему обвязки генераторов теплоты (как правило, водогрейных котлов (на рис. 1) - К1 и К2) и схему теплопотребителей.

Первая схема сама по себе достаточно сложна и помимо основной задачи – обеспечения потребителей теплотой в требуемом количестве  $Q_K$  – решает еще и свои собственные задачи. К ним относятся обеспечение циркуляции воды в контуре котлов и, если необходимо, в контурах отдельных потребителей, предохранительные функции (защита от предельно допустимого повышения или снижения давления и температуры теплоносителя), подпитка схемы водой с ее химподготовкой, функции управления, контроля и учета параметров теплоснабжения.

Особенностью схемы потребителей теплоты современного здания является то, что они и в расчетных, и в эксплуатационных условиях в значительной мере различаются как по расчетной мощности, параметрам теплоносителя (температура и расход) и пределам их изменения, так и по продолжительности периода функционирования. Ниже приведена их краткая характеристика с этих точек зрения.

*Система центрального отопления (О на рис. 1).*

В условиях отопительного сезона система функционирует практически непрерывно. Возможно кратковременное прекращение циркуляции в переходный период года, а также кратковременный периодический запуск системы в теплый период (для прогонки насосов). Циркуляция воды обеспечивается собственным насосом, подбираемым исходя из расчетных значений теплопотребности (теплопотерь) здания  $Q_0$  и температурных параметров воды порядка 90-70°C (расчетные параметры для большинства импортных котлов малой и средней мощности). Регулирование температуры теплоносителя (качественное регулирование) осуществляется смесителем перед насосом при практически неизменном расходе воды в системе по температуре наружного воздуха (регулирование «по возмущению»). При регулировании теплоподдачи в систему отопления по температуре внутреннего воздуха в контрольном помещении здания (регулирование «по отклонению») оно может осуществляться за счет периодического отключения системы (регулирование «пропусками»). При установке у отопительных приборов клапанов с термостатической головкой (термоклапанов) происходит количественное регулирование системы за счет изменения расхода воды в приборах и, соответственно, в системе отопления в целом. Часто оба способа регулирова-

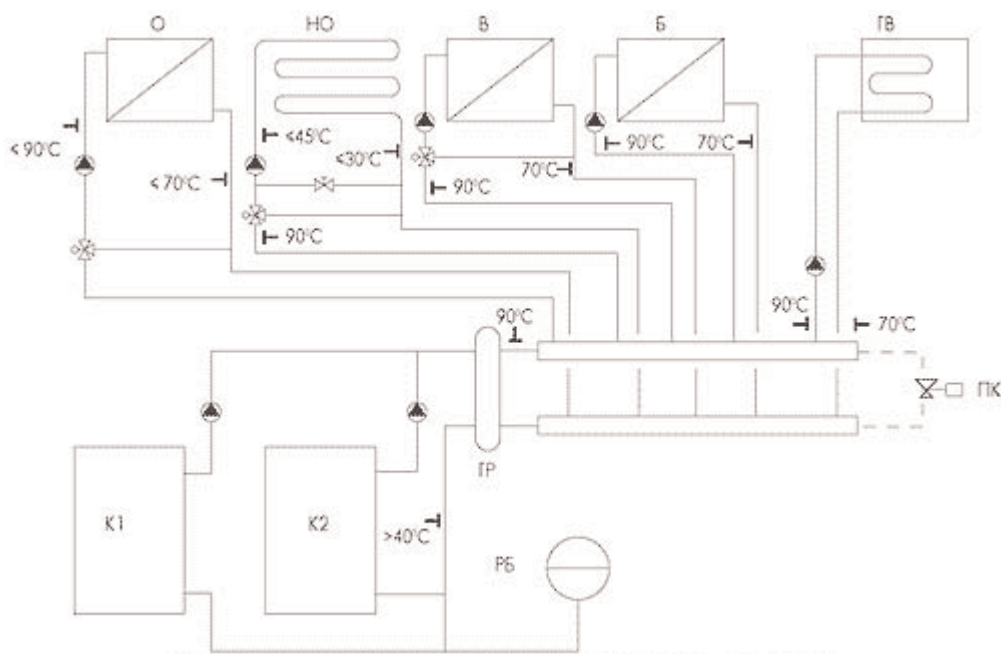


Рис. 1. Схема децентрализованного теплоснабжения с гидравлическим разделителем

ния совмещают, дополняя один другим. В этом случае система отопления работает с постоянно изменяющимися расходом воды и ее температурными параметрами.

#### Система напольного отопления (НО).

По своему назначению может быть двух видов. Первый выполняет чисто отопительные функции (компенсация теплотерь помещений здания  $Q_{НО}$ ). В этом случае система работает с переменной температурой воды в соответствии с заданным графиком качественного регулирования. Второй возможный вид - чисто комфортная система (например, подогрев обходных дорожек бассейна), работающая при постоянной температуре теплоносителя. И в том, и в другом виде основной особенностью являются пониженные, по сравнению с обычной системой отопления, расчетная температура подаваемого теплоносителя (не выше  $50^{\circ}\text{C}$ ) и разница температуры воды в системе (не более  $15^{\circ}\text{C}$ ). Расчетный расход воды при этом непосредственно в отопительном контуре увеличивается на 25%, но ее количество, поступающее от теплоисточника, снижается на ~65%. Обеспечивается это соответствующей настройкой регулировочного вентиля на перемычке перед циркуляционным насосом системы НО (см. рис. 1). Расход воды в подобной системе следует стремиться сохранять постоянным, так как количественное регулирование может привести к неравномерности прогрева отапливаемых площадей пола и снижению долговечности его конструкции. Но расход воды от распределительного коллектора в эксплуатационных условиях будет меняться за счет работы смесителя.

#### Система вентиляции (В).

В зависимости от назначения вентилируемого помещения система может быть постоянного или периодического

действия. Требуемая тепловая мощность водяного калорифера  $Q_{в}$  обеспечивается, как правило, за счет качественного регулирования с помощью смесителя. Регулируемый параметр (температура приточного воздуха) обеспечивается собственной смесительной группой (насос + смеситель) вентустановки или, при ее отсутствии, аналогичной группой, установленной у распределительного коллектора. Таким образом, расход воды от котла при работающей установке будет меняться в зависимости от положения регулирующего органа смесителя. При неработающей вентустановке сохраняется небольшой расход воды (~5%) для защиты калорифера от замораживания.

#### Система нагрева воды в бассейне (Б).

Включается периодически по сигналу от автоматики водоподготовки бассейна. Для обеспечения быстрого нагрева воды система работает в форсированном тепловом режиме (максимально возможная температура теплоносителя и его расход, соответствующий мощности водоводяного нагревателя бассейна  $Q_{б}$ ). Продолжительность работы системы в основном зависит от объема воды в бассейне и может составлять от 1-4 часов в режиме обычного периодического подогрева до 2-3 суток при первоначальном наполнении бассейна.

#### Система горячего водоснабжения (ГВ).

Характеризуется выраженными пиками максимального теплоснабжения  $Q_{ГВ}$  в течение суток (утром и вечером). Работа системы во многом зависит от принятого типа водонагревателя. В случае использования скоростного (например, пластинчатого) теплообменника режим потребления теплоты переменный и совпадает с уровнем водоразбора. При использовании для приготовления горячей воды емко-

стного водонагревателя его прогрев будет осуществляться периодически в форсированном тепловом режиме (см. выше). В этом случае расчетные потребляемая мощность водонагревателя и, соответственно, подача насоса греющей воды, периодичность и продолжительность его работы будут зависеть от выбранного объема нагревателя. При соответствующих условиях и достаточном обосновании расчетную теплотребность подогревателя  $Q_{ГВ}$ , учитываемую при определении мощности теплогенератора, можно значительно снизить или вообще свести к нулю.

В зависимости от архитектуры и планировки здания систем отопления и вентиляции в схеме может быть несколько, причем с разной тепловой нагрузкой и периодом функционирования. Общее количество гидравлически параллельных теплотребляющих систем в общей схеме теплоснабжения сложного здания может достигать десяти и более.

Таким образом, анализируя все вышесказанное, можно сделать определенный вывод, что вторая схема представляет собой сложный «живой организм» с постоянно изменяющимися как плавно, так и скачкообразно, тепловыми и гидравлическими параметрами. Для обеспечения в подобных условиях стабильности работы первой схемы (обвязки теплогенераторов) и ее защиты от сложно предсказуемых процессов во второй схеме (группы теплотребителей) и служит гидравлический разделитель ГР, часто встречающийся в схемах теплоснабжения зданий, рекомендуемых западными фирмами - производителями котельного оборудования. Другое его часто встречающееся название взято из дословного перевода «Hydraulische Weiche» - «гидравлическая стрелка». Присутствующий иногда в подобных схемах как альтернатива разделителю перепускной клапан ПК, установленный на перемычке между коллекторами,

как показала практика, менее эффективен и требует более тщательного подхода к его выбору, настройке и техническому обслуживанию.

Гидравлический разделитель (рис. 2) достаточно прост по своему принципиальному устройству и представляет собой перемычку в виде трубы большого диаметра, соединяющую подающую и обратную магистраль перед распределительным и сборным коллекторами. Единственным параметром выбора разделителя является его диаметр, принимаемый по максимально возможному расходу воды в перемычке. Им является расчетный расход воды  $G_1$  в контуре обвязки котельной. Основной принцип выбора - обеспечение минимальной скорости воды в перемычке и, соответственно, практически нулевого перепада давления в разделителе. Вместе с закрытым расширительным баком РБ это условие создает в точках 1(3) и 2(4) своего рода «нейтральную» точку, в которой независимо от переменных режимов работы первой и второй частей схемы будет поддерживаться практически постоянное гидростатическое давление.

Расчетная мощность теплогенераторов, как и в любой схеме, в данном случае определяется суммированием расчетных нагрузок потребителей теплоты:

$$Q_K = m(Q_O + Q_{HO} + Q_B + Q_6 + Q_{ГВ}), \quad (1)$$

где  $m$  - коэффициент запаса, учитывающий бесполезные потери теплоты в магистралях и оборудовании, собственные теплотребности котельной, например, на отопление и приточную вентустановку и т. п.

Изменение теплоподдачи от генераторов осуществляется ступенчатой или модулированной горелкой котла путем обеспечения соответствующей температуры теплоносителя. Следует обратить внимание на часто встречающуюся принципиальную ошибку при проектировании и монтаже системы управления подобной схемой: установку темпера-

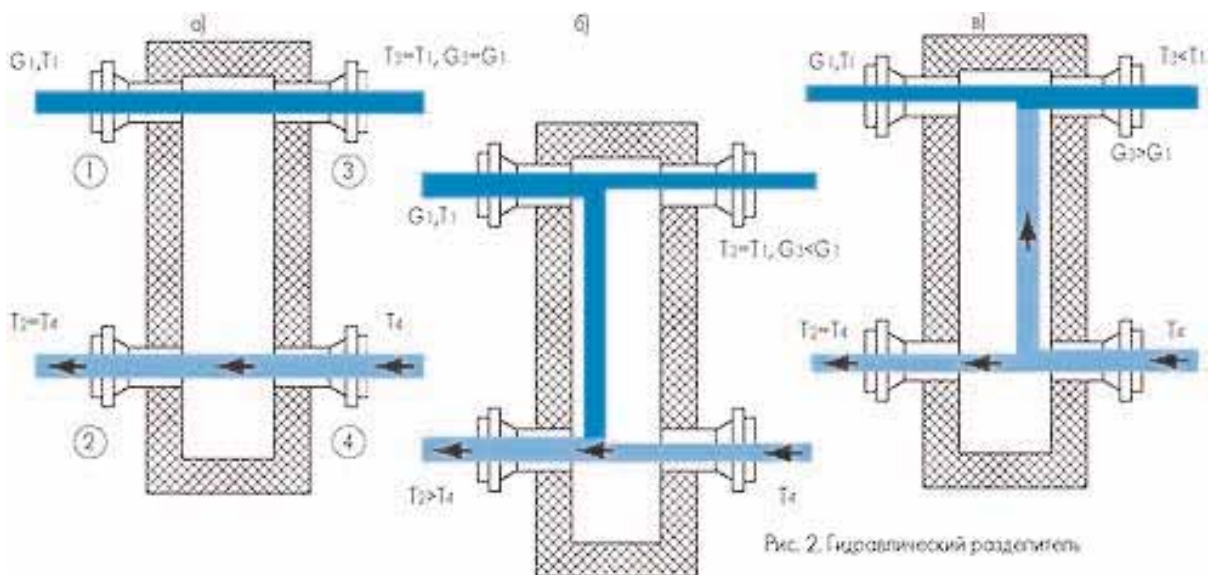


Рис. 2. Гидравлический разделитель



подписали договор о продолжении работ по автоматизации управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе внедрения программного комплекса TRIM.

Сетевое энергетическое предприятие ООО «ЮНГ-Энерго-нефть» снабжает электроэнергией добывающие объекты ОАО «Юганскнефтегаз», а также города Нефтеюганск, Пыть-Ях, поселки Нефтеюганского района, занимается сервисным обслуживанием оборудования, передающего энергию потребителям. Основные фонды предприятия (подстанции, воздушные линии и другое оборудование), а также штатные подразделения – базы энергообеспечения (БЭО), районы электрических сетей (РЭС), распределены по территории с удалением от центрального офиса на сотни километров. Для информационной поддержки управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) объектов инфраструктуры в компании с апреля 2003 года используется программный комплекс TRIM (www.trim.ru), который был внедрен в управлении и частично в базах энергообеспечения (16 рабочих мест).

В конфигурацию системы, установленной в итоге выполненного в 2003 году проекта, вошли прикладные модули TRIM: «Техобслуживание», «Каталог», «Документоборот», и «Диспетчерский журнал». Далее, уже в процессе эксплуатации TRIM, завершилось формирование базы данных по основному оборудованию. В нее были внесены поэлементно подстанции 220, 110, 35/6, и 6/0,4 кВ, технологические распределительные устройства 6 кВ, электродвигатели, воздушные линии 220-6 кВ с разбивкой на отпайки с привязкой к инвентарным номерам. Графическую часть системы составили электрические однолинейные схемы в разрезе БЭО, РЭС, а также схемы на подстанции, распределительные устройства и опорные схемы на воздушные линии.

Содержанием нынешнего этапа внедрения TRIM станет как функциональное расширение системы, так и охват ею всех подразделений предприятия. В частности, предстоит дополнить ее конфигурацию модулями «Склад», «Снабжение» и «Сбыт», что позволит автоматизировать процессы управления запасами и обеспечения ТОиР запчастями и материалами. Рабочие места системы появятся в восемнадцати РЭС, а также в управлении по энергетике ОАО «Юганскнефтегаз», дополнительные пользователи – в управлении ЮНГ-Энерго-нефть и пяти БЭО, что в сумме составит 60 рабочих мест.

Юганская БЭО будет работать с центральной базой данных системы в режиме

турного датчика перед входом воды в разделитель (точка 1). Датчик, по которому автоматически отслеживается требуемый режим работы горелок, должен быть установлен в точке, соответствующей температуре Т3 (см. рис. 2).

Гидравлический режим работы схемы обвязки котлов, представленной на рис. 1, имеет две устойчивые ступени и зависит от того, один или два насоса работают в данный момент. Подобная схема может быть оснащена и одним общим насосом, а ведомый котел - отсекающим клапаном (для прекращения циркуляции воды через котел при его остановке). В этом случае режим работы схемы также имеет две гидравлически устойчивые ступени и зависит от текущего положения запорного органа данного клапана.

Расчетный режим работы гидравлического разделителя (нулевой расход воды через разделитель, т. е.  $G_3=G_1$  и  $T_3=T_1$ , (см. рис. 2а) обеспечивается точным подбором циркуляционных насосов, установленных в схеме обвязки теплогенераторов. Их суммарная подача должна быть равна суммарной расчетной подаче насосов всех теплопотребляющих контуров, определяемых исходя из расчетной тепловой нагрузки потребителей и расчетного температурного перепада в схеме теплоснабжения (например, 90-70°C). Исключением является контур напольного отопления, где учитывается не подача насоса, а расход воды на участке от распределительного коллектора до смесителя. Последний определяется исходя из большего температурного перепада (например, 90-30°C при расчетном перепаде в самом отопительном контуре 45-30°C).

В эксплуатационных условиях возможны два варианта режима работы гидравлического разделителя. В первом случае (см. рис. 2б) теплоноситель по разделителю частично перетекает из подающей в обратную магистраль ( $T_3=T_1$ ,  $G_3>G_1$ ). Это происходит, когда при отключении одной из систем, например, нагревателя воды

в бассейне, продолжают работать оба котловых насоса. Возможен крайний случай ( $G_2=G_1$ ,  $G_3=0$ ,  $T_2<40^\circ\text{C}$ ), когда насосы потребителей теплоты еще не работают, а один или оба насоса у котлов включены для их форсированного прогрева.

Во втором варианте работы разделителя (см. рис. 2в) вода из обратной магистрали частично перетекает в подающую ( $T_3 < T_1$ ,  $G_3>G_1$ ). Это возможно в том случае, когда при температуре наружного воздуха выше расчетной один котел обеспечивает теплотой всех потребителей, а второй котел и его насос не работают. Данный вариант отсутствует в том случае, когда схема обвязки котлов снабжена только одним общим циркуляционным насосом.

Современные промышленные конструкции гидравлических разделителей могут быть многофункциональными и включать в себя различного рода дополнительные устройства для обеспечения направленного и стабилизированного потока теплоносителя, отделения и удаления воздуха и грязи.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование гидравлического разделителя в сложных схемах децентрализованного теплоснабжения в определенной мере повышает их тепловую и гидравлическую устойчивость и обеспечивает общий положительный эксплуатационный эффект.



# ВЫБОР И УСТАНОВКА ТЕПЛОСЧЕТЧИКА: РАБОТА НАД ОШИБКАМИ

Те, кто занимается установкой приборов учета тепловой энергии, часто сталкиваются с такой проблемой: заказчик, желающий установить эти приборы, не имея соответствующей подготовки, просит продать или установить ему приборы, называя при этом только диаметр трубопроводов. Например: мне нужен теплосчетчик на 50 диаметр. Сколько он стоит? 30 - 35 тысяч? Беру! А после этого начинаются «хождения по мукам».

Почему этот прибор не считает весной или осенью? Почему так дорого стоят работы по установке? А зачем нужна наладка, ведь я купил готовый прибор? Так что же представляют собой эти приборы, которые называются «теплосчетчик» и чем они отличаются друг от друга?

В любом случае в составе теплосчетчика должны быть:

- а)** расходомер (один или два) для измерения количества прошедшей воды (теплоносителя);
- б)** датчики температуры, которые измеряют температуру воды, поступившей из и возвращенной в тепловую сеть;
- в)** тепловычислитель, который по количеству воды и разнице температур посчитает, сколько тепла осталось у потребителя, а также сохранит параметры в своих архивах.

Для правильного подбора теплосчетчика необходим набор определенных исходных параметров теплоносителя,

которые указываются в технических условиях на установку приборов учета, выдаваемых энергоснабжающей организацией. В этих ТУ должны быть указаны именно параметры, а не конкретные типы приборов! После этого потребитель сам, или с помощью фирмы-установщика подберет те приборы, которые устраивают его по набору функций и стоимости работ по их установке. Именно в момент подбора закладываются те решения, которые в дальнейшем могут усложнить жизнь потребителя. С чем это связано? Предположим, что у работника фирмы-установщика в тот момент не было времени или желания (а может быть, и достаточного опыта), чтобы понять конкретную ситуацию на объекте заказчика. Что он делает? Предлагает те приборы, которые могут работать в подобных условиях в 90% случаев. А почему вы не попадете в оставшиеся 10? То есть риск ошибиться сведен к минимуму, но не устранен полностью. В подобных приборах варианты и схемы расчетов могут изменяться, следовательно, их обязательно нужно настраивать. И многие приборы дают установщику такую возможность. Да, такие приборы нужны, особенно для потребителей, у которых параметры теплоносителя и подключенная тепловая нагрузка могут меняться в широких пределах. И эти приборы - ВКТ, СПТ, КСТ-22 (часто путают с КС-96, но это абсолютно разные и по надежности и по стоимости при-



on-line. Мамонтовская, Майская, Пойковская и Приобская БЭО, а также все РЭС имеют только телефонный канал связи с центральным офисом. Поэтому их пользователи будут объединены в узлы с локальными базами данных, синхронизация которых с центральной базой предполагается посредством репликаций. Предполагается, что топология системы будет иметь вид «офис – 28 удаленных узлов». Поддержка такой распределенной базы данных, реализованная в TRIM, обеспечит единое информационное пространство для всех пользователей.

Расширение функций системы произойдет не только за счет новых модулей TRIM. В условиях локального внедрения, выполненного в 2003 году, были реально востребованы далеко не все возможности TRIM. Персонал заказчика пользовался такими из них, как коллективное ведение и доступ к формулярам оборудования, учет наработки и состояния оборудования, истории ТОиР, учет результатов диагностики, удаленный доступ к эксплуатационной документации, наконец – аналитические запросы к данным с настройкой структуры отчетов. Теперь же, с охватом всех РЭС и БЭО, TRIM будет в полном объеме использоваться при планировании, обеспечении, выполнении ТОиР и анализе результатов эксплуатации.

В числе ожидаемых от внедрения TRIM эффектов – прозрачность учета трудозатрат на ТОиР и расхода запчастей, возможность прогнозирования потребностей в запчастях и материалах, повышение качества работ по ТОиР, сокращение времени на планирование и отчетность, снижение количества аварийных отключений и их продолжительности, оптимизация складских запасов, возможность анализа аварийных отключений по каждому подразделению. Интегральным показателем эффективности системы станет повышение надежности энергоснабжения. Завершить работы по проекту планируется к концу 2006 г.

НПП СпецТек

**ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ - «ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА СТАЛО БОЛЬШЕ»**

Компания «ИЭК» начинает поставки новых трансформаторов тока типа ТТИ-А на первичные токи 300А, 1000А. Теперь в ассортименте компании «ИЭК» представлена полная линейка трансформаторов тока с шиной ТТИ-А на токи от 5 до 1000А и классом точности 0,2; 0,5; 0,5 S (для коммерческого учета). В начале сентября на основании результатов испытаний измерительный трансформатор тока на номиналь-



боры) и ряд других - хорошо зарекомендовали себя на подобных объектах.

Но как-то не очень хочется вместо булки хлеба покупать хлебопекарню, рассчитывая на то, что завтра потребуются батон! Зачастую предлагаются индукционные расходомеры. Как достоинство этих приборов, декларируются минимальные гидравлические сопротивления. Это несомненный плюс, который, однако, вместе с широким диапазоном расхода (вряд ли востребованным при более тщательном подборе), естественно, отражается на их цене. Однако при этом умалчивается, что трубопровод в месте установки прибора практически всегда сужается, как правило, в 1,5-2 раза. Следовательно, это достоинство теряет смысл. Кроме того, подобные расходомеры требуют подвода электропитания, увеличивается количество кабельных линий. В комплекте с многофункциональными вычислителями (зачастую выпускаемыми на других предприятиях), требующими проведения дополнительных работ, подобное оборудование предъявляет более высокие требования к персоналу, занимающемуся их монтажом. Отсюда неизбежно более высокая стоимость работ.

Есть и другой вариант развития событий: набравшись терпения, выс-

лушать все вопросы дотошного менеджера или консультанта, постараться на них ответить и, заплатив на 10 - 30% меньше, получить почти тот же самый результат. Почему «почти»? Во-первых, чем меньше составных частей в оборудовании, тем меньше вероятность ошибки при монтаже и отказа при работе. Во-вторых, оборудование, мигающее индикаторами и опутанное большим количеством проводов, выглядит внушительнее (рис. 1), но не стоит забывать: чем проще, тем надежнее! Лучше все-таки иметь приборы, изначально рассчитанные на возможные изменения режимов, чем те, которые нужно к этим изменениям приспособлять. Причем сделать это может далеко не каждый из установщиков или эксплуатационников!

*Материал предоставлен ЗАО «Сибэнерготрейд»,*

## МОНИТОРИНГ ВЛАЖНОСТИ И РАСХОДА В СИСТЕМАХ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Современные производственные способы и процессы предъявляют в последнее время весьма высокие требования к качеству сжатого воздуха и газа. Сухой и чистый сжатый воздух играет в настоящее время существенную роль на пивоваренных и молочных заводах, в компаниях, производящих и упаковывающих продукты питания и кондитерские изделия, в химической и фармацевтической промышленности.

Сжатый воздух и газы используются во многих отраслях производства, где крайне нежелательна остаточная влажность, так как она может вызвать повреждения системы сжатого воздуха и привести к коррозии трубопроводов или функциональных элементов, а также вызвать образование льда. При использовании сжатого воздуха в медицинских целях, влажность является критическим параметром с точки зрения гигиены, поскольку способствует росту бактерий. В пневматических приводах остаточная влажность может вызывать механические повреждения или прерывание смазывания.

Избежать этих и многих других проблем можно благодаря осуществлению постоянного мониторинга параметров сжатого воздуха.

Компания Testo, мировой лидер в производстве портативных измерительных приборов, разработала новое поколение приборов для стационарного применения в системах сжатого воздуха. В линейку приборов входят преобразова-

тели сигнала точки росы под давлением серии 6740 и счетчики сжатого воздуха серии 6440.

Приборы testo 6740 предназначены для измерения остаточной влажности в системах сжатого воздуха. Как показывает практика, системы сжатого воздуха, применяемые в промышленности или медицине, требуют установки осушителя. Приборы серии 6740 с успехом применяются во многих странах Европы для оценки эффективности работы осушителей различных типов.

В основе testo 6740 лежит запатентованный емкостной сенсор влажности Testo, зарекомендовавший себя как один из лучших сенсоров влажности в мире. Для подтверждения погрешности сенсора пять сенсоров интенсивно тестировались в национальных калибровочных лабораториях Германии, Италии, Великобритании, Франции, Испании, Японии, США, Кореи и Китая на протяжении 5 лет. Результаты тестов подтвердили долгосрочную стабильность показаний сенсоров в течение 5 лет и погрешность измерений в 1 % относительной влажности. Для проведения заводской калибровки приборов testo 6740 в точке  $-40^{\circ}\text{C}$  температуры точки росы под давлением используется прецизионный эталонный метод измерения точки росы по технологии охлаждаемого зеркала.

### Качества сжатого воздуха

Международный стандарт ISO 8573 определяет семь классов качества сжатого воздуха, базирующихся на ос-

таточной влажности, содержании масла и частиц (см. таблицу).

Главный способ для достижения требуемого класса сжатого воздуха – установка подходящего осушителя. Мониторинг и контроль работы которого осуществляется с помощью testo 6740. Безусловно, основной целью использования testo 6740 является избежание остаточной влажности в системах сжатого воздуха, но кроме того его применение позволяет резко сократить оперативные расходы, связанные с потреблением энергии на производство сжатого воздуха.

## Адсорбционные осушители

При использовании адсорбционных двухкамерных осушителей обычно используется контроль фазы работы камеры. По времени, после чего клапан переключает направление потока на вторую камеру. Из рисунка 2 видно что, фаза осушки (голубая линия) обычно намного длиннее, чем фаза регенерации (красная линия). При использовании testo 6740 для мониторинга работы адсорбционного осушителя, в течение данной фазы регенерирующийся воздух не генерируется, таким образом, мощность работы компрессора может быть снижена со 100% до 85% что приводит к существенному снижению оперативных расходов за счет экономии электрической энергии на работу компрессора.

## Холодильные и мембранные осушители

При использовании холодильных или мембранных осушителей, без постоянного мониторинга работы осушителя трудно избежать повреждений. Блокировка дренажной трубы конденсата и не герметичный бай-пасс труб легко диагностируются через слишком высокие значения влажности.

В некритических системах низкотемпературные осушители могут быть полностью выключены при низкой влажности, например, зимой. В таких случаях

Testo 6740 обеспечит Вам измерение влажности.

## Возможности и преимущества testo B740

Testo 6740 обладает рядом выдающихся технических преимуществ. Высокое качество производства, сертифицированного по стандарту ISO 9001, долгосрочная стабильность измерений, отображение измерительных диапазонов и данных текущих замеров позволяет testo 6740 с успехом применяться в фармацевтической и пищевой промышленности, в медицине, в окрасочных камерах и многих других сферах использования. Testo 6740 рассчитывает все наиболее важные параметры остаточной влажности: температуру точки росы под давлением, атмосферную точку росы, миллионную долю влаги в газах и абсолютную влажность. Прибор проходит заводскую калибровку и поставляется в комплекте с протоколом калибровки в точке -40°C точка росы под давлением. Стандартно все модификации имеют аналоговые выходы 4-20мА, а также по желанию заказчика, могут быть оснащены либо 2-мя переключаемыми сигнальными выходами, для прямого подключения сигнальных устройств или осушителя непосредственно к при-

бору, либо опциональным сигнальным разъемом с 2-мя переключаемыми выводами и 2-мя LED сигналами.

Прибор может поставляться в комплектации с 7-ми сегментным дисплеем (опция) или без дисплея.

В зависимости от сферы применения прибор может монтироваться либо непосредственно к трубопроводу с помощью резьбы G 1/2 или NPT 1/2, либо в случае высокой температуры процесса (от 50 до 200°C) подключение производится через опциональный охлаждающий змеевик и измерительную камеру. Для сухого воздуха (осушка гранулята и т.п. макс 140°C) обычно используется подключение через тефлоновый шланг и измерительную камеру.

Концепция оптимального управления прибором позволяет изменять единицы измерения или корректировать сигнальные значения через кнопки управления дисплея или с помощью специального программного обеспечения для градуировки, что делает прибор идеальным для OEM потребителей, таких как производители осушителей.

## Атмосферная точка росы или точка росы под давлением?

Воздух в атмосферных условиях способен вместить больше влаги, чем сжатый воздух. Если сжатый воздух охлажден, то он достигает точки росы в то время как воздух в атмосферных условиях может дальше охлаждаться до образования конденсата

Только точка росы под давлением является значимым параметром для мониторинга остаточной влажности в системах сжатого воздуха, потому что этот параметр показывает насколько далеко опасная зона» = точка росы. Но так как некоторые потребители более привычны к работе с параметром атмосферная точка росы, testo 6740 позволяет выбирать между этими двумя параметрами - атмосферная точка росы или точка росы под давлением.

## Счетчик сжатого воздуха Testo 6440 – причины для применения

В производстве расходы на воду, электричество газа обычно легко подсчитать и проанализировать! в то время как, расходы на производство сжатого воздуха размываются между расходами на электроэнергию и расходами на обслуживание оборудования.

Данные независимых исследований, проведенных в Западной Европе, показали, что потери через места утечек составляют от 25 до 40% производимого сжатого воздуха. Одно лишь 3мм отверстие, через которое происходит утечка, ведет к потере 3000 Евро в год. В масштабах большой промышленной компании такие потери становятся еще более существенными. 96% утечек происходит в трубопроводах диаметром DN 50 и меньше. В основном утечки происходят через фитинги, шланги, соединения устройства для обслуживания. Установка testo 6440 позволяет определять малейшие утечки сжатого воздуха.

Сжатый воздух является широко используемым но в то же время очень энергоемким ресурсом. При высокой стоимости энергии на выработку сжатого воздуха обычно вся



стоимость считается суммарно. При большом количестве точек потребления сжатого воздуха возможно оценить потребление сжатого воздуха в каждой точке с помощью testo 6440. Это мотивирует ответственного за каждый участок к снижению утечек и оптимизации затрат на энергию. Возможна опция релейных выходов зависящих от потребления сжатого воздуха, что позволяет осуществлять мониторинг потребления в зависимости от времени.

Еще одним важным аспектом применения testo 6440 являются предупреждения пользователя о слишком высоком или слишком низком расходе сжатого воздуха.

Некоторые сферы потребления требуют расхода сжатого воздуха не ниже определенного минимума измеряемого в  $\text{м}^3/\text{ч}$  для обеспечения надлежащего качества процесса или продукции. В других случаях потребители должны быть защищены от слишком высокого расхода, иногда даже гарантия производителя системы зависит от максимального расхода. Сигнальные релейные выходы testo 6440 делают возможным решение этих задач.

### Оптимальный измерительный метод

Для нормализованного объемного расхода сжатого воздуха применяется способ измерения массового расхода. Два керамических сенсора со стеклянным покрытием специально разработанные с учетом требований для применения в системах сжатого воздуха.

Данный метод измерения:

- независим от давления и температуры процесса;
- не вызывает постоянной потери давления. Почему метод измерения массового расхода независим от давления и температуры?

Объем сжимается с увеличением давления. Масса, однако, остается неизменной. Это означает что только способ измерения массового расхода является приемлемым в условиях изменяющегося давления. Влияния температуры также можно избежать благодаря компенсации. Таким образом, этот способ можно использовать в широком диапазоне температуры процесса. С помощью нормализованной плотности в соответствии со стандартом ISO 2533 равной  $1,225 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Результатом расчета является независимый от давления и температуры нормализованный расход. При сравнении результатов измерений нормализованного расхода с данными измерений других систем необходимо учитывать, что все данные соотношены к нормализованным ус-

ловиям ( $15^\circ\text{C}$  1013Па 0% ОВ по стандарту ISO 2533), и в случае необходимости проводить необходимый пересчет.

Testo предлагает модельный ряд счетчиков сжатого воздуха 6440 в четырех различных исполнениях для четырех наиболее принятых в промышленности диаметрах: DN15, DN 25, DN 40, DN 50. Встроенные входящая и выходящая трубы позволяют проводить измерения с оптимальной погрешностью.

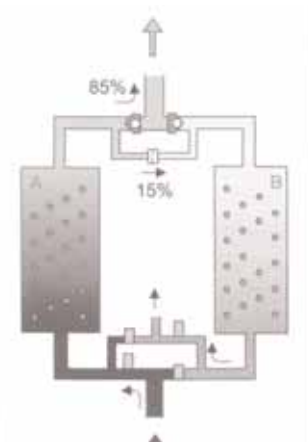


Рис. 1. Схема адсорбционного осушителя

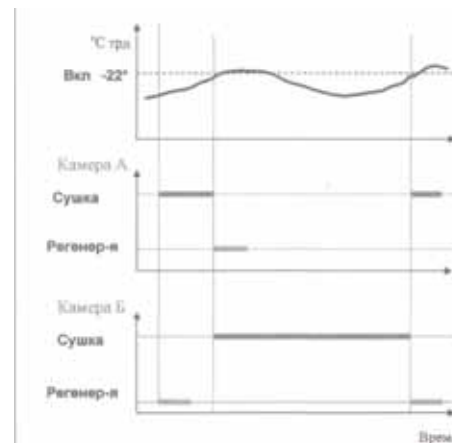


Рис. 2.

### ISO 8573 Остаточная влажность

Класс	$^\circ\text{C}$ точки росы под давлением	$\text{г}/\text{м}^3$	Мил. доля влаги в газах (ppmV)	Стандартная сфера использования
1	-70	0,003	4	Производство полупроводников
2	-40	0,12	163	Осушка гранулята
3	-20	0,88	1200	Транспортировочный воздух
4	3	6	8150	Пневматический конвейер
5	7	7,8	10600	Вакуумная инженерия
6	10	9,4	12800	Воздух рабочей среды
7	-	-	-	

**Рукинов СВ.,  
директор по маркетингу  
ЗАО «МТЕ»**

## ГИДРАВЛИКА В МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

За последние 15 лет применение гидравлического оборудования и инструмента один из наиболее эффективных способов механизации работ в современной промышленности. Это единственный инструмент который не имеет альтернативы при проведении работ во влажной, загазованной среде и под водой. В статье мы коротко расскажем о гидроинструменте и приводе к нему, различных типах гидростанций.

С появлением новых конструктивных материалов и комплектующих создание гидроинструмента, отвечающего современным требованиям по экологии, экономичности, применяемости и эффективности стало реальностью. Создание гидравлических станций нового поколения позволило выйти на новый уровень применения привода в гидравлике. Простота и удобство эксплуатации, небольшие габаритные размеры и вес, надежность, а главное возможность подключения широкой номенклатуры инструмента и оборудования. Компактные, небольшие и легкие гидростанции незаменимы при проведении ремонтно-восстановительных работ, особенно в стесненных условиях или условиях удаленности от источников электричества, когда требования к габаритам, надежности, независимости от источников энергии особенно высоки. Гидроинструмент работает в условиях повышенной загрязненности, влажности, широком диапазоне температур, в то время как пыль, влага и низкие

температуры сводят на нет возможное применение электро- и пневмо инструмента.

Гидростанции, применяемые в качестве привода для гидравлического инструмента, при всей своей внешней похожей компоновке отличаются функциональностью. Условно их можно разделить на силовые и динамические. Силовые гидростанции, создающие давление до 80 МПа и скорость потока жидкости до 5 л/мин применяются в составе гидравлического оборудования

для подачи рабочей жидкости в гидроцилиндры и инструмент на их основе (домкраты, съемники, гайковерты, кусачки и т.п.) Динамические гидростанции служат для создания потока рабочей жидкости по замкнутому контуру со скоростью потока 20-60 л/мин и давлением 10-20 МПа. Кэтомутипу гидропривода подключается оборудование вращательного и ударного действия - отбойные молотки, дисковые и цепные пилы, гайковерты, погружные помпы, вентиляторы, сверла и т.п. Гидроинструмент ударного и вращательного действия конструктивно создавался под стандартные расходные материалы, которые применяются для электро-пнеumo-инструмента.

В связи с ограниченным объемом статьи, рассмотрим только инструмент, применение которого при ремонтно-восстановительных и строительных работах может заинтере-

ресовать предприятия и подразделения, работающие в сфере газификации.

В качестве индивидуального привода динамического инструмента используется гидростанция МС-20. Гидростанция сконструирована в соответствии с лучшими мировыми традициями, а по характеристикам, надежности, качеству изготовления и потребительским свойствам не уступает аналогам ведущих мировых производителей. Низкий уровень шума, невысокие расходы топлива, высокий ресурс и надежность - все это делает гидростанцию МС-20 привлекательной в качестве привода для выполнения различного вида работ.

В качестве ДВС используется четырехтактный двигатель Honda, имеющий ресурс не менее 5000, а это 3-3,5 года непрерывной работы. Компактность гидростанции позволяет перемещать ее одним человеком, а при перевозке она свободно помещается в багажник ВАЗ 2104. Применение ДВС в гидростанциях расширяет сферу применения, позволяет использовать гидростанции в удалении от зоны подъезда автомобиля или линии электропередачи. Гидравлический молоток МГЗ-40 предназначен для разрушения бетона, асфальта, каменных кладок и рыхления твердого и замерзшего грунта. Благодаря своим уникальным характеристикам гидромолоток может работать не только от гидростанции, но и от гидросистем современных строительных и коммунальных машин. Надежно работает под любым углом к рабочей поверхности. Гидромолоток сохраняет работоспособность и при -40°C. Это большой плюс гидравлики, что в силу своих физических свойств она в отличие от пневматики при работе нагревается, а не охлаждается. Погружные помпы НП (35-200 куб.м). Мощные, неприхотливые и простые в эксплуатации насосы предназначены для перекачивания сильнозагрязненной воды с примесью твердых частиц до 15%. Может работать как при полном погружении, так и на откачке тонкого слоя воды из траншей и колодцев. Насос может долго работать без жидкости в сухом режиме без повреждений. Выпускаются две модификации НП, работающие от гидростанции МС-20 и от гидросистемы коммунальных и строительных машин. Гидравлические помпы работают при перекачке горячей воды +90°C, что совершенно не сказывается на их характеристиках. Пила дисковая гидравлическая ПДГ-300 - это мощный ручной инструмент, предназначенный для резки металла, камня, бетона и гранита дисками до D300 мм диаметром.

Вес пилы -10,5 кг, что очень немного, если учесть 4 кВт мощности гидравлического мотора, установленного на пиле. Особенностью ПДГ является то, что она не боится заклинивания и зажима рабочего диска.

Машина шлифовальная угловая МШУ-180 - это компактный, универсальный инструмент, предназначенный для резки металла, камня, металлического профиля кругом D180 мм, а также зачистки и шлифовки карсетками сварочных швов и различных поверхностей. МШУ имеет механическую передачу на рабочий вал, герметично собранную

в корпусе, что позволяет работать под водой. Пила цепная гидравлическая ПЦГ-500 - прекрасная альтернатива бензо- и электропилам. Капиллярная смазка осуществляется

из гидросистемы самой гидростанции. Учитывая возможность работы под водой, ПЦГ является незаменимым инструментом при проведении специальных работ. Аналогичные параметры и показатели имеет и ножовочная пила ПНГ-600. Она предназначена для резки чугунных, стальных труб, металла и профиля. Максимальная длина реза - 600 мм. Масса -15 кг. Возможно, описание и технические характеристики гидравлической углошлифмашины МШУ-180, дисковой пилы ПДГ-300, а также ножовочной пилы ПНГ-600 или цепной ПЦГ-500 не являются чем-то новым и революционным, но присмотритесь внимательно к характеристикам: 4 кВт - мощность, возможность работы под водой, в загазованном и пыльном помещении или в дождь. Все это существенно расширяет возможности применения гидравлики по сравнению с негидравлическим оборудованием.

Для сверления и работы с бытовыми соединениями предназначены: сверло СРГ-13 и гайковерт ГДГ-1500.

Сверление корончатим сверлом до 80 мм, спиральным до 30 мм. Гайковерт имеет максимальное усилие 1500 н. Работы производились с гайками до 65 мм. Оба инструмента могут работать под водой.

В 2004 году специально для ЖКХ, водоканалов и газовых служб подготовлен к производству вентилятор центробежный гидравлический ВЦГД 14-46 и вращатель задвижек ВЗ-300. Вентилятор ВЦГД 14-46 имеет привод (гидростанция МС-20), вынесенный от места проведения работ на 15-20 метров, что позволяет использовать его при специальных мероприятиях - подвод или отвод воздуха, дыма, а замена крыльчатки на искробезопасную позволяет использовать ВЦГД 14-46 при работе в загазованных и взрывоопасных помещениях. Небольшой вес, возможность установки на люк, камеру, выноса на этаж или в подвал делает его применение универсальным.

Вращатель задвижек используется при аварийном закрытии, открытии задвижек до 1000 мм на тепло-водопроводах в полевых условиях при отсутствии на камерах или люках штатных приводов. Для освещения в темное время суток разработано несколько видов осветительных установок ОУ-2000 для аварийно-восстановительных работ, которые завоевали популярность у различных предприятий в разных регионах РФ.

Легкие и быстроразборные, они занимают мало места и собираются за 5-6 минут. Сравнения - неблагодарная тема, но нам никуда не уйти от вопроса, какие же преимущества имеет гидроинструмент?

Благодаря закрытой конструкции гидросистемы, не чувствительной к пыли, воде или температурным условиям, гидроинструмент отличается долгим сроком службы и нетребователен к техническому обслуживанию.

Сочетание высокой мощности и производительности с малым весом и габаритами, надежной работой при низких



ное напряжение 0,66 кВ типа ТТИ, выпущенный под торговой маркой IEK, получил Сертификат об утверждении типа средства измерений, который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №28139-06 и допущен к применению в Российской Федерации.

**НОВИНКИ ОАО «ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ» КОЛЬЧУГИНСКИЙ ЗАВОД»**

На ОАО «Электрокабель Кольчугинский завод» поставлены на производство: кабели огнестойкие, не распространяющие горение, с низким дымо- и газовыделением марок ВВГнг-FRLS, ВВГЭнг-FRLS, КВВГнг-FRLS, КВВГЭнг-FRLS по ТУ 16.К71-337-2004. Кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии и электрических сигналов в стационарных электрических установках при переменном напряжении до 1000В частотой до 100Гц и постоянном напряжении до 1000В.

Кабели изготавливаются для общепромышленного применения и на атомных станциях (АС) вне гермозоны в системах АС класса 2 по классификации ОПБ 88/97 (ПНАЭ Г-01-011) при поставках на внутренний рынок и на экспорт.

В настоящее время принимаются заказы на изготовление вышеуказанных марок кабелей с сечением токопроводящей жилы от 10 мм<sup>2</sup> и выше.

Ведется работа по постановке на производство кабелей огнестойких силовых и контрольных, не распространяющих горение, с изоляцией и оболочкой из полимерных композиций, не содержащих галогенов марок ППГнг-FRHF, ППГЭнг-FRHF, ПвПГнг-FRHF, ПвПГЭнг-FRHF, КППГнг-FRHF, КППГЭнг-FRHF по ТУ 16.К71-339-2004

[www.elcable.ru](http://www.elcable.ru)

**НОВЕЙШИЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ОТ КОМПАНИИ ТОРНАДО**

Летом 2006 года компания «Модульные Системы Торнадо» выпустила на рынок две новые универсальные модели импульсных источников питания для промышленной автоматики - FPOWER-24-2A и TSIN. Они являются следующим поколением импульсных источников питания, выпускаемых компанией, и обладают более развитыми и совершенными ресурсами для решений задач энергообеспечения в промышленной автоматизации.

Новый источник FPOWER-24-2A предназначен для питания модулей промышленной автоматики постоянным током напряжением 24В и суммарным потребляемым током нагрузки до 2А. ИП может быть

и высоких температурах (-40..+40.), возможность

работы некоторых изделий под водой позволяет его использовать там, где невозможно применение электро- и пневмоинструмента. Помимо этого, гидравлический инструмент обладает низким уровнем шума, малой чувствительностью к загрязненности и влажности рабочей среды.

В отличие от бензоинструмента при работе с гидроинструментом исключается опасность воспламенения и ядовитых выхлопов вследствие отсутствия двигателя и топливного бака непосредственно на инструменте, что особенно важно при проведении работ во взрывоопасных условиях. Меньший вес и в 5-10 раз больший ресурс гидроинструмента по сравнению с бензоинструментом делают его достаточно привлекательным. В свою очередь, сопоставимый с гидромолотом по мощности удара 40-45 Дж., пневмомолоток это 1,5 куб.м/мин сжатого до 0,6 МПа воздуха, поступающего от пневмокомпрессора.

В машинном варианте такой пневмокомпрессор весит около 1 тонны.

А это машина для перевозки, водитель и компрессорщик, пропуска и разрешения ГАИ. Прибавьте трудности с пуском в холодное время, доставку по бездорожью к месту работы.

По статистике любой компрессор работает 80 % времени на 1 молоток, хотя и имеет возможность подключения большего количества. Конденсат, образующийся в процессе работы пневмомолотка, замерзает при низких температурах, что автоматически приводит к отказам. Конденсат (вода) имеет свойство накапливать статическое электричество, этого свойства нету гидравлической жидкости (масла).

Оно не накапливает статическое электричество, так как является диэлектриком. Можно привести примеры присутствующие при работе с пневмооборудованием: это связано и с обрывом рукава пневмосистемы под давлением, это и взрывоопасность смеси воздуха. В свою очередь электромолоток еще меньше приспособлен

для ремонтно-восстановительных и аварийных работ. Там, где нужен мощный молоток, редко попадаются розетки, а что же касается веса, то даже импортные молотки весят более 30 кг при сопоставимых технических характеристиках с гидромолотками. Есть еще ограничения для электроинструмента при работе в сырых помещениях и котлованах. Все эти минусы отсутствуют при работе гидроинструмента.

**В заключение назову ряд существенных преимуществ средств механизации с гидроприводом:**

1. Многофункциональность оборудования.
2. Высокая мощность и КПД.
3. Автономность.
4. Надежность и большой ресурс.
5. Возможность проведения работ от -40°С до +40°С.
6. Не боится осадков, может работать под водой.
7. Малые габариты.
8. Возможность работы в стесненных условиях.
9. Взрывобезопасность.
10. Низкие расходы на содержание оборудования.
11. Простота эксплуатации и минимальная специальная подготовка оператора оборудования. Применение гидравлического оборудования и инструмента обосновано в аварийных и восстановительных подразделениях, особенно при оснащении специальных бригад и специального транспорта при выполнении ремонтных и строительных работ, обслуживании любых систем подвода газа, воды, тепла, электричества.

*«По материалам журнала «Гидравлика и пневматика»*



## ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
1	Вводы маслонаполненные	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (9.1) б) измерение tg угла диэлектрических потерь; (9.2) в) испытания повышенным напряжением повышенной частоты; (9.3) г) испытание трансформаторного масла (9.5)	Примечание
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а); г)	Примечание
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а); б); в);	Примечание
2	Воздушные ЛЭП	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) контроль изоляторов; (7.8) б) измерение сопротивления опор и тросов, а также повторных заземлений нулевого провода; (7.10) в) проверка срабатывания защиты линии до 1000 В с заземленной нейтралью	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 8 лет	П.П. а); б);	
3	Выключатели масляные и электромагнитные	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (10.1) б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; (10.2) в) испытания вводов (10.3) г) измерение сопротивления постоянному току; (10.5) д) проверка действия механизма свободного расцепления; (10.8) е) проверка срабатывания привода при пониженном напряжении; (10.10) ж) испытание многократными включениями и отключениями (10.11) з) испытания трансформаторного масла; (10.12)	Примечание
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а), г), д), з)	Примечание
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), е), ж), з)	Примечание

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
4	Вводы маслонаполненные	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (11.1) б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; (11.2) в) измерение сопротивления постоянному току; (11.3) г) проверка срабатывания привода при пониженном напряжении; (11.4) д) проверка характеристик выключателя (11.5) е) испытание многократными включениями и отключениями (11.6) ж) испытания конденсаторов делителя напряжения (11.7)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а), в), г), д)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), е), ж)	
5	Выключатели элегазовые 10 кВ	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (12.1) б) испытания изоляции повышенным напряжением промышленной частоты; (12.2) в) измерение сопротивления постоянному току; (12.3) г) проверка минимального напряжения срабатывания выключателей (12.4) д) испытания конденсаторов делителей напряжения (12.5) ж) испытания встроенных трансформаторов тока (12.9)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а), б), в) ж)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), ж)	
6	Выключатели вакуумные 10 кВ	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (13.1) б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; (13.2) в) проверка минимального напряжения срабатывания выключателей (13.3) г) испытания многократными опробованиями (13.4) д) проверка характеристик выключателя (13.5)	Примечание
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 5 лет	П.П. а)	Первое испытание - через 2 года
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 10 лет	П.П. а), б), в), г), д)	Примечание
7	Выключатели нагрузки	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (14.1) б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; (14.2) в) измерение сопротивления постоянному току (14.3) г) определение степени износа дугогасящих вкладышей; (14.4) д) определение степени обгорания контактов; (14.5) е) проверка действия механизма свободного расцепления; (14.6) ж) проверка срабатывания привода при пониженном напряжении; (14.7) з) испытание многократными включениями и отключениями (14.8)	Примечание
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а)	Примечание
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), е), ж), з)	Примечание

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
7.1	Выключатели автоматические	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; в) определение характеристик выключателя г) определение степени износа дугогасящих вкладышей; д) определение степени обгорания контактов; е) проверка действия механизма свободного расцепления; ж) проверка срабатывания привода при пониженном напряжении; з) испытание многократными включениями и отключениями	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а), б)	Во взрывоопасных зонах 1 раз в 2 года
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), е), ж), з)	
8	Заземляющие устройства	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) проверка соединений заземлителей с заземляемыми элементами; (26.1) б) измерение сопротивления заземляющих устройств; (26.4) в) полное сопротивление петли «ФАЗА-НУЛЬ»	Во взрывоопасных зонах: а) 1 раз в 3 года б) 1 раз в год в) 1 раз в 2 года
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 12 лет	П.П. а); б)	
			1 раз в 6 лет	П. в)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 12 лет	П.П. а), б), в)	
9	Устройства молниезащиты		1 раз в год перед грозovým периодом	а) измерение сопротивления заземляющих устройств;	
10	ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА	М (межремонтные испытания)		а) испытания повышенным напряжением	
10.1	Боты диэлектрические	М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	П. а)	Примечание
10.2	Галоши диэлектрические	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	Примечание
10.3	Изолирующие клещи	М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П. а)	Примечание
10.4	Изолирующие колпаки	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	Примечание
10.5	Изолирующие накладки	М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П. а)	Примечание
10.6	Перчатки резиновые (диэлектрические)	М (межремонтные испытания)	1 раз в 6 месяцев	П. а)	Примечание
10.7	УВН бесконтактного типа	М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П. а)	Примечание
10.8	УВН с газоразрядной лампой	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	Примечание
10.9	Указатели напряжения до 1000 В	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	Примечание

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
10.10	Указатели напряжения для проверки совпадения фаз	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	
10.11	Указатель повреждения кабеля (светосигнальный)	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	
10.12	Устройство для прокола кабеля	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	
10.13	Штанги изолирующие	М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П. а)	
10.14	Штанги измерительные	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	
10.15	Электроизмерительные клещи	М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П. а)	
10.16	Прочие средства защиты, изолирующие устройства для ремонтных работ под напряжением в электроустановках 100 кВ и выше	М (межремонтные испытания)	1 раз в год	П. а)	
10.17	Изоляторы подвесные и опорные	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (8.1) б) испытания повышенным напряжением; (8.2)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б)	
10.18	Инструмент переносной электрифицированный и понижающие трансформаторы безопасности	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (28.1) б) испытание изоляции повышенным напряжением (28.2)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 6 месяцев	П. а) с проверкой работы на холостом ходу (при возможности)	Инструмент
			1 раз в год	П. б)	Трансформаторы
		К (при капитальном ремонте)	По мере необходимости	П.П. а); б)	Примечание
10.19	Испытательные установки стационарные, передвижные, переносные	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (27.1) б) испытание повышенным напряжением; (27.2) в) проверка исправности измерительных устройств и испытательных установок; (27.3) г) проверка действия блокировочных и заземляющих устройств, средств сигнализации (27.4)	Примечание
		М (межремонтные испытания)	1 раз в месяц	П. г)	
		К (испытания при капитальном ремонте)	1 раз в 6 лет для стационарных установок, 1 раз в 2 года для остальных	П.П. а); б); в); г)	Примечание



# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
11	Кабельные линии (силовые)	П (перед вводом в эксплуатацию)	1 раз в год	а) определение целостности жил кабеля (6.1) б) измерение сопротивления изоляции; (6.2) в) испытания повышенным выпрямленным напряжением; (6.3)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	П.П. а); б); в)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 6 лет и при пробое кабеля	П.П. а); б); в)	
12	Комплектные распределительные устройства (КРУ и КРУН)	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (22.1) б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; (22.2) в) проверка соосности и вхождения подвижных контактов в неподвижные (22.3) г) измерение сопротивления постоянному току; (22.4)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	П.П. а); в)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 6 лет	П.П. а); б); в); г)	
13	Конденсаторы силовые	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) проверка внешнего вида и размеров; (4.1) б) измерение сопротивления изоляции; (4.2) в) испытание повышенным напряжением промышленной частоты; (4.3) г) измерение емкости отдельного элемента; (4.4) д) измерение tg угла диэлектрических потерь; (4.5)	
		Т (при текущем ремонте)	1 раз в год	П.П. а); б); г);	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П. П. а); б); в); г); д)	
14	МАСЛО ТРАНСФОРМАТОРНОЕ				
14.1	Трансформаторы силовые	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение пробивного напряжения; б) измерение tg угла диэлектрических потерь;	П. б) для ТР-РОВ 220 кВ
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года При срабатывании газовой защиты	П.П. а)	П. б) для ТР-РОВ 220 кВ
		К (при капитальном ремонте)	В соответствии с разделом 1	П.П. а); б)	
14.2	Трансформаторы измерительные	М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	а) измерение пробивного напряжения; б) измерение tg угла диэлектрических потерь;	П. б) для ТР-РОВ тока 220 кВ
			При повышении и tg изоляции обмоток	П. б)	П. б) для ТР-РОВ тока 220 кВ

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
14.2	Трансформаторы измерительные	М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	а) измерение пробивного напряжения; б) измерение tg угла диэлектрических потерь;	П. б) для ТР-РОВ тока 220 кВ
			При повышении и tg изоляции обмоток	П. б)	П. б) для ТР-РОВ тока 220 кВ
14.3	Выключатели масляные	При капитальном, текущем и внеплановом ремонтах при числе предельных отключений 7 и >		а) измерение пробивного напряжения	
14.4	Машины постоянного тока	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции обмоток; б) испытания повышенным напряжением промышленной частоты; в) измерение сопротивления постоянному току; г) проверка работы машины на холостом ходу	
		Т (при текущем ремонте)	1 раз в год	П. а)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 2 года	П.П. а); б); в); г)	
15	ТРАНСФОРМАТОРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ				
15.1	Трансформаторы тока	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции обмоток; (20.1) б) измерение tg угла диэлектрических потерь обмоток; (20.2) в) испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц; (20.3) г) снятие характеристик намагничивания; (20.4) д) проверка коэффициента трансформации (20.5) е) измерение сопротивления обмоток постоянному току; (20.6) ж) Испытания трансформаторного масла (20.7)	Пункт б) проводится у ТТ с основной бумажно-бакелитовой изоляцией
		В первые два года эксплуатации	1 раз в 3 года	П.П. а); б); в); ж)	
		В последующие годы эксплуатации	1 раз в 3 года, совместно с испытанием защиты	П.П. а); б); в); ж)	
		К (при капитальном ремонте)	По результатам испытаний	П.П. а); б); в); г); д); е); ж);	

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
15.2	Трансформаторы напряжения	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции (21.1) б) испытания повышенным напряжением частоты 50 Гц в) измерение сопротивления обмоток постоянному току г) испытание трансформаторного масла (22.2) д) измерение тока ХХ	
		Т (испытания при текущем ремонте)	1 раз в 6 лет	П.П. а); б); в); г); д)	Пункт г) 1 раз в 3 года
		К (при капитальном ремонте)	По мере необходимости и результатам испытаний	П.П. а); б); в); г); д)	
16	ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ И АВТОТРАНСФОРМАТОРЫ				
16.1	Машины постоянного тока	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивление изоляции обмоток; (2.2) б) измерение tg угла диэлектрических потерь изоляции обмоток; (2.3) в) измерение сопротивления обмоток постоянному току; (2.5) г) проверка коэффициента трансформации; (2.6) д) проверка группы соединения обмоток; (2.7) ж) испытание трансформаторного масла; (2.13) з) измерение тока и потерь ХХ; (2.8) и) испытание изоляции повышенным приложенным напряжением промышленной частоты; (2.4) к) испытание трансформаторов включением толчком на номинальное напряжение; (2.14) л) тепловизионное обследование; (2.21) м) оценка состояния переключающего устройства; (2.9) н) испытания бака на плотность; (2.10) о) проверка индикаторного силикагеля; п) фазировка трансформаторов	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П.П. а); б); в); ж); о)	П. а) 1 раз в 4 года
		К (испытания при капитальном ремонте)	В зависимости от технического состояния	П.П. а); б); в); г); д); ж); з); и); к); л); м); н); о); п)	П.П. а); б); в); е); ж); з); - проверить перед выводом в кап. ремонт

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
16.2	Трансформаторы напряжения	П (перед вводом в эксплуатацию)		П.П. а); в); г); д); ж); з); и); к); м); о); п)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а); в); м); о)	
		К (при капитальном ремонте)	По мере необходимости в зависимости от технического состояния	П.П. а); б); в); г); д)	Пункты а); в); е); ж); з); - проверить перед выводом в кап. ремонт
17	Предохранители, предохранители-разъединители	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) испытание опорной изоляции повышенным напряжением (15.1) б) определение целостности плавких вставок (15.2) в) измерение сопротивления постоянному току токоведущей части патрона выхлопного предохранителя; (15.3) г) проверка предохранителя-разъединителя 5-ти кратным включениями отключениями (15.6)	
		К (испытания при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г)	П.П. а); б); в); е); ж); з); - проверить
18	Разрядники вентильные и ОПН	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления (17.1) б) измерение тока проводимости элементов разрядников; (17.3) в) измерение пробивных напряжений разрядников (17.6)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в год (перед грозовым периодом)	П.П. а), б)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в)	
19	Разъединители, отделители и короткозамыкатели	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (16.1) б) испытания повышенным напряжением; (16.2) в) измерение сопротивления постоянному току (16.3) г) проверка 5-ти кратным включениями отключениями (16.5) д) определение временных характеристик (16.6) е) проверка работы механической блокировки (16.7)	
		К (испытания при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б), в), г), д), е)	
20	Шины сборные и соединительные, ячейки ГРУ и РУ	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (8.1) б) испытания повышенным напряжением (8.2)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 6 лет	П.П. а), б)	

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЦ

№ п/п	Наименование оборудования	Вид испытаний оборудования	Периодичность	Объем профилактических испытаний	Примечание
21	Электродвигатели переменного тока	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции электродвигателя; (23.1) б) испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц; (23.3) в) измерение сопротивления постоянному току; (23.4) г) измерение зазоров между сталью ротора и статора; (23.5) д) проверка работы электродвигателя на холостом ходу; (23.7) е) проверка работы электродвигателя под нагрузкой; (23.10) ж) проверка срабатывания защиты машин до 1000 В при системе питания с заземленной нейтралью	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 3 года	П.П. а); б); ж); в); д)	
		К (при капитальном ремонте)		П.П. а); б); в); г); д); е); ж)	
22	Электропроводки до 1000 В	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (28.1) б) испытание изоляции повышенным напряжением (28.2) в) измерение сопротивления петли "фаза-нуль" (28.4)	
		Т (испытания при текущем ремонте)	1 раз в 6 лет	П.П. а)	П.П. а); б); в); е); ж); з); - проверить
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 12 лет	П.П. а); б)	
23	Измерение сопротивления петли фаза - нуль и сопротивления изоляции взрывозащищенного оборудования 0,4 кВ	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (28.1) б) измерение сопротивления петли «фаза-нуль» (28.4)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 2 года	П.П. а); б)	
		К (при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а), б)	
24	Измерение сопротивления петли фаза - нуль и сопротивления изоляции оборудования нормального исполнения (невзрывозащищенное)	П (перед вводом в эксплуатацию)		а) измерение сопротивления изоляции; (28.1) б) измерение сопротивления петли "фаза-нуль" (28.4)	
		М (межремонтные испытания)	1 раз в 4 года	П.П. а); б)	
		К (испытания при капитальном ремонте)	1 раз в 8 лет	П.П. а); б)	

Объемы, периодичность и нормы испытаний электрооборудования составлены на основании :

- ✘ Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей . Госэнергонадзор Минэнерго.2003 г.
- ✘ Объемы и нормы испытаний электрооборудования. РД 34.45-51.300-97. РАО ЕЭС России. 2001 г.
- ✘ Правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках, технические требования к ним. Апрохим 2000 г
- ✘ Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями . 1993 г.

**Николай Ильичев,  
Александр Салин,  
Вячеслав Серов**

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Проектирование распределительной сети предполагает решение ряда взаимосвязанных задач, которые в случае сложных промышленных объектов могут решаться разными группами специалистов. Проектирование системы электроснабжения состоит из следующих этапов.

- 1 *Определение электрических нагрузок с учетом режимов работы и пространственного размещения потребителей электрической энергии.* На этом этапе выполняется предварительная разработка структуры сети; оценивается необходимое число источников питания и трансформаторов; осуществляется предварительное распределение потребителей по уровням; определяется предварительный состав электротехнического оборудования сети.
- 2 *Разработка конфигурации схемы распределительной сети.* Здесь решаются задачи, связанные с:
  - ❖ определением расчетных нагрузок элементов;
  - ❖ потерями напряжения в нормальных режимах, при пусках и самозапусках;

- ❖ уровнями максимальных токов короткого замыкания (КЗ) для проверки стойкости оборудования;
- ❖ уровнями минимальных токов КЗ для проверки чувствительности защитных аппаратов.

Кроме того, выполняется выбор основного оборудования по номинальным токам, по стойкости токам КЗ, по потерям напряжения. Таким образом, решается комплекс вопросов функционального аспекта сети, а также предварительного размещения распределительных устройств в пространстве зданий и сооружений.

- 3 *Выбор основного оборудования сети с учетом его конструктивного исполнения конкретным заводом-изготовителем.* На этом этапе осуществляется выбор блоков управления и шкафов распределительных устройств с учетом задач, сформулированных при проектировании основного технологического процесса и в соответствии с принятой схемой распределительной сети. Возможна ситуация, когда проектная организация лишь готовит задание заводу-изготовителю, где данная

задача и выполняется в полном объеме. При выборе стандартных блоков может оказаться, что решения, принятые на предыдущем этапе, реализовать невозможно. В этом случае понадобятся уточнения схем и, соответственно, повторные расчеты.

4 **Размещение основного оборудования в пространстве помещений и определение кабельных трасс.** Этот этап может выполняться параллельно с названными этапами в составе задачи размещения технологического оборудования. Кабельные трассы намечаются на ранних стадиях проектирования. Еще при размещении технологического оборудования предусматривается место для распределительных устройств и устройств управления, а также определяются пространства для кабельных трасс. Вопросы окончательного размещения электротехнического оборудования решаются после размещения технологического оборудования и выбора состава распределительных устройств.

5 **Раскладка кабелей по трассам.** При проектировании энергетических объектов раскладка силовых, контрольных, кабелей и кабелей связи по трассам производится, как правило, за одну операцию после окончательного выбора и размещения технологического и электротехнического оборудования, выполнения проекта АСУ ТП, систем пожарной безопасности, системы охранной сигнализации, системы часофикации и т.п. Для выполнения процедуры раскладки собирается информация о кабелях всех систем. Если проект системы управления технологическим процессом и выбор оборудования распределительных устройств могут выполняться поставщиками оборудования, то кабельная раскладка осуществляется только подразделениями и организациями, ответственными за проектирование электрической части объекта.

6 **Формирование заказных спецификаций на электрическое оборудование и кабели.** Как правило, этот этап должен выполняться после завершения выбора оборудования и кабельной раскладки, однако в современных условиях для сокращения общих сроков сооружения сложных промышленных объектов и обеспечения заказа оборудования заказные спецификации приходится выпускать на ранних стадиях проектирования, а затем многократно их уточнять.

Вышеописанная последовательность может быть представлена блок-схемой, изображенной на рис. 1.

Компания CSoft предоставляет программное обеспечение, позволяющее реализовать всю технологическую цепочку проектирования электрической части для промышленных объектов, в том числе для таких специфических, как системы собственных нужд тепловых и атомных электростанций.

Предполагается, что технологическая схема формируется с использованием специального программного обеспечения (PLANT-4D P&ID, PDS 2D, SmartPlant P&ID и др.). Перечень электрифицированного оборудования подается в



**Рис. 1. Блок-схема последовательности проектных процедур при проектировании электрической части промышленного объекта**

электронном виде в качестве задания на проектирование электрической части, КИП и АСУ.

Для выполнения разработки конфигурации распределительной сети и выполнения комплексных расчетов может использоваться EnergyCS Электрика (рис. 2) – значительно усовершенствованный вариант поставлявшейся ранее программы ElectricA[1].

Программа позволяет решать следующие задачи:



**Рис. 2. Программа EnergyCS Электрика**

- ❖ определение расчетных нагрузок для всех элементов распределительной сети различными методами, включая представленные в «Указаниях по расчету электрических нагрузок РТМ 36.18.32.4-92»;
- ❖ расчет рабочих токов в фазных и нулевом проводах четырехпроводной сети по заданным нагрузкам, расчет фазных и линейных напряжений в каждой точке сети, а также определение наибольших отклонений напряжения в установившемся режиме;

Код	Обозначение	Наименование	Обозначение	ИТ	Госн	З	У	З	Фаз	Вид	Тип	Уров	АС	Число	Рем	Сем
№	ЭП	электрооборудования	группы, ЭП	№	станция	м	м	м				н	н	фаз	онт	ст
YUCL13AC002	Вахта стальная для автомобильного транспорта	YUCL13AC001	1	3	13	15	3	ADON	AD	AD025022	220	AC	3	025	000	
YUCL13AC003	Вахта стальная для автомобильного транспорта	YUCL13AC001	1	3	13	15	3	ADON	AD	AD025022	220	AC	3	025	000	
YUCL13AC001	Электрический профессиональный подкарандаш 0n-11Mn	YUCL13AC001	1	3	25	3	1	ADON	напряжение		400	AC	3	4	1	
YUCL13AC002	Электрический профессиональный подкарандаш 0n-11Mn	YUCL13AC001	1	3	21	1	1	ADON	напряжение		400	AC	3	10	1	
YUCL13AC001	Автоматический выключатель	YUCL13AC001	1	3	25	11	1	ADON	AD	AD025022	220	AC	3	25	000	
YUCL13AC001	Автоматический выключатель	YUCL13AC001	1	3	25	8	1	ADON	AD	AD025022	220	AC	3	25	000	
YUCL13AC001	Противопожарный датчик	YUCL13AC001	1	3	25	11	5	ADON	AD	AD025022	220	AC	3	3	000	

**Рис. 3. Перечень потребителей электрической энергии, полученный из системы проектирования предыдущего уровня**

- ❖ расчет потоков и потерь мощности во всех элементах сети в установившемся режиме работы;
- ❖ расчет величины тепловыделений в проводниках и электрооборудовании в заданных помещениях;
- ❖ расчет пиковых (пусковых) токов и времени их протекания во всех элементах сети, а также напряжений в каждой точке при протекании пиковых токов с оценкой наибольших отклонений напряжений от номинальных значений;
- ❖ определение для каждого элемента сети максимальных токов в начальный момент времени при трехфазном и однофазном КЗ и наибольшего значения ударного тока КЗ. Для трехфазных КЗ учитываются возможные подпитки от синхронных и асинхронных двигателей с учетом параметров установившегося режима, предшествующего КЗ;
- ❖ определение для каждого элемента сети минимальных токов при однофазном, двухфазном и трехфазном КЗ с учетом сопротивления дуги, а также нагревания токоведущих частей рабочим током и током КЗ (учет теплового спада);
- ❖ определение для каждой возможной точки КЗ времени отключения в соответствии с заданными характеристиками срабатывания основных и резервных защитных аппаратов;
- ❖ оценка температуры жил проводов и кабелей при рабочих токах и в моменты отключения токов КЗ основными и резервными защитами для проверки кабелей на термическую стойкость и невозгорание;
- ❖ автоматический выбор из встроенной базы данных сечений проводов и кабелей, коммутационных и защитных аппаратов;
- ❖ проверка селективности срабатывания защитных аппаратов с зависимой и независимой от тока характеристикой времени срабатывания, а также построение карт селективности;
- ❖ автоматизированный выбор уставок автоматов и номинальных токов плавких вставок предохранителей;
- ❖ расчеты для сетей постоянного тока с аккумуляторными батареями: расчет нагрузок, расчет максимальных и минимальных токов КЗ.

Весь комплекс расчетов выполняется на единой компьютерной модели и позволяет рассматривать множество схемно-режимных состояний. Для внесения в схему моди-

фикаций достаточно простым нажатием клавиши мыши изменить состояние коммутационных аппаратов.

Программу можно использовать и как самостоятельный продукт для выполнения комплексных расчетов, и как компоненту системы автоматизированного проектирования. В первом случае все данные вводятся вручную с использованием графического и табличного редакторов. Во втором формальный ввод информации о перечне потребителей электрической энергии осуществляется из САПР технологического процесса.

Перечень потребителей электрической энергии может быть представлен в табличной форме (рис. 3).

Объем информации в перечне потребителей должен быть достаточен для проектирования электроснабжения объекта и подключения его к АСУ. Как правило, здесь отображаются следующие сведения:

- ❖ обозначение (для тепловых и атомных станций это может быть код по системе KKS);
- ❖ код группы (признак идентичности параметров нескольких потребителей, выполняющих одинаковую функцию и имеющих одинаковые параметры);
- ❖ наименование;
- ❖ номинальная мощность;
- ❖ номинальное напряжение;
- ❖ коэффициент мощности (cosφ);
- ❖ коэффициент загрузки устройства;
- ❖ пусковой ток устройства;
- ❖ ожидаемое время пуска при номинальном напряжении;
- ❖ ожидаемое время пуска при пониженном напряжении (80%);
- ❖ информация о режиме работы;
- ❖ необходимость участия в самозапуске;
- ❖ необходимость АВР;
- ❖ признак необходимости управления от центрального ПТК (DCS);
- ❖ признак и способ местного управления;
- ❖ наличие аварийной местной кнопки Стоп;
- ❖ заводской тип двигателя (если определен);
- ❖ режим работы устройства и др.

Часть этих параметров необходима для выполнения расчета, а часть предназначена для передачи на следующий этап проектирования (например, для выбора блоков



№	Обозначение группы КТ	Наименование потребителей	Фаз	Тип нагрузки	Уровень AC DC	Число фаз	Риски кВт	Сек В	Время А	Сек Оп	Ис. в загрузке	Резерв	Ко	Кв			
1	ГРЭС(САР00)	Насос парового насоса мюфта в раздатной бм парогенератора	ЛД	АД-45-0/М	МЭ	AC	3	40	0.8	45.5	27.3	3.367	2		Днет	1	1
2	ГРЭС(САР00)	Насос парового насоса мюфта в раздатной бм паровой турбины	ЛД	АД-75-С/М	МЭ	AC	3	7.5	0.85	0.24	5.0	3.368	2		Днет	1	1
3	ГРЭС(САР00)	Насос парового дренажной турбины в паровой мюфта	ЛД	АД-5-С/М	МЭ	AC	3	5.5	0.85	0.26	37.8	3.368	2		Днет	1	1
4	ГРЭС(САР00)	Насос парового турбины мюфта	ЛД	АД-45-0/М	МЭ	AC	3	40	0.8	45.5	27.3	3.367	2		Днет	1	1

**Рис. 4. Перечень потребителей, распределенный по группам одинаковых, взаиморезервирующих потребителей**

управления и решения конструкторского аспекта проектирования распределительных устройств).

При вводе все электроприемники делятся на группы по принципу одинаковости и возможности взаимного резервирования. Так, если для обеспечения нормального технологического процесса необходимы три насоса, а по условиям обеспечения требуемого уровня надежности и резервирования принято решение об установке пяти, то все эти пять насосов образуют одну группу. В таблице групп содержатся все основные параметры потребителей электрической энергии, а в таблице электроприемников – только индивидуальные параметры каждого насоса (например, уникальное обозначение, пространственные координаты (X, Y, Z) и др.).

В начале проектирования сети проектировщику необходимо распределить электроприемники по источникам питания, а однофазные – еще и по фазам. В первом случае должна быть учтена необходимость питания взаиморезервирующих технологических устройств от двух разных независимых источников питания. Под источником питания в программе понимается энергосистема: вышестоящая сеть, автономный генератор, аккумуляторная батарея. Связь с системой, как правило, осуществляется через понижающие трансформаторы. При распределении нагрузок должна быть обеспечена равномерная загрузка трансформаторов. От автономных генераторов и аккумуляторных батарей питаются наиболее значимые электроприемники, требующие гарантированного питания.

Результаты оценки расчетных нагрузок (рис. 4) позволяют сразу оценить загруженность потребителя, а также необходимую мощность понижающего трансформатора и автономных источников энергии.

Однофазные электроприемники при распределении по фазам необходимо обеспечить равномерной загрузкой, определенной в результате расчета режимов.

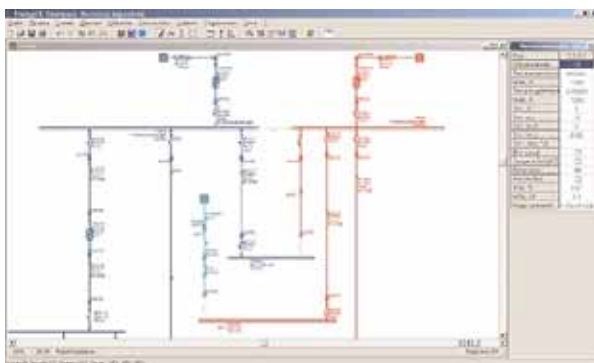
Задача проектировщика на этапе функционального проектирования схемы электроснабжения состоит в разработке конфигурации сети и выбора оборудования, способного обеспечить заданные функциональные характеристики:

- ❖ надежное электроснабжение всех электроприемников, представленных в исходных данных;
- ❖ коэффициенты загрузки всего сетевого оборудования с учетом поправки на температуру окружающей среды в соответствии с заданием;
- ❖ равномерное распределение по фазам при несимметричной нагрузке;
- ❖ соответствие отклонений напряжений во всех нормальных и послеаварийных режимах, а также при нормальных пусках механизмов напряжениям, оговоренным в задании; возможность их регулировки предусмотренными средствами регулирования напряжения;
- ❖ термическая стойкость к наибольшим токам КЗ в течение времени действия основных защит, исключая аварии, связанные с возгоранием кабелей, при отказе основных и срабатывании резервных защит;
- ❖ стойкость к динамическим воздействиям токов КЗ;
- ❖ чувствительность к минимально возможным токам КЗ, которые должны отключаться соответствующими защитами;
- ❖ согласованность защит разного уровня по селективности.

Выполнение перечисленных условий часто осложнено тем, что они могут противоречить друг другу. Как показывает практика, при проектировании без подобных программ, как правило, весь комплекс требований не выполняется: или допускается неселективность в отдельных частях схемы, или оборудование где-то оказывается нестойким при отказах защит и т.п.

Такие «огрехи проектирования» часто выявляются и исправляются в процессе пуско-наладочных работ, но могут остаться незамеченными со всеми вытекающими последствиями.

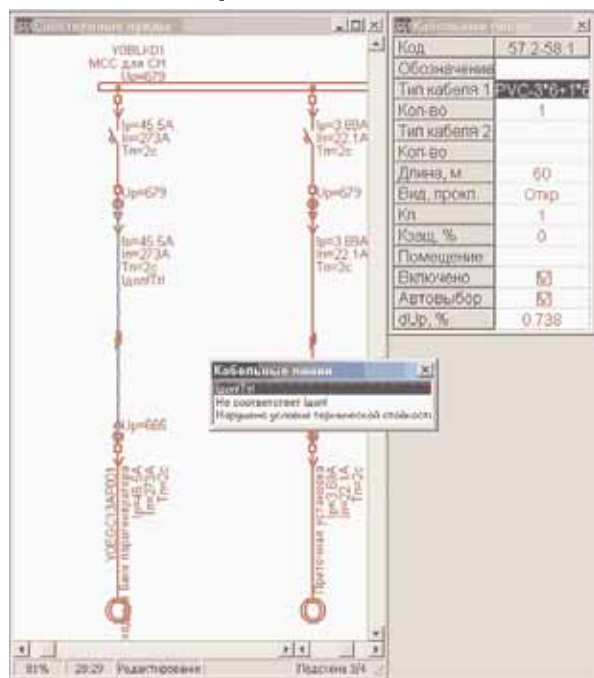
В EnergyCS Электрика ввод конфигурации схемы выполняется с использованием встроенного графического редактора. При этом в любой момент возможен расчет режима уже введенной части схемы и уточнение ее параметров.



**Рис. 5. Схема электроснабжения насосной станции (общая схема верхнего уровня)**



**Рис. 6. Схема сборки Y0BLJ02 насосной станции**



**Рис. 7. Часть схемы сборки Y0BLK01 насосной станции**

Единая модель схемы электроснабжения может быть представлена на многих листах. Предусмотрена возможность отображать как схему в целом, так схемы отдельных сборок. Например, на рис. 5 приведена общая схема верхнего уровня, воспроизводящая электроснабжение насосной станции. Детальное описание сборок перенесено на последующие листы. На рис. 6 и 7 приведены подсхемы 2 и 3, размещенные на разных листах. Такое представление упрощает визуальный анализ результатов расчетов и документирование. Кроме того, программа, конечно, позволяет изображать всю схему и на одном листе (максимальный допустимый размер – 10x10 м), но это неудобно.

Выполнение расчетов осуществляется заданием соответствующей команды главного или контекстного меню либо нажатием кнопки «!» панели инструментов. В программе всегда выполняется комплексный расчет. В любой момент доступна вся совокупность режимных параметров каждого элемента сети, на основе которых осуществляется выбор или проверяется пригодность для выполнения той или иной функции. Расчетчик только управляет видимостью параметров на схеме и в таблицах.

Контроль параметров, вышедших за допустимые пределы, выполняется при каждом комплексном расчете. Результаты проверки могут быть выведены на схему в виде специальных строк кодов. Например, левый кабель, изображенный на рис. 7, не соответствует предъявляемым требованиям к допустимому току и термической стойкости. Об этом свидетельствует строка «!доп!Тт!», появившаяся на схеме. Расшифровку кодов, которые выводятся на все проблемные элементы, можно получить в отдельном окне, как показано на рисунке. Одновременно возможно и цветное представление схемы: элементы, режимные значения которых не вписываются в допустимые пределы, окрашены в красный цвет, а отвечающие заданным параметрам – в черный.

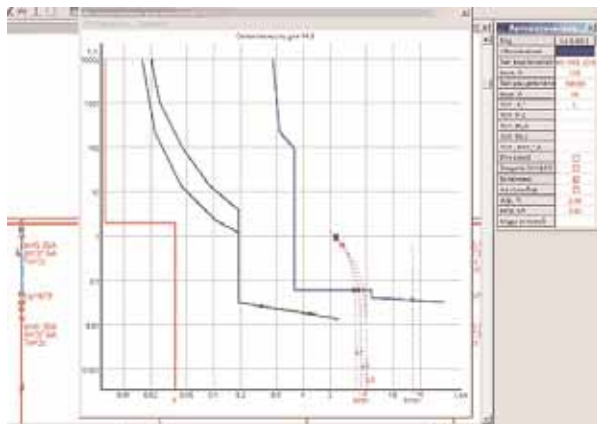
В числе прочих сообщений о нарушенных условиях выводится и сообщение о невыполненных условиях селективности.

Обеспечить селективность помогает график зависимости времени от тока (карта селективности), где выводится следующая информация.

1. Линия пускового рабочего тока нагрузки (красная).
2. Линия кривой срабатывания основной защиты участка (выделенного защитного аппарата) с учетом его текущих уставок (черная линия).
3. Линия кривой срабатывания резервной защиты участка (вышестоящей по отношению к выделенному защитному аппарату) с учетом его текущих уставок (синяя линия).
4. Линии минимальных токов короткого замыкания (однофазного, двухфазного и трехфазного) для данного защитного аппарата, отражающие изменение тока в зависимости от времени (пунктир). В верхней части эти линии могут заканчиваться перекрестьем, которое

обозначает точку нагрева жилы кабеля до температуры, предельной по возгоранию.

5. Линия максимального значения тока короткого замыкания. Несогласованность защит при токах, превышающих максимальный, не проверяется и не считается нарушением селективности.



**Рис. 8. Анализ селективности защит**

Программа не автоматизирует процесс согласования защит, а лишь информирует о согласованности или несогласованности уставок. Подбор уставок производится расчетником за конечное число операций. В программе предусмотрен режим «авторасчет», позволяющий мгновенно оценить влияние любой настройки на режимные параметры.

Часто для получения приемлемого решения приходится изменять изначально выбранную конфигурацию сети. Использование компьютерной модели позволяет произвести такое изменение с минимальными затратами: время тратится в основном на обдумывание и принятие решений.

## ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ В ГРАФИЧЕСКОЙ ФОРМЕ

Результаты вычислений могут быть представлены и в графическом виде, и в виде текстовых табличных документов. Возможен непосредственный вывод графического изображения на принтер или плоттер. Если принтер имеет ограниченный формат (A4 или A3), то изображение может быть разбито на заданное число листов и склеено после распечатки. При этом возможно его масштабирование как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Однако окончательные документы целесообразно формировать с использованием AutoCAD или MS Word. Специальный инструмент позволяет непосредственно из программы или с помощью файла формата DXF передать изображение в AutoCAD (в настоящее время такую задачу можно осуществить только для AutoCAD 2004-2005). Формат DXF поддерживается любой версией Windows. При любом способе передачи информация о цвете транслируется в слои, что позволяет после несложной настройки получить цветное изображение чертежа AutoCAD.

В MS Word изображение схемы может быть перенесено посредством системного буфера обмена. При этом благодаря внутреннему формату WMF (windows metafile) переданное в MS Word изображение остается векторным и масштабируемым. По качеству и цвету оно сохраняет строгое соответствие исходному в программе и к тому же занимает небольшой объем памяти. Если схема вписывается в формат до A3, а принтеры поддерживают такой формат – это лучшее решение для организации.

## ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ В ТАБЛИЧНОЙ ФОРМЕ

Результаты в табличной форме могут быть непосредственно выведены на принтер. Однако для оформления итоговой документации на основе расчетов целесообразно воспользоваться внешней программой – например, MS Word с применением заранее заготовленных шаблонов. На рис. 9 приведен пример кабельного журнала, автоматически полученного таким способом.

**Рис. 9. Пример выходного документа, полученного в автоматическом режиме на основе расчетов**

Таким образом, программа EnergyCS Электрика позволяет сформировать конфигурацию сети и выбрать необходимый состав оборудования. Однако это лишь часть проектной задачи. Не решены вопросы конструктивного исполнения. Выбраны абстрактные автоматические выключатели, но не рассмотрен способ их монтажа, не определена формула заказа. Обычно используется комплектное оборудование, а автоматические выключатели с их распределителями – это компоненты шкафов или блоков управления.

Конструктивное проектирование распределительных устройств

Выполнение конструктивной части проекта электроснабжения обеспечивает ElectricCS ADT. Если установлен тип распределительного устройства, то на основе информации о конфигурации сети, полученной из программы EnergyCS Электрика, эта система позволит:

- ❖ выбрать необходимые типы блоков, которые соответствуют месту РУ в сети и его функциональному назначению;
- ❖ выполнить обозначение всех элементов в соответствии с заданными правилами, определяемыми стандартом предприятия;

№	Имя	Позиция	Позиция0	ТипБлока	Продл	Длина	Класс	Тип	Модель
1	ИсточнИспитания						Система		
2	Трансформатор	Y0BHT09					Трансформатор	TM-1250/10	
3	Автомат	10					Автомат	M12N1	
4	Распределительное устройство	Y0BHIJ	Y0BHIJ				РУ		
5	Автомат		Y0BHK	LA			Автомат	M12N1	
6	Распределительное устройство	Y0BHK	Y0BHK				РУ		
7	Автомат		Y0BLJ02	LA			Автомат	NS-100N	
8	Кабель Силовой	Y0BLJ02-01	Y0BLJ02			15	Кабель	XLPE	XLPE-5x50
9	Автомат		Y0BLJ02	LA			Автомат	NS-100L	
10	Распределительное устройство	Y0BLJ02	Y0BLJ02				РУ		
11	Автомат		Y1SAE20AH011	DT					
12	Кабель Силовой	Y1SAE20AH011-01	Y1SAE20AH011						
13	Электроприемник	Y1SAE20AH011	Y1SAE20AH011						
14	Автомат		Y1SAE20AH012	DT					
15	Кабель Силовой	Y1SAE20AH012-01	Y1SAE20AH012						
16	Электроприемник	Y1SAE20AH012	Y1SAE20AH012						
17	Автомат		Y1SAE40AH001	DT			Автомат	NS-100L	
18	Кабель Силовой	Y1SAE40AH001-01	Y1SAE40AH001				Кабель		
19	Электроприемник	Y1SAE40AH001	Y1SAE40AH001				Электромотор	АД-3-0.69	
20	Автомат		Y1SAE41AH011	DT			Автомат	NS-100L	
21	Кабель Силовой	Y1SAE41AH011-01	Y1SAE41AH011			25	Кабель	PVC	PVC-5x16
22	Электроприемник	Y1SAE41AH011	Y1SAE41AH011				Электромотор	АД-4.5-0.69	
23	Автомат		Y1SAE41AH012	DT			Автомат	NS-100L	
24	Кабель Силовой	Y1SAE41AH012-01	Y1SAE41AH012			20	Кабель	PVC	PVC-4x16
25	Электроприемник	Y1SAE41AH012	Y1SAE41AH012				Электромотор	АД-4.5-0.69	
26	Автомат		Y1SAE50AH011	DT			Автомат	NS-100L	

Рис. 10. Таблица данных для передачи в ElectricCS ADT

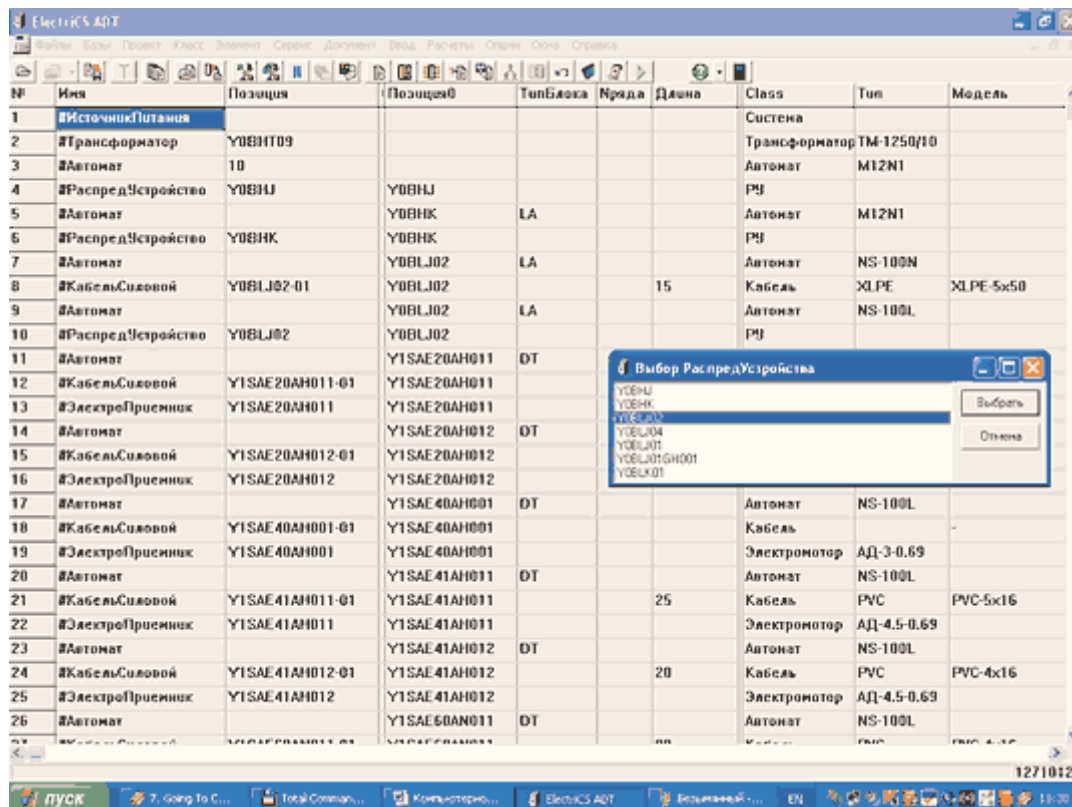


Рис. 11. Выбор распределительного устройства и описание элементов сети в программе ElectricCS ADT

- ❖ создать полный набор проектной документации, описывающий принятые решения (это может быть задание заводу на изготовление распределительных устройств и распределительных щитов или итоговая проектная документация в виде однолинейных электрических схем с заполнением ячеек щитов и РУ и со схемой заполнения шкафов блоками).

Передача информации о конфигурации сети осуществляется посредством специальной таблицы программы EnergyCS Электрика, приведенной на рис. 10.

Эта таблица наряду со специфической структурной информацией (колонки 1-6) содержит сведения обо всех результатах полного комплексного расчета. Таблица передается в ElectricCS ADT через файл обмена формата CSV или XML (в дальнейшем планируется обеспечить возможность передачи через межпрограммный интерфейс).

На рис. 11 приведены окно выбора распределительных устройств, выделенных в ElectricCS ADT на основе анализа топологии модели, а также перечень присоединений до интеллектуальной обработки данных.

На рис. 13 показаны результаты замены автоматических выключателей блоками КРУЗА и автоматического нанесения проектных позиций. Для документирования остается выделить присоединения распределительного устройства и дать команду для их автоматического нанесения на заранее разработанную подоснову чертежа.

Результат автоматизированного формирования итогового чертежа в AutoCAD приведен на рис. 14.

### КАБЕЛЬНАЯ РАСКЛАДКА

Раскладка кабелей по трассам зданий и сооружений производится на заключительном этапе проектирования электроснабжения. Для ее выполнения необходимы: описа-

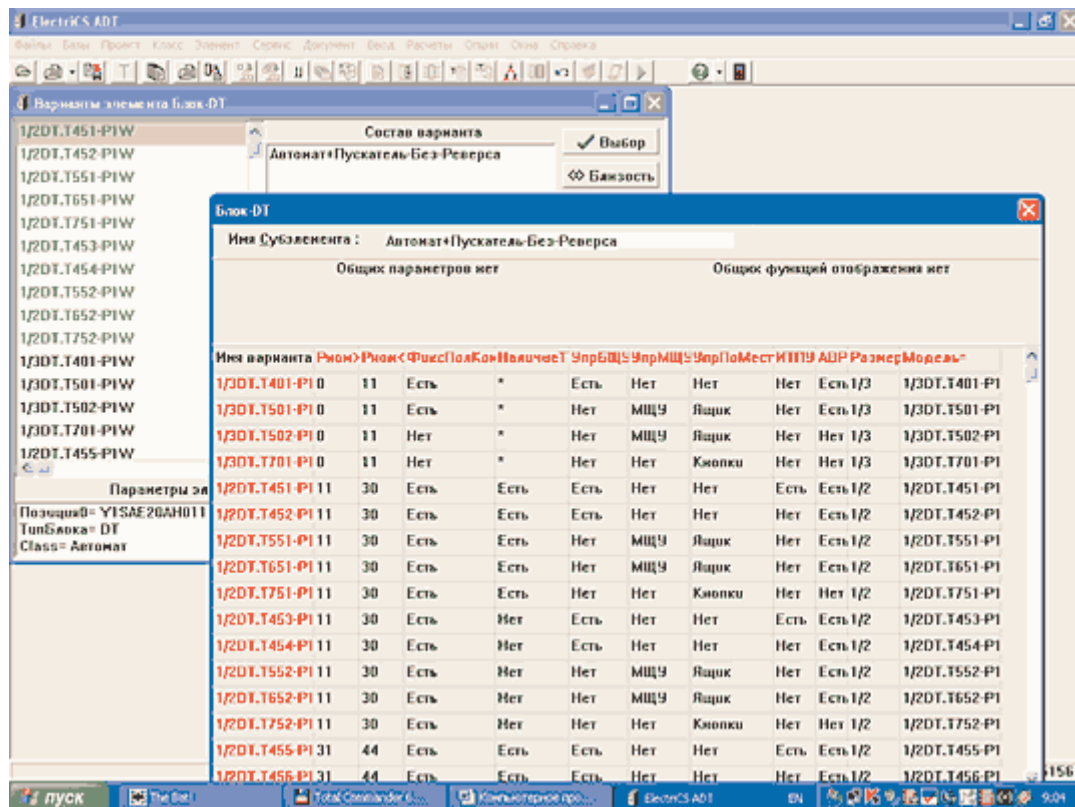


Рис. 12. Уточнение требований к блоку при автоматизированном выборе в ElectricCS ADT

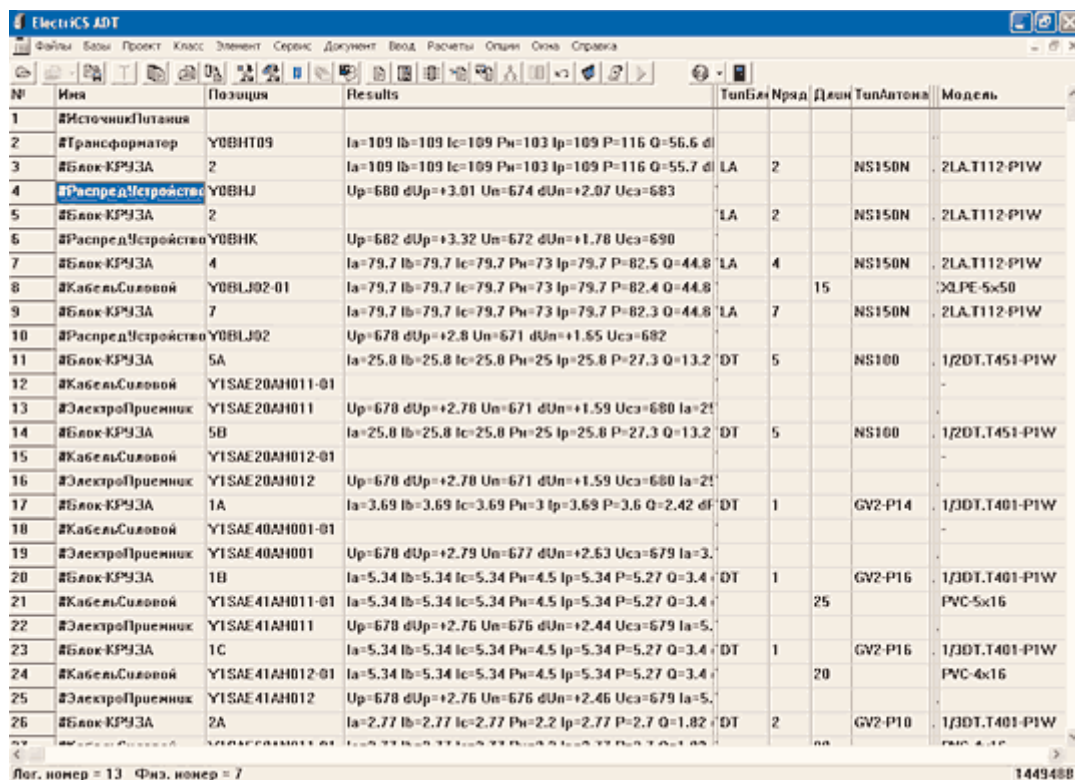


Рис. 13. Таблица присоединений РУ с результатами расчетов и нанесения проектных позиций

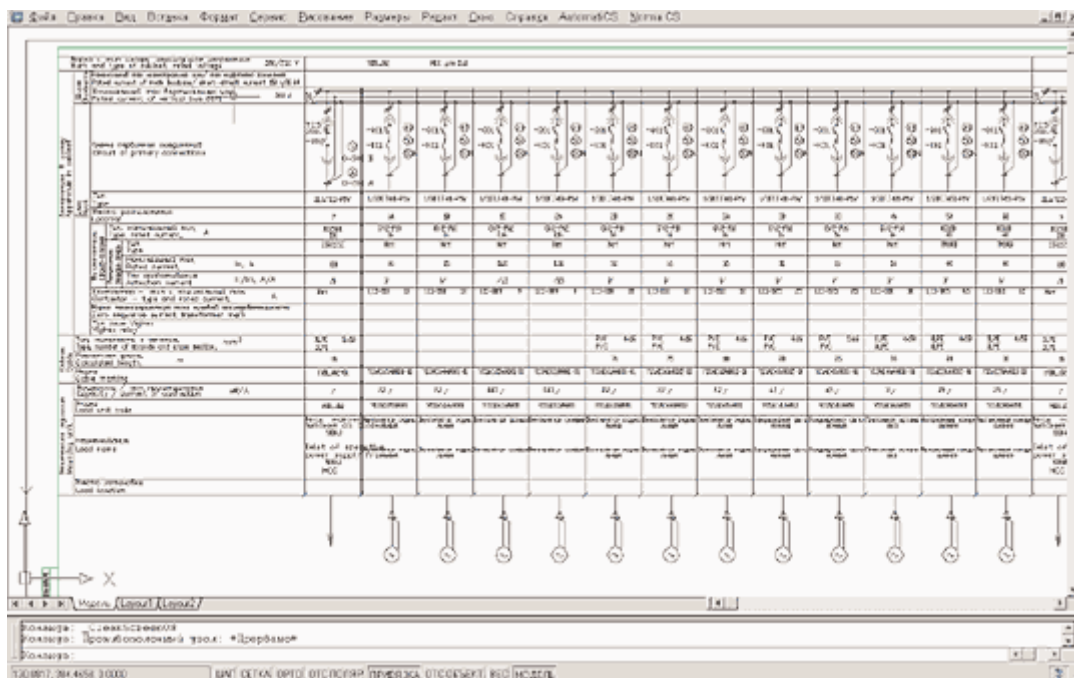


Рис. 14. Результат автоматического построения чертежа в AutoCAD на основе расчетной модели, подготовленной в EnergyCS Электрика

№	Имя	Позиция	Откуда	Куда	Трасса	Диаметр	Тип	NxS
1	Кабель	11VE11D001-01a,b,c	11BU02	11VE11D001	11K2010_11K2002_11W95003_1_320		BBFier-LS	3[1x120]
2	Кабель	10CN06H-01a	10CN07	10CN06H001.2	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x150+1x70
3	Кабель	10CN06H-01b	10CN07	10CN06H001.2	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x150+1x70
4	Кабель	10CN60H-01a	10CN07	10CN60H001.3	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x95+1x70
5	Кабель	10CN60H-01b	10CN07	10CN60H001.3	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x95+1x70
6	Кабель	10CR06H-01a	10CR07	10CR06H001.2	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
7	Кабель	10CR06H-01b	10CR07	10CR06H001.2	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
8	Кабель	10CR60H-02a	10CR07	10CR60H001.6	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
9	Кабель	10CR60H-02b	10CR07	10CR60H001.6	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
10	Кабель	10DW11C2_0303-01	10CJ03	10DW11C2_0303	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	54	BBFier-LS	4x95+1x70
11	Кабель	10EZ04-01	10CR07	10EZ04GH01	10E209_10E033_10EV099_11E001_11Y001166		BBFier-LS	4x95+1x70
12	Кабель	10RY50D001-01	10CR02	10RY50D001	10E036_10E039_10Y015_10Y008_10W112134		BBFier-LS	4x185
13	Кабель	10CP01H-01	10CP06	10CP01H001	10E200_10E016_10EV051_10E001_10EV06448		BBFier-FRLS	4x185+1x95
14	Кабель	10CN08H_01	10CN07	10CN08H001	10E206_10E033_10EV199_14E001_14Y001482		BBFier-FRLS	4x185+1x95
15	Кабель	10CX01H_01	10CX06	10CX01H001	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05428		BBFier-FRLS	4x185+1x95
16	Кабель	10CY02H_01	10CY06	10CY02H001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001465		BBFier-FRLS	4x185+1x95
17	Кабель	10LXV01-01	10CQ06	10LXV01	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05432		BBFier-FRLS	4x185+1x95
18	Кабель	10LXJ06-01	10CJ04	10LXJ06	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001489		BBFier-FRLS	4x185+1x95
19	Кабель	10VF11D001-01a	10CD02	10VF11D001	10E200_10E013_10EV041_10E004_10EV06460		BBFier-FRLS	3x150
20	Кабель	10VF11D001-01b	10CD02	10VF11D001	10E200_10E013_10EV041_10E004_10EV06460		BBFier-FRLS	3x150
21	Кабель	10VF12D001-01a	10CD03	10VF12D001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001477		BBFier-FRLS	3x150
22	Кабель	10VF12D001-01b	10CD03	10VF12D001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001477		BBFier-FRLS	3x150
23	Кабель	10VR01D001-01	10CY02	10VR01D001	10E209_10E206_10E027_10EV083_10E002477		BBFier-FRLS	4x185
24	Кабель	10VR02D001-01	10CK04	10VR02D001	10E210_10E033_10EV199_14E001_14Y001486		BBFier-FRLS	4x185
25	Кабель	10DW01M340-01	10CK05	10DW01M340	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05427		BBFier-FRLS	4x185+1x95
26	Кабель	10DW02M350_01	10CK04	10DW02M350	10E210_10E033_10EV199_14E001_14Y001486		BBFier-FRLS	4x185+1x95

Рис. 15. Кабели, разложенные по трассам в ElectricCS 3D

№	Имя	Позиция	Откуда	Куда	Трасса	Длина	Тип	№xS
1	Кабель	11VE11D001-01a,b,c	11BU02	11VE11D001	11K2018_11K2007_11K2002_11W95003_1_320		BBFier-LS	3[1x120]
2	Кабель	10CN06H-01a	10CN07	10CN06H001.2	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x150+1x70
3	Кабель	10CN06H-01b	10CN07	10CN06H001.2	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x150+1x70
4	Кабель	10CN60H-01a	10CN07	10CN60H001.3	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x95+1x70
5	Кабель	10CN60H-01b	10CN07	10CN60H001.3	10E206_10E033_10EV099_11E001_11Y001175		BBFier-LS	4x95+1x70
6	Кабель	10CR06H-01a	10CR07	10CR06H001.2	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
7	Кабель	10CR06H-01b	10CR07	10CR06H001.2	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
8	Кабель	10CR60H-02a	10CR07	10CR60H001.6	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
9	Кабель	10CR60H-02b	10CR07	10CR60H001.6	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	68	BBFier-LS	4x95+1x70
10	Кабель	10DW11C2_0303-01	10CJ03	10DW11C2_0303	10E209_10Y011_10YV032_10W86002	54	BBFier-LS	4x95+1x70
11	Кабель	10E204-01	10CP07	10E204GH01	10E209_10E033_10EV099_11E001_11Y001166		BBFier-LS	4x95+1x70
12	Кабель	10RY50D001-01	10CR02	10RY50D001	10E036_10E039_10Y015_10Y008_10W112134		BBFier-LS	4x185
13	Кабель	10CP01H-01	10CP06	10CP01H001	10E200_10E016_10EV051_10E001_10EV06448		BBFier-FRLS	4x185+1x95
14	Кабель	10CN08H-01	10CN07	10CN08H001	10E206_10E033_10EV199_14E001_14Y001482		BBFier-FRLS	4x185+1x95
15	Кабель	10CX01H-01	10CX06	10CX01H001	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05428		BBFier-FRLS	4x185+1x95
16	Кабель	10CY02H-01	10CY06	10CY02H001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001465		BBFier-FRLS	4x185+1x95
17	Кабель	10LXV01-01	10CQ06	10LXV01	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05432		BBFier-FRLS	4x185+1x95
18	Кабель	10LX09-01	10CJ04	10LX06	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001489		BBFier-FRLS	4x185+1x95
19	Кабель	10VF11D001-01a	10CD02	10VF11D001	10E200_10E013_10EV041_10E004_10EV06460		BBFier-FRLS	3x150
20	Кабель	10VF11D001-01b	10CD02	10VF11D001	10E200_10E013_10EV041_10E004_10EV06460		BBFier-FRLS	3x150
21	Кабель	10VF12D001-01a	10CD03	10VF12D001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001477		BBFier-FRLS	3x150
22	Кабель	10VF12D001-01b	10CD03	10VF12D001	10E209_10E033_10EV199_14E001_14Y001477		BBFier-FRLS	3x150
23	Кабель	10VR01D001-01	10CY02	10VR01D001	10E209_10E206_10E027_10EV083_10E002477		BBFier-FRLS	4x185
24	Кабель	10VR02D001-01	10CK04	10VR02D001	10E210_10E033_10EV199_14E001_14Y001486		BBFier-FRLS	4x185
25	Кабель	10DWO1M340-01	10CX05	10DWO1M340	10E203_10E019_10EV061_10E001_10EV05427		BBFier-FRLS	4x185+1x95
26	Кабель	10DWO2M350-01	10CK04	10DWO2M350	10E210_10E033_10EV199_14E001_14Y001486		BBFier-FRLS	4x185+1x95

Рис. 16. Кабельный журнал, сформированный в MS Word

ние трасс, полученное из трехмерной модели, перечень конечных точек-потребителей и перечень собственно кабелей для раскладки. Как правило, на таких объектах, как тепловые или атомные станции, за одну операцию раскладываются по трассам не только силовые кабели, но и кабели АСУ ТП, связи, сигнализации и т.п. Программа ElectricCS 3D, предназначенная для решения именно таких задач, обладает эффективными инструментами для объединения перечней кабелей, являющихся частью общей компьютерной модели и формируемых в разных проектирующих системах: EnergyCS Электрика, ElectricCS ADT, AutomatiCS ADT. Кроме того, ElectricCS 3D имеет собственные средства ввода описания кабелей, полученных в результате неавтоматизированного проектирования.

Описания кабельных трасс могут быть представлены в табличном виде или получены непосредственно из трехмерной модели компонентов объекта, подготовленной в системах PLANT-4D, PDS 3D, Smart Plant 3D и др. Результатом кабельной раскладки является кабельный журнал с описанием трасс (рис. 15). На рис. 16 показан выходной документ, автоматически сформированный на основе модели.

В результате кабельной раскладки неизбежно увеличение длин кабелей (иногда в три раза!). Это может привести к повышению потерь напряжения и нарушению чувствительности некоторых защит. Поэтому после раскладки ка-

белей необходимо проведение повторного расчета. Поскольку программы работают с компьютерной моделью, то выполнение проверочных расчетов не составляет труда. Результаты таких расчетов, естественно, могут привести к изменению отдельных принятых проектных решений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье мы привели пример взаимодействия различных программ для получения проектных решений, оформленных в виде проектной документации по силовой электрической части сложных промышленных объектов. При описании последовательности выполнения проектных процедур всегда предполагается наличие проектирующих систем для других частей проекта, взаимодействующих с системой проектирования электрической части. Речь идет не столько о конкретных программах, сколько о возможности их использования в составе системы проектирования. Применение упомянутых в статье программных средств ведет к существенным сокращениям трудозатрат при выполнении электротехнического проектирования и повышению качества полученных решений.

[1] – В рамках технической поддержки будет осуществляться свободный обмен ElectricCA на EnergyCS Электрика.

По материалам журнала CADmaster

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОМПРЕССОРНЫМИ СТАНЦИЯМИ

### Управление компрессорами

Целью управления является минимизация потребления энергии и износа, а также обеспечение максимальной готовности компрессора. В зависимости от конструкции, размеров и области применения существуют различные типы управления: по выходному (сетевому) давлению, по объемной производительности, по мощности, потребляемой двигателем компрессора, и др.

В компрессорах компании BOGE используется управление по выходному давлению.

### Определения

Давление включения  $P_{min}$ . Это минимальное давление, при котором компрессор должен включиться. Давление включения  $P_{min}$  должно быть как минимум на 0,5 бар выше требуемого сетевого давления.

Давление выключения  $P_{max}$ . Это максимальное давление, при котором компрессор должен выключиться. Для поршневых компрессоров давление выключения  $P_{max}$  должно быть приблизительно на 20% выше, чем давление включения  $P_{min}$  (например, давление включения 8 бар, давление выключения 10 бар). Для винтовых компрессоров давление выключения  $P_{max}$  должно быть на величину от 0,5 бар до 1 бар выше, чем давление включения (например, давление включения 9 бар, давление выключения 10 бар).

### Рабочие состояния

Рабочее состояние - это текущий рабочий режим компрессора. Понятие рабочего состояния является базовым при выборе метода управления компрессором.

◆ **Остановка с готовностью к пуску.** Компрессор остановлен, но всегда готов к работе. При возобновлении потребления сжатого воздуха он автоматически включается для работы с нагрузкой.

◆ **Холостой ход.** Компрессор работает, но не выдает сжатый воздух (при этом экономится энергия, затрачиваемая на сжатие воздуха). При возобновлении потребления сжатого воздуха он сразу же переключается на работу с нагрузкой. Холостой ход предотвращает вредные частые включения двигателя привода и предотвращает ускоренный износ компрессора.

Существуют различные способы обеспечения режима холостого хода. Например:

◆ **Прямое соединение линии всасывания с линией нагнетания.** Этому способу присущи большие потери давления. Существенна установка обратного клапана.

◆ **Перекрытие линии всасывания.** Линия всасывания компрессора перекрывается с помощью клапана. Объем всасываемого воздуха падает до нуля и компрессору просто нечего сжимать. Потери давления при этом небольшие.



◆ Перекрытие линии нагнетания. Линия нагнетания компрессора перекрывается с помощью клапана. Сжатый воздух не может поступать в магистраль. Нет потока сжатого воздуха.

*В компрессорах BOGE режим холостого хода достигается перекрытием линии всасывания.*

◆ **Частичная нагрузка.** Производительность компрессора подстраивается к реальному потреблению сжатого воздуха. При снижении производительности компрессора несколько снижается и потребление энергии. Сетевое давление  $P_n$  остается постоянным.

Существует несколько методов регулирования объемной производительности компрессора. При необходимости они могут комбинироваться.

◆ Управление скоростью. Изменение скорости двигателя изменяет и объемную производительность компрессора. Этот метод используется главным образом в компрессорах с приводом от двигателя внутреннего сгорания. В компрессорах с приводом от электродвигателя управление скоростью осуществляется обычно с помощью частотного преобразователя. Этот способ обеспечивает плавную регулировку объемной производительности компрессора в диапазоне от 40 % до 100 % номинальной производительности.

Управление заслонкой в линии всасывания. Регулируемая заслонка в линии всасывания позволяет уменьшать объем всасываемого воздуха. Для автоматического управления используется клапан давления с сервомотором, который управляется системным давлением. Когда системное давление падает, клапан соответственно открывается, компрессор всасывает больше воздуха и его объемная производительность возрастает. Когда системное давление стабилизируется, заслонка клапана закрывается и компрессор работает на холостом ходу.

Объемная производительность регулируется в диапазоне от 0 до 100%. Потребление электроэнергии при этом не падает ниже 70%.

Компрессоры компании BOGE в стандартном исполнении не оснащаются какими-либо средствами для плавного регулирования объемной производительности. По специальному заказу винтовой компрессор с масляной смазкой любой модели может быть оснащен на заводе-изготовителе регулируемой заслонкой в линии всасывания.

Управление скоростью с помощью частотного преобразователя реализовано в винтовых компрессорах серии SF (компрессорных станциях серии SDF).

**Работа под нагрузкой.** Компрессор производит максимальное количество сжатого воздуха. Он потребляет максимальное количество энергии.

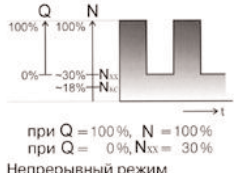
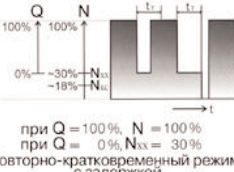
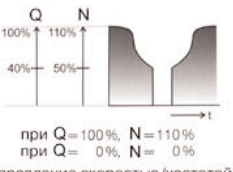
### Управление отдельными компрессорами

Как уже упоминалось выше, целью управления является минимизация потребления энергии и износа. Для достижения этих целей система управления компрессора комби-

нирует 4 описанных рабочих состояния в зависимости от выбранного метода управления. Выбирая рабочие состояния и их последовательность, система управления реализует различные режимы работы компрессора.

Самый простой и самый экономичный режим работы называется режимом базовой

Режим базовой нагрузки	Практическое применение	
Самый простой и самый экономичный режим работы называется <b>режимом базовой нагрузки</b> . При этом компрессор работает непрерывно при стабильном потреблении сжатого воздуха, без потерь, связанных с работой без нагрузки	На практике такие условия существуют только для компрессоров базовой нагрузки в многокомпрессорных системах. В режиме базовой нагрузки достигается наивысший возможный общий уровень эффективности компрессора	<p>при <math>Q = 100\%</math>, <math>N = 100\%</math> при <math>Q = 0\%</math>, <math>N = 0\%</math></p> <p>Режим базовой нагрузки</p>
<b>Повторно-кратковременный режим</b>	<b>Практическое применение</b>	
При повторно-кратковременном режиме эффективность использования электроэнергии так же высока, как и в режиме базовой нагрузки. Компрессор работает с нагрузкой. При достижении давления выключения $P_{max}$ он выключается, и не потребляет энергии. При падении давления до давления включения $P_{min}$ компрессор снова включается и работает с нагрузкой	Повторно-кратковременный режим с задержкой объединяет преимущества повторно-кратковременного режима и непрерывного режима. Потребление энергии при этом ниже, чем в непрерывном режиме	<p>при <math>Q = 100\%</math>, <math>N = 100\%</math> при <math>Q = 0\%</math>, <math>N = 0\%</math></p> <p>Повторно-кратковременный режим</p>

<p><b>Непрерывный режим</b></p> <p>Непрерывный режим исключает выключение двигателя и уменьшает износ. Компрессор работает с нагрузкой. При достижении давления выключения <math>P_{max}</math> компрессор переключается на холостой ход, при котором общее потребление электроэнергии составляет приблизительно 30% от потребления при полной нагрузке. При падении давления до давления включения <math>P_{min}</math> компрессор переключается с холостого хода на работу с нагрузкой</p>	<p><b>Практическое применение</b></p> <p>Непрерывный режим идеально подходит для систем с небольшим объемом ресивера. Он гарантирует, что для электродвигателя не будет превышена максимальная допустимая частота включений</p>	 <p>при <math>Q = 100\%</math>, <math>N = 100\%</math> при <math>Q = 0\%</math>, <math>N_{xx} = 30\%</math> Непрерывный режим</p>	<p>упасть до давления включения <math>P_{min}</math>, компрессор переключается с холостого хода на работу с нагрузкой, иначе выключается.</p>		
<p><b>Повторно-кратковременный режим с задержкой</b></p> <p>Реле давления управляет компрессором совместно с таймером. Компрессор работает с нагрузкой. При достижении давления выключения <math>P_{max}</math> компрессор переключается на холостой ход и работает на холостом ходу в течении времени, указанного на таймере. Если давление, за этот промежуток времени, успевает</p>	<p><b>Практическое применение</b></p> <p>Повторно-кратковременный режим с задержкой объединяет преимущества повторно-кратковременного режима и непрерывного режима. Потребление энергии при этом ниже, чем в непрерывном режиме.</p>	 <p>при <math>Q = 100\%</math>, <math>N = 100\%</math> при <math>Q = 0\%</math>, <math>N_{xx} = 30\%</math> Повторно-кратковременный режим с задержкой</p>	<p><b>Управление скоростью/частотой</b></p> <p>Управление скоростью/частотой регулирует объемную производительность компрессора от 0% до 100% при потреблении энергии от 35% до 110%. Управление производительностью обеспечивается путем управления скоростью компрессора (электродвигателя)</p>	<p><b>Практическое применение</b></p> <p>Управление скоростью/частотой целесообразно при малом объеме ресивера или при больших колебаниях потребления сжатого воздуха. Этот режим экономичен в диапазоне изменений объемной производительности компрессора от 40% до 100%</p>	 <p>при <math>Q = 100\%</math>, <math>N = 110\%</math> при <math>Q = 0\%</math>, <math>N = 0\%</math> Управление скоростью/частотой</p>
			<p><b>Пояснения к иллюстрациям</b></p> <p>Q – объемная производительность N – общее потребление электроэнергии Nxx – общее потребление электроэнергии на холостом ходу Nks – Потребление электроэнергии компрессорной ступенью на холостом ходу tt – время дополнительной работы</p>		

## **СПРАВОЧНИК ЭНЕРГЕТИКА.**

**М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС». –2006. – 488 с.**

В задачах, стоящих перед энергетиками России, предусматривается прежде всего широкое внедрение энергосберегающих техники и технологии. В связи с этим важное значение приобретает рационализация энергопотребления, включающая в себя снижение расхода тепловой и электрической энергии и увеличение энерговооруженности промышленности, транспорта и сельского хозяйства. Здесь ведущая роль принадлежит инженерно-техническому персоналу, занимающемуся вопросами распределения и потребления электрической и тепловой энергии на различных объектах.

Особенностью настоящего времени является появление большого количества нового электроэнергетического и теплотехнического оборудования при том, что значительная часть действующего оборудования отработала свой нормативный срок и устарела.

Помощь в решении всех этих вопросов должны оказать материалы настоящего справочника, в который включены необходимые сведения по выбору теплового и электрооборудования. В справочнике учтены запросы специалистов, занимающихся эксплуатацией электротехнических и теплотехнических аппаратов, устройств и систем.

Подготовлен справочник коллективом авторов – сотрудников и преподавателей Московского энергетического института (технического университета) и Тверского Государственного технического университета.

Справочник состоит из двух разделов и приложения. В первом разделе (электротехническом) приведены систематизированные сведения по электрооборудованию напряжением до и выше 1 кВ ( выключателям, контакторам, силовым и измерительным трансформаторам, разъединителям,

конденсаторам, кабелям, низковольтному оборудованию), а также справочные материалы по электрическому освещению. Таблицы параметров современного электрооборудования ( силовых выключателей, трансформаторов и кабелей, воздушных линий, конденсаторов и конденсаторных установок, контакторов) приведены в отдельной большой главе раздела.

Во втором разделе рассмотрено энергосиловое и тепломеханическое оборудование. Здесь даны основные сведения по энергетическому топливу, промышленным котельным установкам, типоразмерам и параметрам паровых и водогрейных котлов. Представлены типы нагнетательных машин: насосы, вентиляторы и компрессоры, рассмотрены принципы их работы, характеристики, способы регулирования и расчеты мощности на валу и приводного электродвигателя. Показаны конструкции теплообменных аппаратов и приведены примеры расчета теплообменников разных типов. В отдельной главе приведены сведения об автономных источниках энергоснабжения предприятий. Раздел дополнен большим количеством таблиц с параметрами нового теплоэнергетического и теплотехнического оборудования.

В приложении рассмотрены вопросы энергоаудита на предприятиях промышленности, объектах сельскохозяйственного назначения. Здесь рассмотрены цели и задачи, порядок проведения энергоаудита, а также приведены таблицы параметров оборудования для его проведения.

*В книге 488 страниц, выпущена она в твердом переплете.*

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ КНИГИ СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:  
107996, Г. МОСКВА, УЛ. САДОВАЯ-СПАССКАЯ, Д.18, ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»,  
ТЕЛ. 207-19-45, 207-22-95, 207-21-25.**

## **ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ. СПРАВОЧНОЕ ПОСОБИЕ.**

**М.: ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС», 2006 Г.**

В задачах, стоящих перед энергетиками России, преВ 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 динамических измерений пришли цифровые, 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, микрологгеры, 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.

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ КНИГИ СЛЕДУЕТ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:  
107996, Г. МОСКВА, УЛ. САДОВАЯ-СПАССКАЯ, Д.18, ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»,  
ТЕЛ. 207-19-45, 207-22-95, 207-21-25.  
АДРЕС В ИНТЕРНЕТЕ: WWW.KOLOC.RU**

**И.Б. Омельченко,**  
кандидат экономических  
наук

# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К НОРМИРОВАНИЮ ТРУДА РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Одним из наиболее важных вопросов, стоящих сегодня перед предприятиями, является нормирование и планирование численности ремонтного персонала. Многие предприятия не ведут важной статистической отчетности по единицам ремонтной сложности и, как правило, затрудняются в расчетах нормативной численности ремонтного персонала. А ведь это очень значительное число работников: слесари-ремонтники, электромонтеры, электрики, электрогазосварщики, слесари аварийно-восстановительных работ, монтажники и пр.

Для определения и планирования их численности необходимо огромное количество трудозатрат, т.к. имеющиеся методики давно устарели и не отвечают требованиям, существующим на предприятиях.

В зависимости от особенностей изучаемых трудовых процессов и целей исследования могут быть использованы различные источники информации о трудовом процессе, а также различные методы анализа, технические средства получения и обработки исходных данных.

Как известно, источниками информации служат данные системного учета труда на предприятиях, ре-

зультаты изучения трудовых процессов, а также результаты анкетного опроса работников. Общее представление о разделении труда и расстановке рабочих по рабочим местам можно получить, изучая группировку рабочих по цехам, отделениям, участкам.

Методы нормирования труда отличаются преимущественно характером используемых исходных данных.

Наиболее распространенным является аналитически расчетный метод нормирования.

## **Методы разработки нормативов численности:**

- 1. Аналитически-исследовательский метод**, основанный на определении норм времени и норм выработки. Инструменты: хронометраж, фотография рабочего дня, моментные наблюдения. Все эти виды замеров проводятся нормировщиками (экспертами). Этот метод применяется при отсутствии базовых нормативов или если они не могут быть использованы из-за несоответствия конкретным условиям.

**Достоинства:** достаточная точность в расчетах; обоснованность.

**Недостатки:** высокие финансовые затраты; длительный период времени, необходимый для проведения исследований и произведения расчетов; демонстрируемая работниками интенсивность труда в процессе исследования нормировщиком затрат рабочего времени.

**2. Аналитически-расчетный метод,** основанный на установлении затрат времени по заранее разработанным базовым нормативам различной степени укрупнения межотраслевого, отраслевого и местного уровней. Инструменты: изучение нормативных документов; использование действующих нормативов.

**Достоинства:** сокращается время на изучение затрат рабочего времени; возможность легко разработать новые нормативные материалы.

**Недостатки:** необъективность ранее разработанных норм и нормативов отраслевого и межотраслевого уровней, т.к. в них заложен резерв времени на выполнение операций в 10-15%, что недопустимо в современных рыночных условиях; увеличивается время на поиск и подбор нормативных материалов.

**3. Суммарно-аналитический метод,** основанный на статистическом учете фактических затрат труда (по времени или численности работников) и разработке математических моделей, позволяющих определить зависимость численности от факторов по вероятностной оценке. Инструменты: разработка математических моделей, основанных на использовании статистических данных и сложившейся организации труда.

**Достоинства:** легки в применении, т.к. нормативы представлены в табличной форме, т.е. есть возможность выбирать при тех или иных фактических показателях необходимую численность; оперативность в проведении работ (не требуют больших трудозатрат); низкие финансовые затраты; объективность, т.к. расчеты производятся по факту (и по количеству работ и по численности), что дает возможность определения резерва по численности, основываясь на фактических данных.

**Недостатки:** укрупненный расчет, позволяющий определить численность работников в общем по цеху (без детализации – однако мы все-таки детализировали: технологический персонал, ремонтный персонал, ИТР и другие профессии); невозможность установления нормируемых заданий (только определение численности работников).

Выбор того или иного метода зависит от цели проводимых мероприятий по нормированию труда.

Первые два метода применяются преимущественно при необходимости определения численности на вновь создаваемых производствах, где не существует нормативная база, а также при существенном изменении организационно-технических условий на предприятии.

Во всех остальных случаях на предприятиях использовать эти методы нецелесообразно из-за дороговизны проводимых исследований и их большой трудоемкости, что влечет за собой дополнительные расходы, связанные с привлечением нормировщиков и необходимостью постоянного пересмотра и обновления норм.

Третий метод, который мы предлагаем, очень широко используется на практике для определения, обоснования и оптимизации численности работников предприятий (в частности методика А.П. Павленко). Разница заключается в том, что Павленко А.П. рассчитывает численность по корреляционно-регрессионной модели, а мы – по вероятностной. Такая модель дает возможность при различных условиях (занятость работника в течение рабочей смены, количества обслуживаемого оборудования, среднего времени на единицу ремонта) определить необходимую (оптимальную) численность, не производя расчетов, а выбрав позицию в таблице.

Итак, переходим непосредственно к методике.

**Методика расчета нормативов,** основанная на установлении зависимости численности от частных факторов с использованием метода вероятностной оценки трудоемкости работ по цехам сводится к тому, чтобы путем статистической обработки собранных сведений о значениях основных факторов и численности найти нормативную формулу зависимости между численностью и факторами.

Нормативная формула будет иметь вид:

$$\mathbf{Ч} = (\mathbf{N}_1 - \mathbf{N}_2) \cdot \frac{(\mathbf{P} \cdot \mathbf{T}_0)}{\Phi_{\text{рв}}},$$

где **Ч** - нормативная численность ремонтного персонала цеха, рассчитанная по выведенной формуле;

**N1** – количество оборудования, обслуживаемое ремонтными рабочими цеха (участка);

**N2** – количество неисправного оборудования, одновременно находящегося в ремонте, в целом по цеху (участку) в год;



**P** – среднее количество ремонтов, приходящихся на единицу оборудования в год;

**T<sub>o</sub>** – среднее время, потраченное на один ремонт;

**Ф<sub>рв</sub>** – полезный фонд рабочего времени 1-го работника.

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Предположим, что один рабочий обслуживает **n** единиц оборудования. Каждая единица оборудования может в любой момент выйти из строя и потребовать обслуживания со стороны рабочего. Обозначим через **P** – среднее количество ремонтов, приходящихся на единицу оборудования в год. Если в момент остановки оборудования рабочий свободен, то он берется за его наладку. Среднее количество неисправностей, устраняемых рабочим за единицу времени равно **Q/T<sub>o</sub>**, где **Q** – вероятностная характеристика, оценивающая занятость рабочего ремонтом оборудования. Иными словами, вероятность того, что рабочий не занят, равняется **1-Q**.

Среднее число одновременно неисправного оборудования вычисляется по формуле:

$$N_2 = n \cdot \frac{Q}{R_0}, \text{ где } R_0 = (P \cdot T_o) / \Phi_{рв},$$

где:

**R<sub>o</sub>** – средняя занятость 1-го рабочего в ремонте единицы оборудования (аппаратуры и пр.);

**T<sub>o</sub>** – среднее время, потраченное на один ремонт, включает в себя:

- ежедневное (ежесменное) ТО (осмотр);
- КР;
- ТР;
- ремонт запорной арматуры;
- промывку, смазку и пр. дополнительные работы, свя-

занные с бесперебойной работой оборудования;

· время на уборку рабочего места (помещения, территории, узла и пр.), доставку оборудования (или груза), его перенос и пр.;

**Ф<sub>рв</sub>** – полезный фонд рабочего времени 1-го работника, рассчитанный исходя из сменного графика работы с учетом условий труда в цехе (вредность) и различным периодом отпусков рабочих.

В более общем виде, бригада из **m** ремонтных рабочих обслуживает **n** единиц оборудования (**m < n**). Вероятностная характеристика, выражающая **Ч** (число занятых рабочих), позволяет оценить среднее количество оборудования, обслуживаемого бригадой ремонтников за единицу времени, то есть **Ч/T<sub>o</sub>**. **N<sub>2</sub>** – среднее число неисправного оборудования одновременно находящегося в ремонте, в целом по цеху (участку) в год:

$$N_2 = n \cdot \frac{\text{Ч}}{R_0}.$$

Вышеприведенная методика положена в основу программы, разработанной специалистами Института труда и экономического анализа, и используется некоторыми предприятиями (т.к. она совсем новая) при расчете нормативной численности ремонтного персонала.

подключен как к переменному, так и постоянному току 220В, предусмотрено резервное подключение ИП к батарее напряжением 12 В постоянного тока. В случае исчезновения входного напряжения по основной линии питания 220В, автоматически включается преобразователь постоянного тока, который питается от аккумуляторной батареи и обеспечивает непрерывную работу нагрузки 24 В.

FPOWER-24-2A имеет следующие основные характеристики:

Напряжение питания: 160 – 265 В переменного тока, 150?300 В постоянного тока

Частота питающей сети, Гц: 45 – 55

Потребляемая мощность: не более 60 ВА

Защита по входному току: 1 А

Изоляция между входом и выходом: 3750В / 50 Гц

Защита от короткого замыкания в нагрузке

Подключение кабелей питания сечением до 2,5 мм<sup>2</sup>

Источник электропитания TSIN предназначен для питания датчиков промышленной автоматики с выходом типа «сухой контакт» постоянным током напряжением 200 В. Предусмотрена возможность одновременного подключения 16 нагрузок с суммарным током потребления до 250 мА. Выходные цепи источника гальванически развязаны с входными питающими цепями.

TSIN имеет следующие характеристики:

Напряжение питания - 220 (+10% / -15%) В переменного тока, 220 (+10% / -15%) В постоянного тока

Частота питающей сети - 45 – 60 Гц

Потребляемая мощность - не более 70 Вт.

Защиты: по сетевому входу, по аккумуляторному входу

Номинальное выходное напряжение - 200 В

Выходное напряжение во всех диапазонах напряжения питания и нагрузки – 195...205 В

Максимальный выходной ток - 270 мА

Амплитуда пульсаций - не более 1 В

Изоляция между входом и выходом – 3500 В / 50 Гц

Также доступны и другие версии ИП:

FPOWER-2x24 (дублированный ИП 24В,

1,2А, без подключения аккумулятора)

FPOWER-24-1A (ИП 24В, 1А, без подключения аккумулятора)

[www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru)

### УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Недавно созданное компанией Burster GmbH & KG (Германия) устройство, выпускаемое под торговой маркой RESISTOM-



## ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАДЗОР РОССИИ

### ПОСТАНОВЛЕНИЕ ОТ 8 ДЕКАБРЯ 1997 Г. № 49

#### ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО НАДЗОРУ ЗА ВОДНО-ХИМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Федеральный горный и промышленный надзор России постановляет: утвердить Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов.

Первый заместитель Начальника  
Госгортехнадзора России  
Е.А.МАЛОВ

#### СПРАВКА О ПРОЕКТЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО НАДЗОРУ ЗА ВОДНО- ХИМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

Проект Методических указаний по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов разработан в соответствии с Постановлением коллегии Госгортехнадзора России от 02.09.97 № 26 (п. 4.2).

В развитие требований Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, утвержденных Госгортехнадзором России 28 мая 1993 г., настоящие Методические указания определяют порядок подготовки питательной и подпиточной воды; качество питательной и котловой воды различных типов котлов; объем химического контроля; требования к оснащению лабораторий и ведению эксплуатационной документации.

Методические указания предназначены для инспекторского состава органов Госгортехнадзора России, осуществляющих надзор за безопасной эксплуатацией паровых и

водогрейных котлов, а также специалистов предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности и граждан, занимающихся проектированием, изготовлением, эксплуатацией и техническим диагностированием паровых и водогрейных котлов.

Проект Методических указаний согласован с Техническим управлением, Управлением по надзору в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности и отделом по надзору в металлургической промышленности.

Управление по котлонадзору и надзору за подъемными сооружениями просит утвердить Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов.

Начальник Управления  
по котлонадзору и надзору  
за подъемными сооружениями  
В.С. КОТЕЛЬНИКОВ



## ПРИЛОЖЕНИЕ

Утверждены Постановлением Госгортехнадзора  
РФ  
от 8 декабря 1997 г. № 49

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НАДЗОРУ ЗА ВОДНО-ХИМИЧЕСКИМ РЕЖИМОМ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

#### РД-10-165-97

Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов предназначены для инспекторского состава органов Госгортехнадзора России, осуществляющих надзор за безопасной эксплуатацией паровых и водогрейных котлов, а также специалистов предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности и граждан, занимающихся проектированием, изготовлением, эксплуатацией и техническим диагностированием паровых и водогрейных котлов.

#### 1. Введение

Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов разработаны в соответствии с Постановлением коллегии Госгортехнадзора России от 02.09.97 № 26 (п. 4.2).

В развитие требований Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, утвержденных Госгортехнадзором России 28 мая 1993 г., настоящие Методические указания определяют порядок подготовки питательной и подпиточной воды; качество питательной и котловой воды для различных типов котлов; объем химического контроля, требования к оснащению лабораторий и ведению эксплуатационной документации.

Методические указания предназначены для инспекторского состава органов Госгортехнадзора России, осуществляющих надзор за безопасной эксплуатацией паровых и водогрейных котлов, а также могут быть использованы в практической деятельности специалистов предприятий и организаций независимо от ведомственной принадлежности и форм собственности и граждан, занимающихся проектированием, изготовлением, эксплуатацией и техническим диагностированием паровых и водогрейных котлов.

На надежность, безопасность и экономичность котла существенное влияние оказывает качество питательной и сетевой воды. В зависимости от теплопроводности накипь толщиной в 2 - 3 мм может вызвать резкое повышение температуры стенок экранных или кипятильных труб (до 800 - 900 °С). При указанных толщинах накипи перерасход топлива для некоторых типов котлов может составлять 2 - 4%.

Водно-химический режим должен обеспечивать работу котла и питательного тракта без повреждения их элементов вследствие отложений накипи и шлама, повышения относительной щелочности котловой воды до опасных пределов или в результате коррозии металла.

При оценке состояния наружных и внутренних поверхностей нагрева котла, а также необогреваемых поверхностей, находящихся под давлением (наличие коррозии, накипи, шлама), инспекторы Госгортехнадзора России и специалисты должны проверить соблюдение требований настоящих Методических указаний, ведомственных нормативных документов, перечень которых приведен в разделе 9, инструкций заводов-изготовителей оборудования, а также проанализировать техническую документацию, касающуюся работы водоподготовительной установки, организации водно-химического режима и химического контроля за водно-химическим режимом.

#### 2. Подготовка питательной и подпиточной воды

2.1. Паровые котлы с естественной и многократной принудительной циркуляцией паропроизводительностью 0,7 т/ч и более, паровые прямоточные котлы независимо от паропроизводительности, а также водогрейные котлы должны быть оборудованы установками для докотловой обработки воды.

2.2. Подпитка сырой водой котлов, оборудованных устройством для докотловой обработки воды, не допускается.

2.3. В тех случаях, когда проектом предусматривается в аварийных случаях подпитка котла сырой водой, на линиях сырой воды, присоединенных к линиям умягченной добавочной воды или конденсата, а также к питательным бакам, должны устанавливаться по два запорных органа и контрольный кран между ними. При нормальной эксплуатации запорные органы должны находиться в закрытом положении и быть опломбированы, а контрольный кран - открыт.

2.4. Каждый случай подпитки котлов сырой водой должен фиксироваться в журнале по водоподготовке (водно-химическому режиму) с указанием длительности подпитки и качества питательной воды в этот период.

2.5. У котлов паропроизводительностью менее 0,7 т/ч период между чистками должен быть таким, чтобы толщина отложений на наиболее теплонапряженных участках поверхностей нагрева котла к моменту его остановки на чистку не превышала 0,5 мм.

#### 3. Качество питательной воды

3.1. Показатели качества питательной воды котлов с естественной и многократной принудительной циркуляцией паропроизводительностью 0,7 т/ч и более не должны превышать значений, указанных в *таблицах 1, 2, 3*.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**Таблица 1. Паровые газотрубные котлы**

Показатели	Котлы, работающие	
	на жидком топливе	на других видах топлива
Прозрачность по шрифту, см, не менее	40	20
Общая жесткость, мкг-экв/кг	30	100
Содержание растворенного кислорода (для котлов с паропроизводительностью 2 т/ч и более), мкг/кг	50 *	100

\* Для котлов, не имеющих экономайзеров, и котлов с чугунными экономайзерами содержание растворенного кислорода допускается до 100 мкг/кг

**Таблица 2. Водотрубные котлы с естественной циркуляцией(в том числе котлы – бойлеры) и рабочим давлением пара до 4 МПа (40 кгс/ см<sup>2</sup>)**

Показатели	Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )			
	0,9 (9)	1,4 (14)	2,4 (24)	4 (40)
Прозрачность по шрифту, см, не менее	30	40	40	40
Общая жесткость, мкг-экв/кг	30*	15*	10*	5*
Содержание, мкг/кг: соединений железа (в пересчете на Fe)	40	20	15	10
	Не нормируется	300* Не нормируется	100* 200	50* 100
соединений меди (в пересчете на Cu)	Не нормируется	– « –	Не нормируется	10* Не нормируется
растворенного кислорода (для котлов с паропроизводительностью 2 т/ч и более) **	50*	30*	20*	20*
	100	50	50	30
Значение рН при температуре 25° С ***	8,5 - 10,5	8,5 - 10,5	8,5 - 10,5	8,5 - 10,5
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	5	3	3	0,5

\* В числителе указаны значения для котлов, работающих на жидком топливе, в знаменателе - на других видах топлива.

\*\* Для котлов, не имеющих экономайзеров, и для котлов с чугунными экономайзерами содержание растворенного кислорода допускается до 100 мкг/кг при сжигании любого вида топлива.

\*\*\* В отдельных случаях, обоснованных специализированной научно-исследовательской организацией, может быть допущено снижение рН до 7,0. Перечень специализированных научно-исследовательских организаций приведен в Приложении 5 Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

3.2. Показатели качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов не должны превышать значений, указанных в табл. 4.

#### 4. Качество котловой воды

4.1. Нормы качества котловой воды, необходимый режим ее коррекционной обработки, режимы непрерывной и периодической продувок принимаются на основании инструкции предприятия-изготовителя котла, типовых инструкций по ведению водно-химического режима и

других ведомственных нормативных документов или на основании результатов теплотехнических испытаний.

При этом для паровых котлов давлением до 4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>) включительно, имеющих заклепочные соединения, относительная щелочность котловой воды не должна превышать 20%. Для котлов со сварными барабанами и креплением труб методом вальцовки (или вальцовки с уплотнительной подваркой) относительная щелочность котловой воды допускается до 50%, для котлов со сварными бараба-

**Таблица 3. Паровые энерготехнологические котлы и котлы-утилизаторы с рабочим давлением пара до 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>)**

Показатели	Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )				
	0,9 (9)	1,4 (14) и 1,8 (18)		4 (40) и 5 (50)	
	температура греющего газа (расчетная), °С				
	до 1200 вкл.	до 1200 вкл.	свыше 1200	до 1200 вкл.	свыше 1200
Прозрачность по шрифту, см, не менее	30*	40 *	40	40	40
Общая жесткость, мкг-экв/кг	40*	20**	15	10	5
Содержание, мкг/кг: соединений железа (в пересчете на Fe)	Не нормируется		150	100	50***
растворенного кислорода: а) для котлов с чугунным экономайзером или без экономайзера	150	100	50	50	30
б) для котлов со стальным экономайзером	50	30	30	30	20
Значение рН при температуре 25° С	8,5****	8,5	8,5	8,5	8,5
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	5	3	2	1	0,3

\* В числителе приведены данные для водотрубных, в знаменателе - для газотрубных котлов.

\*\* Для водотрубных котлов с рабочим давлением пара 1,8 МПа (18 кгс/см<sup>2</sup>) жесткость не должна быть более 15 мкг-экв/кг.

\*\*\* Допускается увеличение содержания соединений железа до 100 мкг/кг при условии применения методов реагентной обработки воды, уменьшающих интенсивность образования накипи за счет перевода соединений железа в раствор, при этом должны соблюдаться согласованные с Госгортехнадзором России нормативы по допускаемому количеству отложений на внутренней поверхности парогенерирующих труб. Заключение о возможности указанного увеличения содержания соединений железа в питательной воде дается специализированной научно-исследовательской организацией.

\*\*\*\* Верхнее значение рН устанавливается не более 9,5 в зависимости от материалов, применяемых в оборудовании пароконденсатного тракта.

**Примечание.** Для газотрубных котлов-утилизаторов вертикального типа с рабочим давлением пара свыше 0,9 МПа (9 кгс/см<sup>2</sup>), а также для содорегенерационных котлов показатели качества питательной воды нормируются по данным последней колонки табл. 3. Кроме того, для содорегенерационных котлов нормируется солесодержание питательной воды, которое не должно быть более 50 мг/кг.

нами и приварными трубами относительная щелочность котловой воды не нормируется.

## 5. Задачи и объем химического контроля

5.1. Химический контроль за качеством воды и пара в промышленных котельных должен обеспечить надежную и экономичную эксплуатацию всех аппаратов и элементов тепловой схемы, и в первую очередь самих котельных агрегатов.

5.2. Химический контроль должен давать четкое количественное представление о составе исходной воды и динамике изменений этого состава в тракте котельной и в системе водоподготовки во времени, о качестве конденсата, возвращаемого в питательную систему котлов, а также о качестве пара, выдаваемого котлами.

5.3. Данные химических анализов должны давать возможность проведения расчетов величин продувки котлов, влажности пара, возврата конденсата в питательную систему котлов, а также эффективности работы обескислоривающей установки.

5.4. Необходимый объем химического контроля в каждой конкретной котельной определяется конструктивными особенностями котлов, особенностями общей тепловой схемы, принятым способом водоподготовки и качеством возвращаемого конденсата.

5.5. Общий объем контроля с учетом конкретных условий и требований нормативно-технических документов устанавливает пусконаладочная организация, но он не должен быть меньше указанного в табл. 5, 6, 7.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**Таблица 4. Показатели качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов**

Показатели	Система теплоснабжения					
	открытая			закрытая		
	температура сетевой воды, °С					
	115	150	200	115	150	200
Прозрачность по шрифту, см. не менее	40	40	40	30	30	30
Карбонатная жесткость, мкг-экв/кг: при pH не более 8,5	800*	750*	375*	800*	750*	375*
при pH более 8,5	700	600	300	700	600	300
Содержание, мкг/кг: растворенного кислорода	Не допускается			По расчету РД 24.031.120-91		
соединений железа (в пересчете на Fe)	50	30	20	50	30	20
Значение pH при температуре 25° С	300	300*	250*	600*	500*	375*
Содержание нефтепродуктов, мг/кг	250	250	200	500	400	300
	7-8,5	7-8,5	7-8,5	7,0-11,0**	7,0-11,0	7,0-11,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

\* В числителе приведены данные для котлов на твердом топливе, в знаменателе - на жидком и газообразном топливе.

\*\* Для теплосетей, в которых водогрейные котлы работают параллельно с бойлерами, имеющими латунные трубки, верхнее pH для сетевой воды не должно превышать 9,5.

**Примечание.** Данные нормы не распространяются на водогрейные котлы, установленные на тепловых электростанциях, тепловых станциях и в отопительных котельных, для которых качество воды должно соответствовать требованиям Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей.

5.6. Отбор проб воды и пара должен быть организован в соответствии с требованиями РД 24.031.121-91 [7] и табл. 5, 6, 7.

5.7. Для проведения анализов каждая точка отбора пробы оборудуется своим трубопроводом диаметром не более Ду10, на котором устройства для отбора проб располагаются в следующей последовательности:

5.7.1. Пробоотборник (зонд).

5.7.2. Запорный вентиль Дуб, установленный за пробоотборником (для котлов группы 3 устанавливаются последовательно два вентиля).

5.7.3. Холодильник.

5.7.4. Дроссельный игольчатый вентиль Дуб, установленный на выходе из холодильника.

5.8. При монтаже линий отбора пробы должен быть выдержан уклон в сторону ее движения, трубопроводы, независимо от их длины, не должны иметь тепловой изоляции, но для обеспечения безопасности их необходимо ограждать.

5.9. При отборе проб воды и пара на анализ должны быть созданы все условия для получения представительной пробы. В частности, при отборе пробы для анализа на содержание соединений, находящихся частично в грубодисперсной форме (железо), пробоотборную линию следу-

ет периодически продувать. После окончания продувки устанавливается необходимый расход пробы анализируемой воды и ее температура; отбор проб следует производить не ранее чем через 3 часа после продувки линии. Необходимым условием представительности отбора является в этом случае непрерывное действие пробоотборной точки.

При отборе и транспортировании пробы создаются условия, исключающие возможность загрязнения пробы из окружающей среды. Пробы питательной воды и конденсата пара отбирают в полиэтиленовые сосуды.

5.10. Трубопроводы и змеевик холодильника точек отбора проб, где контролируется содержание растворенного кислорода и железа, должны выполняться из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 9941-81.

## 6. Водные лаборатории

6.1. В зависимости от группы котлов (см. табл. 5, 6, 7), в соответствии с проектом в котельной должна быть организована водная лаборатория первой, второй или третьей категории в соответствии с рекомендациями [4, 5, 6],

6.2. Необходимый минимум оборудования и приборов водных лабораторий должен соответствовать указанному в таблицах 8, 9, 10.

6.3. В лабораториях всех категорий должна быть организована возможность аналитических определений по-



**Таблица 6. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические. Объем аналитического химического контроля**

Характеристика или тип котла	Группа котлов	Определяемые показатели										Рекомендуемая категория лаборатории					
		прозрачность	щелочность	жесткость	хлориды	сульфат	кислород	аммиак	железо	рН	медь		нитриты	органические вещества (окисляемость)	кремниевые кислоты	нефтепродукты	
Котлы с номинальным давлением 1,8 МПа включительно	1	Химически очищенная вода	3	1 <sup>1)</sup>	2(1) <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	См. табл. 9		
Котлы с номинальным давлением от 1,8 МПа до 4,0 МПа	2	Конденсат	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>3)</sup>	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Питательная вода	3	1 <sup>1)</sup>	2(1) <sup>1)</sup>	1 <sup>3)</sup>	1 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>	
		Котловая вода	1	2	-	2 <sup>3)</sup>	2	2 <sup>5)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>
Котлы с номинальным давлением от 1,8 МПа до 4,0 МПа	3	Насыщенный пар	-	1 <sup>3)</sup>	-	-	1 <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		То же	3	1 <sup>1)</sup>	3-12	1 <sup>3)</sup>	1 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	То же	
		То же	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
СРК, ОКГ и высоконапорные котлы	3	-	3	3	3-12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>	
		-	3	3-6	-	-	3	-	-	3-6 <sup>5)</sup>	3-6 <sup>5)</sup>	3	3	3	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>	
		-	3 <sup>3)</sup>	3 <sup>3)</sup>	-	-	3 <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
СРК, ОКГ и высоконапорные котлы	3	-	3	3	12(1) <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	3 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	3	3	12(1) <sup>1)</sup>	1 <sup>3)</sup>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>
СРК, ОКГ и высоконапорные котлы	3	-	3	3-9	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	H <sup>6)</sup>	H <sup>6)</sup>	
		-	3 <sup>3)</sup>	3 <sup>3)</sup>	-	-	3 <sup>8)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 1 **Анализ** только среднесуточной пробы. При обозначениях 2(1) или 3(1) цифра вне скобок указывает общее число отборов, а в скобках общее число анализов из среднесуточной пробы; Н-анализ отбирают раз в неделю.
- 2 **Отбор** пробы на анализ производится из напорного трубопровода общей линии возвратного конденсата или из каждого контрольного банка после его заполнения.
- 3 **Анализ** проводить только при отсутствии определения содержания.
- 4 **Анализ** проводить только для котлов, имеющих пароперегреватель.
- 5 **Концентрацию** корректирующего реагента в воде не измеряют, если не производят соответствующей обработки воды (фосфатирование, нитратирование).
- 6 **Анализ** выполнять по заключению пусконаладочной организации.
- 7 **Анализ** выполнять только для котлов с температурой греющего газа выше 1200° С.
- 8 **Для** ОКГ анализ проводить во время продувки конвертера кислородом.

**Примечание.** Концентрация реагентов проверяется при их приготвлении. Вместо анализа среднесуточной пробы могут выполняться анализы периодически отбираемых проб. Частота отбора проб устанавливается пусконаладочной организацией на основании результатов теплохимических испытаний.

**Таблица 7. Котлы водогрейные. Объем аналитического химического контроля**

Теплопроизводительность котла, МВт (Гкал/ч)	Анализируемый поток воды или точка отбора пробы	Определяемые показатели										Рекомендуемая категория лабораторий		
		прозрачность	щелочность общая и по фенол-фталеину	жесткость	хлориды	солевое ржавление	кислород	рН	окисляемость перманганатная	сульфаты	жесткость карбонатная		жесткость сульфатно-альфагексафтористая	жесткость карбоновая щелочная
Число определений в сутки												Вторая		
< 35(30)	Исходная вода	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М		М	М
	Осветленная вода	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Химически обработанная вода	1	1	1	М	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Вода после деаэратора	-	-	-	-	-	Н	М	-	-	-	-	-	Н
	Вода после подпиточного насоса	-	1	1	-	-	1	М	-	-	-	-	-	Н
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	-	-	Н	М	-	-	-	-	-	Н
	Исходная вода	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	М	Н
	Осветленная вода	3	3	3	-	-	Н	-	-	-	-	-	-	-
	Химически обработанная вода	3	3	3	Н	М	-	-	-	-	-	-	-	-
	Вода после деаэратора	-	-	-	-	-	1	Н	-	-	-	-	-	-
≥ 35(30)	Вода после подпиточного насоса	1	1	1	Н	-	3	Н	-	-	-	-	Н	
	Сетевая вода после сетевого насоса	1	1	1	Н	-	1	Н	-	-	-	-	Н	
	Сетевая вода перед котлом	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

**Примечания.**

1. Обозначения: 1 и 3 - соответственно 1 и 3 раза в сутки; Н - раз в неделю, М - раз в месяц.
2. Объем контроля приведен для энергоустановок, в которых подпиточная вода получается из исходной воды артезианского происхождения по схеме: фильтрация - натрий - катионирование - термическая деаэрация в аппаратах атмосферного типа. При других схемах или фазах водоподготовки, а также для энергоустановок, в которых исходная вода получается из поверхностных водоемчиков, объем контроля по заключению пусконаладочной организации может увеличиваться.
3. Санитарный бактериологический анализ подпиточной и сетевой воды для систем с открытым водоразбором производится районной СЭС по установленному ею графику.
4. Лаборатории первой и второй категории организуются для котельных только с водогрейными котлами. Для котельной с водогрейными котлами любой теплопроизводительности, в которой установлены также паровые котлы, организуется лаборатория первой или второй категории - в зависимости от теплопроизводительности водогрейных котлов. При этом предусматривается дополнительное оборудование, соответствующее типу лаборатории для паровых котлов согласно табл. 5.
5. Концентрация реагентов проверяется при их приготовлении.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**Таблица 8. Котлы паровые общего назначения. Оборудование водных лабораторий**

Оборудование и приборы	Число приборов и оборудования в лаборатории		
	первой категории	второй категории	третьей категории
Стол для титрованных растворов	1	1	1
Холодильник для конденсации пара или дистилляционный аппарат	-	1	1
Экспресс - лаборатория ЭЛВК-5	2	-	-
Лабораторная обессоливающая установка	-	1	1
Лабораторный кондуктометр или солемер с мегомметром на 500 В	-	2	2
Электроплитки бытовые	-	2	2
Сушильный шкаф	-	-	2
Муфельная печь типа СНОЛ 1.62.51/11 -М1.94-2 ТУ 531.408-72	-	-	2
Аналитические весы ВАР 2-го класса ГОСТ 19491 -74	-	-	1
Полуавтоматический кислородомер мембранного типа	1	2	2
Технические весы	-	1	1
Лабораторный катионитный фильтр	-	2	2
Лабораторный рН-метр	-	1	1
Вытяжной шкаф	-	-	1
Стол для нагревательных приборов	-	-	1
Шкаф для посуды и реактивов	-	1	1
Стол для приборов	-	1	1
Прибор для определения прозрачности	1	1	1
Стол лабораторный	-	1	2
Стол для аналитических весов	-	-	1
Табуретки лабораторные	-	2	3

казателей качества воды и пара в соответствии с таблицами 5, 6, 7.

## 7. Эксплуатационная документация

7.1. Для паровых и водогрейных котлов с учетом требований Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, утвержденных Госгортехнадзором России 28.05.93, инструкций предприятий-изготовителей котлов, типовых инструкций и других ведомственных нормативно-технических документов с привлечением специализированной наладочной организации должны быть разработаны:

7.1.1. Инструкция по эксплуатации установок для докотловой и внутрикотловой обработки воды.

7.1.2. Инструкция по ведению водно-химического режима.

7.1.3. Режимные карты.

7.2. В перечисленных выше документах, в частности, должны быть указаны.

7.2.1. Назначения инструкций и перечень должностей персонала, для которых знание инструкций обязательно.

7.2.2. Технические данные и краткое описание основных узлов, а также основного и вспомогательного оборудо-

вания, в том числе котлов, деаэрационной установки, установки для водоподготовки.

7.2.3. Указания по регенерации фильтров.

7.2.4. Перечень и схема точек отбора проб.

7.2.5. Нормы качества добавочной, питательной и котловой воды, конденсата и пара.

7.2.6. График, объем и методы химического контроля.

7.2.7. Перечень и необходимое количество реактивов, предназначенных для аналитической работы, которые должны находиться в распоряжении водной лаборатории.

7.2.8. Порядок расчета величины продувки котлов.

7.2.9. Технические решения по консервации котлов в период нахождения их в нерабочем состоянии.

7.2.10. Порядок выполнения контрольных вырезок образцов наиболее теплонапряженных труб поверхностей нагрева при капитальных ремонтах котлов.

7.3. Результаты анализов по химическому контролю, а также принимаемые меры по обеспечению нормативных показателей питательной и котловой воды должны записываться в журнал по водоподготовке.



# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

**Таблица 9. Паровые котлы-утилизаторы и энерготехнологические. Оборудование водных лабораторий**

Оборудование и приборы	Число приборов и оборудования в лаборатории	
	первой категории	второй категории
Стол для титрованных растворов	1	1
Холодильник для конденсации пара или дистилляционный аппарат	1	1
Экспресс-лаборатория типа ЭЛВК-5	1	1
Лабораторная обессоливающая установка	1	1
Лабораторный кондуктометр или солемер с мегомметром на 500 В	2	2
Электроплитки бытовые	2	2
Сушильный шкаф	2	-
Муфельная печь типа СНОЛ1.62.51/11 -М1.94-2 ТУ 531.408-72	2	-
Аналитические весы ВАР 2 класса ГОСТ 19491 -74	1	-
Полуавтоматический кислородомер мембранного типа	2	2
Технические весы	1	1
Лабораторный катионитный фильтр	2	2
Лабораторный рН-метр	1	1
Вытяжной шкаф	1	1
Стол для нагревательных приборов	1	-
Шкаф для посуды и реактивов	1	1
Стол для приборов	1	1
Прибор для определения прозрачности	1	1
Стол лабораторный	2	1
Стол для аналитических весов	1	-
Табуретки лабораторные	3	2

**Примечание.** Лаборатория первой категории - центральная водно-химическая лаборатория предприятия.  
Лаборатория второй категории - экспресс-лаборатория при центральной химической лаборатории.

**Таблица 10. Котлы водогрейные. Оборудование водных лабораторий**

Оборудование и приборы	Число приборов и оборудования в лаборатории	
	первой категории	второй категории
Стол для титрованных растворов	1	1
Дистилляционный аппарат	1	-
Экспресс-лаборатория ЭЛВК-5	2	2
Лабораторная обессоливающая установка	1	-
Электроплитки бытовые	2	2
Сушильный шкаф	1	-
Аналитические весы ВАР 2-го класса ГОСТ 19491 -74	1	-
Полуавтоматический кислородомер мембранного типа	2	1
Технические весы	1	-
Лабораторный катионитный фильтр	2	-
Лабораторный рН-метр	1	-
Шкаф для посуды и реактивов	1	-
Стол для нагревательных приборов	1	-
Прибор для определения прозрачности	1	1
Стол лабораторный	1	-
Стол для аналитических весов	1	-
Табуретки лабораторные	2	1
Шкаф вытяжной	1	1
Стол для приборов	1	1



АТ@2316, представляет собой компактное универсальное контрольно-измерительное устройство в прочном корпусе, рассчитанное на измерение сопротивления в любых условиях: от жестких промышленных до лабораторных. Прибор сочетает точность измерения с простотой эксплуатации и возможностями системной интеграции. Измерения можно производить в диапазоне от 2.0000 мОм до 200.00 кОм с точностью до 0,03% при наименьшей цене деления шкалы 0,1 мкОм.

Защита на входе позволяет выполнять измерения на индуктивных образцах, таких как электродвигатели и трансформаторы, катушки с железным сердечником, а также можно проверять нагревательные элементы, плавкие предохранители, выключатели, релейные контакты или кабели и провода. Автоматическое изменение диапазона измерения, температурная компенсация испытываемого образца, обнаружение трещин на кабеле и термоэлектрическая компенсация – всё это обеспечивает конструкция прибора. Для интеграции в полностью автоматические испытательные станции прибор имеет контроллер и интерфейс RS232/USB.

Благодаря большому жидкокристаллическому экрану с подсветкой результаты измерения можно легко считывать с большого расстояния в плохо освещённых производственных помещениях, а также в условиях освещения прямыми солнечными лучами. Выбор параметров измерения осуществляется с помощью удобного меню на пяти языках: английском, французском, испанском, итальянском и немецком.

[www.celec.ru](http://www.celec.ru)

**КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЧЕЙКИ К-59Н-АЭ ПРОИЗВОДСТВА НПФ «АЛЬЯНС-ЭЛЕКТРО»**

Данная ячейка разработана в 1961 г проектным институтом в Нижнем Новгороде, для нужд энергетики Советского Союза. Это разработка была настолько удачной, что используется до сих пор, и явилась основой для целой серии модернизаций и новых разработок для К – 59Н-АЭ.

Ячейка К-59Н-АЭ производится в НПФ Альянс-Электро в климатическом исполнении ХЛ 1 ( наружное исполнение) , что не требует модульного здания. Конструктив данной ячейки предполагает, что одна ячейка может служить как линейным отводом (кабельным или воздушным), так и вводной ячейкой, ячейкой для измерительного трансформатора или трансформатора собственных нужд – в зависимости от установленного в нее оборудования.



7.4. Инструкции должны быть утверждены руководством предприятия - владельца котла и находиться на рабочих местах персонала.

**8. Порядок проведения надзора и оформления результатов проверки**

8.1. Соблюдение требований настоящих Методических указаний осуществляется инспекторами Госгортехнадзора России при проведении периодических обследований условий эксплуатации паровых и водогрейных котлов в соответствии с утвержденным планом работы.

При этом проверяется организация работы по контролю за водно-химическим режимом со стороны специалистов организации - владельца котлов.

8.2. Результаты проверки организации и контроля за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов должны оформляться инспектором Госгортехнадзора России предписанием и (или) актом.

**9. Перечень нормативных документов, используемых при надзоре за водно-химическим режимом**

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. М., НПО ОБТ, 1993.

2. ГОСТ 20995-75. Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа.

Показатели качества питательной воды и пара. М., Изд. стандартов, 1989.

3. РТМ 108.030.114-77. Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация водно-химического режима. Л., НПО ЦКТИ, 1978, утвержден Минэнергомашином СССР 10.05.77.

4. РТМ 24.030.24-72. Котлы паровые низкого и среднего давления. Организация и методы химического контроля за водно-химическим режимом. Л., НПО ЦКТИ, 1973.

5. РД 24.032.01-91. Методические указания. Нормы качества питательной воды и пара, организация водно-химического режима и химического контроля паровых стационарных котлов-утилизаторов и энерготехнологических котлов. С-Пб., АО НПО ЦКТИ, 1993.

6. РД 24.031.120-91. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля. С-Пб., АО НПО ЦКТИ, 1993.

7. РД 24.031.121-91. Методические указания. Оснащение паровых стационарных котлов устройствами для отбора проб пара и воды. С-Пб., АО НПО ЦКТИ, 1993, утверждены ТК 244 «Оборудование энергетическое стационарное» Госстандарта СССР 03.12.91.

**И. Решетник,  
зам. руководителя  
Группы по развитию  
лизинга в СЗФО РФ  
Международной  
Финансовой Корпорации**

## ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИЗИНГА ОБОРУДОВАНИЯ

Лизинг – сложный комплекс договорных отношений, который объединяет трех лиц: лизингодателя, лизингополучателя и продавца оборудования. Сторонами договора лизинга являются лизингодатель и лизингополучатель, договор купли-продажи заключают лизингодатель, выступающий в роли покупателя, и продавец. Лизингополучатель, не являющийся стороной договора купли-продажи, вместе с тем играет в нем особую роль. Ст. 670 ГК РФ устанавливает прямую юридическую связь лизингополучателя и продавца оборудования. В частности, лизингополучатель вправе предъявлять непосредственно продавцу требования, вытекающие из договора купли-продажи. Более того, лизингополучатель имеет права и несет обязанности покупателя, как если бы он был стороной договора купли-продажи. Статус лизингополучателя от статуса покупателя отличают две характеристики: лизингополучатель не несет обязанности по оплате стоимости оборудования, а также он не может расторгнуть договор купли-продажи с продавцом без согласия лизингодателя. По поводу исполнения обязанности по оплате стоимости оборудования субъекты лизинга должны учитывать следующий принципиальный момент. Сегодня сформировалась четкая позиция арбитражных судов, не допускающая финансирования лизингополучателем сделки купли-продажи в полном объеме и не-

посредственного ее финансирования таковым. С юридической точки зрения данный подход основывается на нормах ГК РФ о притворных сделках. В подобных случаях лизинг прикрывает фактическую куплю-продажу. Указанным обстоятельствам придается правовое значение в постановлениях ФАС Западно-Сибирского округа от 27. 11. 2003 и от 28. 05. 2002. В частности, в этих актах дается оценка факта оплаты стоимости объекта лизинга непосредственно лизингополучателями. Упомянутые постановления базируются на том, что характеристикой договора лизинга является наличие цели финансирования у лизингодателя. По смыслу закона именно лизингодатель приобретает в собственность имущество, предназначенное для передачи лизингополучателю.

Сложность юридических связей при лизинге обуславливает актуальность вопроса о последовательности юридических действий сторон в процессе осуществления лизинговой операции, то есть вопроса о том, какой договор в данной системе отношений следует первым – договор лизинга или купли-продажи? ГК РФ, а также Закон о лизинге позволяют сделать вывод о том, что первым должен заключаться договор лизинга. Именно во исполнение договора лизинга лизингодатель заключает в последующем договор купли-продажи. Таким образом, российское законодатель-



Каркас ячейки представляет собой сварную конструкцию, при создании которой используются: швеллер 10П и профильная труба 100 x 50 x 5 (мм). Замкнутые пустоты заполняются современными теплоизолирующими материалами (например: isover). Крыша, дверная панель, глухая панель и сами двери собираются из гнуто-сварных конструкций, с применением стального листа от 2 до 3 мм.

Для организации отходящих линий в полу ячейки предусмотрены пустоты (до 6 шт), которые закрыты заглушками до момента использования и заполнены так же теплоизолирующим материалом.

Для сборки (состыковки) ячеек в КРУН (комплектное распределительное устройство наружного исполнения) в полу каждой ячейки предусмотрен лючок, который устанавливается после окончания работ. Образовавшийся замкнутый объем заполняется теплоизолирующим материалом. После сборки смежные швеллеры также заполняются изолируются и закрываются нащельниками, отбортовки на кромках закрываются гнутыми закрытиями, посаженными на силиконовый герметик. Главные цепи ячеек КРУН коммутируются высоковольтными выключателями, которые устанавливаются на выкатных элементах. Выкатной элемент ячейки также служит разъединителем между главными цепями и сборной шиной КРУН.

В ячейки КРУН на выкатные элементы могут устанавливаться выключатели различных производителей (вид выключателя зависит от пожелания клиента: например-VD4, ВВ/TEL, ВБЭК и т.д.). Так же в ячейке предусмотрена система вентиляции, отопления, освещения и охранная сигнализация. Крайние ячейки КРУНа закрываются торцевыми закрытиями, снабженными дверями и технологическими лючками под сборную шину. Приборы отопления и освещения крепятся к стенам и потолку ячеек с помощью саморезов. Ячейка грунтуется и окрашивается антикоррозийными лакокрасочными материалами. Цвет покрытия может быть светло-серый и синий - фирменные цвета НПФ «Альянс –Электро» или по желанию заказчика.

[www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru)

**ПИКОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ**

Компания «I Power Energy Systems» разработала и пустила в производство новую линейку комбинированных основных теплоэлектрогенераторов, дополнив ассортимент резервными генераторами, предназначенными для использования в аварийных ситуациях и в периоды максималь-

ство устанавливает четкий алгоритм действий сторон при реализации лизинговой схемы. Данный вывод нашел отражение, к примеру, в постановлении ФАС Московского округа от 15.05.2000, в котором суд подчеркнул, что законом установлена последовательность действий сторон при совершении лизинговой операции, и фактически определил, что на момент заключения договора лизинга лизингодатель не должен обладать правом собственности на объект лизинга. Вследствие вышеизложенного подчеркнем, что несоблюдение императивной нормы закона о последовательности юридических действий дает основание не применять для регулирования спорного правоотношения правила о лизинге.

Специфика лизинговых отношений наглядно проявляется также в круге прав и обязанностей субъектов лизинга.

Ключевой обязанностью лизингодателя, возникающей из договора лизинга, является приобретение в собственность указанного лизингополучателем оборудования у определенного им продавца. Отмеченное является для лизинга наиболее типичным, так как потенциальный лизингополучатель, обращаясь к будущему лизингодателю с просьбой об участии в сделке, имеет уже четкое представление о том, какое именно оборудование ему необходимо и, как правило, о предприятиях – изготовителях соответствующей продукции или ее возможных поставщиках. Значительно более редки случаи, когда выбор продавца и приобретаемого оборудования осуществляется лизингодателем. Подобная возможность, представляющая исключение из правил об активной и решающей в этом вопросе роли лизингополучателя, особо подчеркнута в ст. 665 ГК РФ, откуда следует необходимость уточнения данного момента в договоре лизинга. Настоящий вывод очевиден

с учетом установленной законом прямой зависимости между выбором предмета договора и его продавца, а также возложением ответственности за этот выбор. Приобретая оборудование для лизингополучателя, лизингодатель должен уведомить продавца о том, что оно предназначено для передачи в лизинг определенному лицу (ст. 667 ГК РФ). Практическая значимость приведенных положений подтверждается материалами судебной арбитражной практики. В 1997 году ОАО «Северовостокзолото» заключило с ООО «Кривбас» договор, во исполнение которого передало в лизинг технику. В последующем обязательства лизингополучателем нарушались, в связи с чем дело стало предметом судебного разбирательства в ФАС Дальневосточного округа. Разрешая спор, суд указал, что заключенный сторонами договор не является договором лизинга ввиду отсутствия в нем такой существенной характеристики, как обязанность по приобретению объекта лизинга лизингодателем у продавца, определенного лизингополучателем. Косвенным подтверждением данной позиции стало установление того, что ОАО «Северовостокзолото» не предупредило продавца имущества о его приобретении с целью передачи в лизинг конкретному лицу. Приняв во внимание фактические действия сторон по исполнению договора, суд кассационной инстанции констатировал наличие между сторонами классических арендных отношений, регулируемых §1 главы 34 ГК РФ (постановление ФАС Дальневосточного округа от 03.04.2001 г.).

Вскоре после введения в действие ГК РФ, содержащего нормы о лизинге, объектом пристального внимания и обсуждения стал вопрос о юридическом основании приобретения лизингодателем объекта лизинга. Сразу же отметим, что законодательство о лизинге в качестве основания приоб-





ретения имущества называет договор купли-продажи (поставки). Иными словами, возможность приобретения лизингодателем объекта лизинга в собственность посредством его создания, заключения договора мены, других договоров исключена. Последовательное решение затронутый вопрос получает и в современной судебно-арбитражной практике. В упомянутом контексте интерес представляет дело, рассмотренное ФАС Северо-Западного округа (постановление от 15.09.2003). В рассмотренном случае оплата стоимости объекта лизинга была произведена векселями, то есть данный объект был приобретен лизингодателем в собственность по договору мены, а не по договору купли-продажи, в котором встречным предоставлением всегда выступает определенная денежная сумма. Акцентируя внимание на том, что исполнение договора осуществлено способом, не предусмотренным законом о лизинге, суд указал, что это не позволяет квалифицировать заключенный сторонами договор как договор лизинга.

Лизингодатель обязан обеспечить предоставление лизингополучателю оборудования во временное владение и пользование в состоянии, соответствующем условиям договора лизинга и назначению имущества. Изложение этой обязанности лизингодателя в данном виде представляется более точным в сравнении с зафиксированной в ст. 665 ГК РФ и п.1 ст. 17 Закона о лизинге обязанностью лизингодателя предоставить имущество лизингополучателю. Дело в том, что фактически предоставление оборудования осуществляется продавцом. Диспозитивная норма п.1 ст. 668 ГК РФ устанавливает, что объект лизинга передается продавцом непосредственно лизингополучателю в месте нахождения последнего. Такой вариант распределения обязанностей по передаче имущества наиболее рас-

пространен в практике лизинговых отношений.

Требование соответствия состояния оборудования условиям договора лизинга и его назначению является обычным для договоров аренды, что находит подтверждение в п.1 ст. 611 ГК РФ. Норма п.2 ст. 611, предусматривающего правило о необходимости предоставления имущества со всеми его принадлежностями и относящимися к нему документами, если иное не предусмотрено договором, воспроизведена в п.2 ст. 17 Закона о лизинге. В п.1 ст. 611 ГК РФ, а также п.1 ст. 17 Закона о лизинге речь идет об обязанности лизингодателя обеспечить предоставление лизингополучателю оборудования, свободного от недостатков, которые в какой бы то ни было степени препятствуют пользованию им и представляют собой отступления от требований, предъявляемых к состоянию имущества договором лизинга.

В связи с тем, что предметом договора лизинга выступает обычно дорогостоящее и технически сложное оборудование, особую важность приобретает здесь процесс его передачи лизингополучателю. Несмотря на отсутствие специальных норм, регулирующих особенности этого процесса применительно к договору лизинга, практика идет по пути использования для оформления передачи лизингополучателю и соответственно принятия им объекта лизинга документов о передаче (передаточных актов, других подобных документов), подписываемых участниками лизинговой операции. При этом в соглашении может указываться, что обязательство лизингодателя по обеспечению предоставления оборудования лизингополучателю считается исполненным после передачи объекта лизинга последнему во владение и пользование и подписания документа о передаче.

Поскольку моменты передачи оборудования лизингополучателю и подписания документа о передаче могут

ного потребления электроэнергии. Новые генераторные установки EnergyNow преобразуют природный газ в электроэнергию для ограничения пиковой нагрузки и аварийного обеспечения электроэнергией торговых, промышленных, медицинских объектов, а также объектов, связанных с национальной безопасностью. Генераторы EnergyNow эффективно вырабатывают электроэнергию, не загрязняя окружающую среду. Они оснащены запатентованным устройством управления, которое обеспечивает автоматическое соединение с линиями электроснабжения компании, запуская резервные генераторы в периоды высокого потребления электроэнергии, или используя их для производства экологически чистой, недорогой электроэнергии, вне зависимости от непредсказуемых традиционных систем питания, которые абсолютно не защищены от аварий и стихийных бедствий.

[www.nestor.minsk.by](http://www.nestor.minsk.by)

## GEORG ОТПРАВИЛСЯ НА УРАЛ

Компания «РосЭнергоТранс» (Екатеринбург) освоила производство сухих преобразовательных трансформаторов для привода буровых установок мощностью до 3200 кВА, напряжением 6/0,69 кВ, со схемой соединения Y/D-Y.

Три таких трансформатора мощностью 1600 кВА уже работают на Нижнесергинском метизно-металлургическом заводе, и ещё два мощностью 2500 кВА недавно были установлены на Синарском трубном заводе.

В целом за I полугодие 2006 года «РосЭнергоТранс» выпустил около 300 сухих трансформаторов мощностью от 63 до 3200 кВА.

Кроме того, предприятие выиграло несколько тендеров на поставку сухих токоограничивающих реакторов. При их производстве будет внедрена новая запатентованная конструкция, разработанная проектным отделом компании. Особенность конструкции – в универсальном выполнении выводов, что дает возможность обеспечить любой угол (0°, 90°, 180°) без изменения величины индуктивного сопротивления. Аналогов этой продукции в России ещё нет. Для изготовления реакторов используются материалы с классом нагревостойкости H (1850С).

Параллельно на предприятии, которое было основано всего три года назад, идет перевооружение производства. В частности, закуплена линия Georg для автоматического высокоточного раскроя электротехнической стали с одновременным зак-



по времени не совпадать, важно учитывать положения ст. 669 ГК РФ и п. 1 ст. 22 Закона о лизинге, касающиеся перехода к лизингополучателю рисков, связанных с имуществом. Переход таких рисков увязан в ГК РФ с моментом передачи лизингополучателю объекта лизинга. Согласно норме Закона о лизинге, риски, связанные с имуществом, возлагаются на лизингополучателя с момента фактического принятия им объекта лизинга. Учитывая, что данный объект обычно передается продавцом непосредственно лизингополучателю, можно заключить, что речь в ст. 669 ГК РФ и п. 1 ст. 22 Закона о лизинге идет об одном и том же моменте, с которым законодатель в виде общего правила связывает переход рисков. Между тем диспозитивный характер настоящих норм позволяет сторонам договора лизинга поставить переход указанных рисков в зависимость от подписания документа о передаче либо установить иное правило.

Кроме того, лизингодатель несет и вытекающие из общих положений об аренде обязанности, связанные с предупреждением лизингополучателя о всех правах третьих лиц на предоставляемое оборудование (ст. 613 ГК РФ), а также с возмещением лизингополучателю стоимости согласованных с ним неотделимых улучшений объекта лизинга, если иное не предусмотрено договором лизинга (п. 2 ст. 623 ГК РФ). Речь идет об улучшениях, которые произведены лизингополучателем за счет собственных средств. Правило п. 2 ст. 623 ГК РФ уточняется применительно к договору лизинга в п. 8 ст. 17 Закона о лизинге, закрепившего требование о необходимости облечения согласия лизингодателя в письменную форму. В случае несоблюдения данного требования лизингополучателем утрачивается право на возмещение стоимости улучшений имущества (п. 9 ст. 17 Закона о лизинге).

Договор лизинга может предусматривать также обязанности лизингодателя по оказанию лизингополучателю дополнительных услуг или выполнению дополнительных работ (п. 2 ст. 7 Закона о лизинге). Как правило, речь идет об услугах (работах), направленных на обеспечение эффективной эксплуатации оборудования. К ним, в частности, могут относиться предоставление лизингополучателю программного обеспечения, обучение персонала лизингополучателя и т.д. Спектр оказываемых лизингополучателю услуг может быть достаточно широким, что зависит в том числе и от специализации лизинговой компании. При этом перечень, объем и стоимость дополнительных услуг (работ) определяются соглашением сторон.

Лизингополучатель обязан принять объект лизинга в порядке, предусмотренном договором лизинга (п. 5 ст. 15 Закона о лизинге). Как отмечалось, наиболее типичной для лизинга является ситуация, когда лизингополучатель при-

нимает оборудование от продавца, на которого возложена обязанность по передаче объекта лизинга непосредственно лизингополучателю. Исполнение лизингополучателем настоящей обязанности связано с совершением им действий, необходимых для обеспечения передачи и принятия оборудования. Конкретизация обязанности по принятию объекта осуществляется обычно в договоре лизинга.

Кроме того, лизингополучатель, как и арендатор в арендных отношениях, обязан согласно п. 1 ст. 615 ГК РФ пользоваться оборудованием в соответствии с условиями договора, а если такие условия в соглашении не определены – в соответствии с назначением имущества. Итак, право пользования лизингополучателя выражается в извлечении им из имущества его полезных свойств, включая получение продукции и доходов. Руководствуясь ст. 606 ГК РФ, можно заключить, что продукция и доходы, полученные лизингополучателем в результате использования лизингового имущества в соответствии с договором являются его собственностью. Предпринимательский характер использования оборудования обуславливает серьезное отношение сторон договора лизинга к выработке условий его эксплуатации, включаемых в соглашение. Поэтому характер использования объекта лизинга (интенсивность эксплуатации техники, выпускаемая продукция) и другие подобные условия могут достаточно подробно прописываться в договоре лизинга.

Одной из основных обязанностей лизингополучателя является своевременное внесение лизинговых платежей (п. 1 ст. 614 ГК РФ). Поскольку лизинговые платежи включают ряд составляющих, исполнение данной обязанности направлено на возмещение лизингодателю его инвестиционных затрат и выплату вознаграждения. Следует также затронуть момент, который отличает положение лизингополучателя от арендатора. Согласно п. 4 ст. 614 ГК РФ, последний вправе потребовать соответственного уменьшения арендной платы, если в силу обстоятельств, за которые он не отвечает, условия пользования, предусмотренные договором аренды, или состояние оборудования существенно ухудшились. Норма п. 4 ст. 614 ГК РФ позволяет уточнить, что законом может быть предусмотрено иное. Под обстоятельствами, за которые арендатор не отвечает, в п. 4 ст. 614 подразумеваются различного рода случайные причины, могущие повлечь существенное ухудшение состояния имущества или условий пользования им, то есть такое ухудшение, вследствие которого арендатор оказывается в значительной степени лишенным того, на что был вправе рассчитывать при заключении договора (п. 2 ст. 450 ГК РФ). Правило п. 4 ст. 614 выглядит совершенно естественным в отношениях сторон договора аренды, где на арендодателя как собственника возлагаются все риски, связан-

ные с имуществом. Что же касается отношений лизингодателя и лизингополучателя, в которых вопрос с рисками решен диаметрально противоположно, то здесь, думается, правило п. 4 ст. 614 не применимо. Вместе с тем вряд ли можно усмотреть препятствие для закрепления в договоре лизинга положения о том, что при возникновении определенных обстоятельств лизингополучатель имеет право на соответствующее уменьшение лизинговых платежей.

Помимо обязанностей по поддержанию оборудования в исправном состоянии, осуществлению текущего ремонта и несению расходов на его содержание (п. 2 ст. 616 ГК РФ) лизингополучатель исполняет обязанность по производству за свой счет капитального ремонта объекта (п. 3 ст. 17 Закона о лизинге). Заметим, что при традиционной аренде производство капитального ремонта по общему правилу возлагается на арендодателя. Обеспечение технического обслуживания оборудования может быть возложено на его продавца, что обычно оформляется посредством заключения дополнительных соглашений.

Неизменной, как и в аренде, остается обязанность лизингополучателя, вытекающая из п. 2 ст. 615 ГК РФ, без согласия лизингодателя не сдавать оборудование в сублизинг, не передавать свои права и обязанности по договору другому лицу, не предоставлять оборудование в безвозмездное пользование, не отдавать лизинговые права в залог, не вносить их в качестве вклада в уставный капитал хозяйственных товариществ и обществ или паевого взноса в производственный кооператив. При лизинге настоящая обязанность лизингополучателя приобретает более серьезное звучание, чем в классических арендных отношениях. Для лизингодателя вопрос о том, кто является его контрагентом, кому может быть передано оборудование или права на него, приобретает решающее значение. Достаточно вспомнить отношение лизинговых компаний к первому этапу этой сложной финансовой операции, в ходе которого проводится анализ платежеспособности потенциального лизингополучателя и эффективности сделки. Именно на основе результатов данного этапа лизингодателем принимается решение об участии в конкретной сделке. Применительно к сублизингу отметим, что в отличие от аренды, где форма согласия арендодателя не конкретизирована законом, п. 2 ст. 8 Закона о лизинге предусматривает обязательность письменной формы согласия лизингодателя на передачу лизингополучателем оборудования в сублизинг.

Сделки по распоряжению объектом лизинга и лизинговыми правами, совершенные лизингополучателем без согласия лизингодателя, ничтожны. Случаи признания указанных сделок недействительными известны российской судебно-арбитражной практике. К примеру, постановлением ФАС Московского округа от 18.06.2002 подтверждена не-

действительность договора сублизинга, заключенного ОАО «Митара» (лизингополучатель) и ООО «Фирма «Тратта» (сублизингополучатель) без согласия лизингодателя компании «NSI North Star Investments Limited». В связи с этим суд обязал сублизингополучателя возвратить полученное по договору сублизинга имущество лизингополучателю.

Важное значение при лизинге приобретает обеспечение финансовых гарантий, что непосредственно связано с величиной общего коммерческого риска в конкретной сделке. Вследствие этого особое внимание в договорах лизинга уделяется вопросу страхования оборудования. Распределение прав и обязанностей при страховании объекта лизинга отнесено законом на усмотрение сторон. Так, п. 1 ст. 21 Закона о лизинге устанавливает, что лица, выступающие в качестве страхователя и выгодоприобретателя, определяются соглашением сторон. Обычно страхование оборудования осуществляется лизингодателем либо лизингополучателем в пользу лизингодателя. Соответствующая практика согласуется со ст. 930 ГК РФ, предусматривающей, что имущество может быть застраховано по договору страхования в пользу лица (страхователя или выгодоприобретателя), имеющего основанный на законе, ином правовом акте или договоре интерес в сохранении этого имущества. При этом, как правило, имеет место страхование оборудования одновременно от разных страховых рисков.

Законодательство закрепляет обязанность лизингополучателя по обеспечению лизингодателю беспрепятственного доступа к финансовым документам и объекту лизинга в целях осуществления контроля за соблюдением лизингополучателем условий договора лизинга и других сопутствующих договоров (ст. 37 Закона о лизинге), а также финансового контроля (ст. 38 Закона о лизинге). Данной обязанности лизингополучателя соответствует право лизингодателя проверять соблюдение условий эксплуатации имущества, других условий договора. Право лизингодателя на осуществление финансового контроля может затрагивать деятельность лизингополучателя в той части, которая относится к договору лизинга, исполнению последним обязательств по этому договору. Кроме того, вышеизложенная обязанность лизингополучателя предполагает необходимость предоставления лизингодателю информации, требуемой для осуществления финансового контроля (п. 3 ст. 38 Закона о лизинге), совершение ряда других действий, которые предусматриваются в договоре лизинга, уточняющем цели и порядок осуществления контроля, в том числе финансового контроля (п. 2 ст. 37, п. 2 ст. 38 Закона о лизинге).

Если в соответствии с договором лизинга право собственности на оборудование переходит к лизингополу-



руглением кромки реза, что позволяет получить минимальные потери холостого хода. Приобретено также оборудование для производства высоковольтных литых обмоток: станки для обмотки и камеры для заливки компаундом в вакууме.

*news.elteh.ru*

**ОЧЕНЬ СУХИЕ И ОЧЕНЬ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ**

21 июня в Москве состоялась пресс-конференция по случаю выпуска новым заводом «Трансформер» (Подольск, Московская область) первой партии сухих трансформаторов с литой изоляцией.

На новом предприятии налажен полный цикл производства сухих трансформаторов, включая изготовление обмоток. «Трансформер» рассчитан на изготовление устройств разного класса напряжения и мощности – от 160 до 2500 кВА. Сегодня руководство позиционирует его как предприятие по выпуску распределительных трансформаторов для мегаполисов, но в дальнейшем планируется включить в продуктовую линейку трансформаторы для других областей применения: систем освещения, железной дороги, метро и т.д.

К настоящему моменту инвестиции в «Трансформер», который расположен на территории Подольского электромеханического завода, составили около 15 млн евро, в ближайшем будущем в покупку станков будет вложено ещё 5 млн евро. Основными инвесторами стали ГК «ХАЙТЕК» и её иностранные компаньоны. В 2004–2005 годах при содействии HitechPower Systems были закуплены технологические линии завода Resitra.

Итальянский партнер ГК «ХАЙТЕК» – компания Newton передала расчетные записки на производство сухого литого оборудования, а на нынешнем этапе участвует в контроле качества продукции и в отладке производственных процессов.

Сегодня Ивановский государственный энергетический университет и ЗАО «Трансформер» совместно работают над усовершенствованием конструкции сухого трансформатора, чтобы расширить диапазон его рабочих температур до – 60С. Такая характеристика позволит применять это оборудование в северных районах на объектах нефтяной и химической промышленности.

*news.elteh.ru*



чателью, то последний в установленных сроки обязан выполнить условия договора о выплате предусмотренной им суммы. В отечественной практике лизинговых отношений в подавляющем большинстве случаев по истечении срока договора лизингополучатель становится собственником оборудования. Необходимо при этом помнить, что условия выкупа должны быть достаточно детально прописаны сторонами в соглашении. Пренебрежение данным советом оборачивается сложностями при возникновении спора. Показательным является постановление ФАС Северо-Кавказского округа от 20.10.2003, в котором описывается следующая ситуация. В 1998 году компании заключили договор лизинга, согласно которому лизингодатель передает лизингополучателю закупленную в соответствии с его заявкой продукцию машиностроения на условиях лизинга с обязательным выкупом. Условия выкупа в договоре определены не были. В связи с возникновением спора в апреле 2003 года лизингополучатель обратился в суд с иском к лизингодателю о признании права собственности на объект лизинга. Суд кассационной инстанции, отправляя дело на новое рассмотрение в первую инстанцию, подчеркнул необходимость исследования согласованных сторонами условий выкупа, вопроса о том, были ли исполнены обязательства по выкупу, установления момента перехода права собственности. Очевидно, что только на основе всестороннего и полного исследования этих обстоятельств суд сможет дать надлежащую оценку правомерности исковых требований. Между тем при отсутствии документального подтверждения фактов задача, стоящая перед судом, представляется крайне непростой.

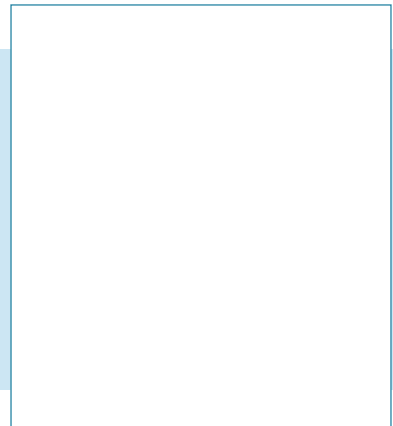
Если переход к лизингополучателю права собственности на объект лизинга не предусмотрен, то при прекращении договора лизинга лизинго-

получатель обязан возвратить лизингодателю имущество в том состоянии, в котором он его получил, с учетом нормального износа или износа, обусловленного договором лизинга (п. 4 ст. 17 Закона о лизинге). Состояние, в котором оборудование должно быть возвращено лизингодателю, имеет смысл оговаривать в соглашении, заранее заданные характеристики использования (условия эксплуатации) имущества позволяют с большей или меньшей степенью точности его просчитать.

Согласно п. 1 ст. 621 ГК РФ, если лизингодатель по истечении срока договора лизинга намерен вступить в договорные отношения по поводу предоставления в пользование оборудования с кем бы то ни было, то при прочих равных условиях преимущественное перед другими лицами право на заключение договора на новый срок имеет лизингополучатель. Действие указанной нормы распространяется на лизингополучателя, надлежащим образом исполнявшего свои обязанности по договору лизинга. Для того чтобы воспользоваться этим правом, он должен письменно уведомить о своем желании лизингодателя в срок, указанный в договоре лизинга, а если в соглашении такой срок не указан – то в разумный срок до окончания его действия. Следует уточнить, что подобные отношения лизингодателя и лизингополучателя, возникающие по истечении срока лизингового соглашения и связанные с предоставлением оборудования во временное пользование на возмездных началах, опосредуются договором аренды, а не договором лизинга. Это, в свою очередь, влечет изменение субъектного состава, прав и обязанностей сторон в сравнении с теми, которые характеризовали их как участников лизинговых отношений.



**В этом номере на вопрос читателей отвечает профессор института повышения квалификации «Нефтехим» Киреева Эльвира Александровна.**



**ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ: GLAVENERGO@MAIL.RU.**

**1.** Если можно применить и масляные и сухие силовые трансформаторы, то каким из них целесообразнее отдать предпочтение?

Масляные трансформаторы обладают хорошим отводом тепла от обмоток и сердечника, хорошей диэлектрической пропиткой изоляции, надежной защитой активных частей от воздействия окружающей среды, дешевизной. Основным недостатком масляных трансформаторов является возможность возникновения пожара, взрыва или выброса продуктов разложения масла при случайном повреждении изоляции, приводящая к дуговому КЗ внутри бака трансформатора, особенно в случае отказа или неправильного срабатывания защиты. Поэтому масляные трансформаторы используют для наружной установки или для установки в специальных трансформаторных помещениях подстанций.

В случае, когда трансформаторы должны устанавливаться внутри цеха, следует учитывать пожарную безопасность и применять сухие трансформаторы. Условия охлаждения этих трансформаторов хуже, чем у масляных.

Кроме того, плотность тока в их обмотках меньше, а габариты, расход активных материалов и стоимость больше.

Поэтому выбор типа трансформатора (масляного или сухого) является технико-экономической задачей, которую надо решать конкретно.

**2.** Если выбор сделан в пользу сухого силового трансформатора, то какой тип сухого трансформатора целесообразнее выбрать?

Сухие трансформаторы в соответствии с международным стандартом МЭК-726 классифицируются следующим образом:

⇒ герметичные, т. е. такие трансформаторы, которые окружены воздухом или газом и помещены в защитный кожух, уплотненный таким образом, что отсутствует заметный обмен между внутренним объемом и окружающей атмосферой. Такие трансформаторы по образному выражению электротехников, осуществляющих их эксплуатацию, не «дышат»;



**ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ДЛЯ СТРАН СНГ**

Ученые иркутского Института систем энергетики имени Мелентьева разработали новые электротехнические приборы. Они предназначены для контроля высоковольтных выключателей, позволяют обнаружить дефекты на ранних стадиях и избежать аварийных ситуаций. Ученые отмечают, что в России нет аналогов таких разработок. Энергетики России, Казахстана, Киргизии и Белоруссии уже на протяжении многих лет используют приборы института систем энергетики. Сейчас иркутские ученые со своей новой разработкой собираются выходить на рынки Китая и других стран СНГ, в частности, Украины.

*irkutsk.rfn.ru*

**«РУМО» БУДЕТ ПРОИЗВОДИТЬ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ СВОИХ ДИЗЕЛЕЙ**

ОАО «Русские Моторы» («Румо», Нижний Новгород, производитель дизель-энергетических установок) в 2005 г. направил на развитие производства более 2,073 млн. рублей, говорится в официальном отчете предприятия. В частности, предприятие по согласованию с фирмой MAN приобрело право выпуска и ведет подготовку производства судовых и стационарных дизелей типа 22/28, 28/32 и 32/40. На эти цели было направлено 1,45 млн. рублей. Кроме того, «Румо» приступил к освоению электротехнической продукции для комплектации изделий собственного производства. Ведется подготовка к производству синхронных генераторов переменного тока СГД-2 и СГД-2М, на которую в 2005 году было направлено 220,1 тыс. рублей. Также одним из новых направлений эмитента стал выпуск экологически чистых газовых котлоагрегатов, электроприводных автоматизированных насосных агрегатов ЭП-НА-55-4, поршневых компрессоров 6ПК-32. Уставный капитал ОАО «РУМО» составляет 183 тыс. рублей и разделяется на 1 млн. 372,5 тыс. обыкновенных акций и 457,5 тыс. привилегированных акций номинальной стоимостью 10 коп. 24% акций принадлежит ФК «Долговое агентство банка «Российский кредит», по 20% – генеральному директору ОАО «Румо» Виктору Егорову и заместителю генерального директора Юрию Чаадаеву, остальные акции находятся в собственности трудового коллектива.

*www.nta-nn.ru*



- ⇒ полностью помещенные в герметичный кожух, выполненный таким образом, что окружающий воздух не охлаждает магнитную систему и обмотки, но может сообщаться с атмосферой;
- ⇒ защищенные, т. е. такие, у которых защитный кожух выполнен таким образом, что окружающий воздух может непосредственно охлаждать магнитную систему и обмотки;
- ⇒ незащищенные, т. е. такие, у которых защитный кожух отсутствует, а магнитная система и обмотки охлаждаются окружающим воздухом.

В настоящее время в практике мирового трансформаторостроения из большого числа разнообразных по конструктивному исполнению сухих трансформаторов наибольшее распространение получили сухие трансформаторы с обмотками, герметизированными эпоксидной смолой. Эти трансформаторы производятся по вакуумной или безвакуумной (ровинговой) технологии.

Дальнейший опыт изготовления сухих трансформаторов показал, что безвакуумная технология является более совершенной; она осуществляется путем герметизации слоев обмоток с использованием только чистой смолы и стеклонитей.

Трансформаторы, изготовленные по безвакуумной технологии, равноценны трансформаторам, изготовленным по вакуумной технологии по пожаробезопасности, влаго- и химостойкости и экологической безопасности, но превосходят их по механической прочности, динамической стойкости к токам КЗ, стойкости к действию высоких и низких температур и грозового импульсного перенапряжения.

Большой опыт по изготовлению сухих трансформаторов с эпоксидно-кварцевой изоляцией накоплен в Германии: геофомную изоляцию применяет фирма «Трансформатор-Унион». Мощность выпускаемых ею трансформаторов находится в диапазоне от 10 кВ·А до 15 МВ·А. Причем трансформаторы такого типа по массе меньше, чем масляные той же мощности.

Сухие трансформаторы мощностью от 50 до 5000 кВ·А, изготовленные по безвакуумной технологии, выпускает шведская фирма «Мора трансформер».

Благодаря воздушной стекловолоконной витковой изоляции и керамическим опорно-изоляционным конструкциям количество сгораемых веществ в них сокращено до 0,9 ... 1,6% общей массы трансформатора. Причем, самостоятельное горение таких трансформаторов невозможно, а тепловыделение при их сгорании в огне в 5...10 раз меньше, чем в случае сухих трансформаторов с литой эпок-

сидной изоляцией, или в 40...80 раз меньше, чем в случае масляных трансформаторов.

По лицензии этой фирмы ЗАО «Электрофизика» выпускает сухие трансформаторы мощностью от 100 до 6300 кВ·А и напряжением до 24 кВ. Трансформаторы рассчитаны на длительный режим работы в жестких климатических условиях, отличаются высокой надежностью, пожаробезопасностью, экологичностью, экономичностью и удобством в эксплуатации.

**3.** На нашем предприятии до сих пор используются силовые совтоловые трансформаторы. Чем они опасны?

Одним из способов обеспечения пожарной безопасности трансформаторов является применение синтетических негорючих заполняющих жидкостей. Долгое время с этой целью использовали различные смеси полихлордифенилов, известные также под названием совтол (Россия), пиранол (США), аскарел (Германия – и др. Эти жидкости сильно ядовиты и разлагаются в природных условиях порядка 30 лет. Попадание их в почву, грунтовые воды и водоемы приводит к тяжелым экологическим последствиям. Кроме того, при пожарах возникают еще более ядовитые продукты их разложения, представляющие большую опасность для жизни людей не только во время пожара, но и много лет спустя после него. В связи с этим использование полихлордифенилов в качестве диэлектрических жидкостей в настоящее время практически повсюду запрещено, и такие трансформаторы в системах электроснабжения промышленных установок перестали применять.

**4.** Как правильно выбрать схему соединения обмоток силовых трансформаторов?

Схему соединения обмоток трансформаторов выбирают так, чтобы они отвечали следующим требованиям:

- ⇒ выравняли нагрузку между фазами первичной обмотки при несимметричной нагрузке вторичной обмотки;
- ⇒ препятствовали возникновению высших гармоник в электрических сетях;
- ⇒ ограничивали сопротивление нулевой последовательности цепи КЗ в случае питания четырехпроводных сетей.

Для выполнения первого и второго условий одну обмотку трансформаторов соединяют в звезду, другую в треугольник. Так, на ГПП предприятий в звезду, как правило, соединяют обмотку ВН (35-220 кВ), так как это, во-первых, может потребоваться режимом работы нейтрали в сетях этого напряжения, а, во-вторых, облегчает регулирование напряжения путем переключения отводов. Обмотку НН соединяют в треугольник. Поэтому на ГПП промышленных предприятий используют в основном трансформаторы со схемой соединения обмоток  $Y/\Delta$  или  $Yn/\Delta$ .

Для питания четырехпроводных сетей напряжением 220/380 или 380/660 В используют трансформаторы, у которых вторичная обмотка соединена в звезду (или зигзаг) с выведенной нейтральной точкой. Для выполнения приведенных выше трех условий первичную обмотку соединяют в  $\Delta$ -к, а вторичную в  $Yn$ . Этим же требованиям, особенно в части симметрирования нагрузок, удовлетворяет схема  $Y/Zn$ . Схема  $Y/Yn$  этими положительными свойствами не обладает: отличается повышенным сопротивлением нулевой последовательности, что затрудняет защиту сетей от однофазных КЗ, возникающих при замыканиях на корпус. Поэтому трансформаторы со схемой соединения обмоток  $Y/Yn$  не рекомендуют для питания цеховых сетей НН.

**5.** Слышал, что источники бесперебойного питания могут работать ненадежно. В каких случаях это имеет место?

На различных промышленных и непромышленных объектах имеются электроприемники, не допускающие даже кратковременных пере-



**ВА 88: ИСПЫТАНИЯ УСПЕШНО ЗАВЕРШЕНЫ**

Эти аппараты хорошо известны на рынке – они выпускаются уже три года и пользуются заслуженным спросом. Все это время специалисты компании собирали, систематизировали и анализировали отзывы потребителей силовых автоматических выключателей. В результате в конструкцию ВА 88 были внесены изменения, улучшающие технические характеристики. При производстве ВА 88 использованы современные материалы, которые повысили износостойкость и надежность аппарата. Усилена контактная система, в отдельных типоразмерах изменена форма подвижного контакта и повышена надежность работы механизма управления в режиме коммутации токов короткого замыкания. Обновленные выключатели получили все необходимые сертификаты соответствия. Кроме этого, компания дополнительно отправила их на экспертизу в Сибирский региональный испытательный центр. Независимые испытания подтвердили потребительские свойства выключателей. По оценке директора центра Валерия Чеченина, выключатели выдержали все испытания на механическую и электрическую износостойкость (ВА 88 35 7 тысяч включений и отключений, ВА 88 37 и ВА 88 32 4 тысячи). Экспертиза, что особенно важно, подтвердила заявленную разработчиками предельную коммутационную способность. Это значит, что аппараты выдержат термические, динамические и электрические нагрузки, в том числе при токах короткого замыкания, обеспечат своевременное отключение и надежную защиту электрооборудования. То есть испытания удостоверили, что автоматический выключатель будет успешно работать в течение всего гарантийного срока. Напомним, что автоматические выключатели серии ВА 88, в конструкцию которых внесены изменения, улучшающие технические характеристики, уже получили высокую оценку экспертов (эта продукция компании «ИЭК» удостоена серебряной медали конкурса «Лучшее электрооборудование» выставки «Электро-2006»). И результаты испытаний независимой экспертизы еще раз показали высокие эксплуатационные характеристики электротехнических аппаратов, выпускаемых под ТМ ИЭК.

[www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru)



рывов в электропитании. Сюда относятся персональные компьютеры, устройства автоматизированной обработки производственной, управленческой и финансовой информации, устройства автоматизированного управления технологическим процессом и др. Прекращение их электропитания вызывает сбои программированных расчетов и логических действий, потерю оперативной памяти и др. Все это ведет к ошибкам в расчетах, к неправильному учету или обработке информации, к ложным командам управления.

Для надежного питания таких установок применяются источники бесперебойного питания (ИБП). Эти ИБП могут отказывать в работе из-за плохого качества электроэнергии, а точнее из-за возникновения резонансных явлений в электроустановках зданий.

Дело в том, что при наличии в сети высших гармонических, с одной стороны, и индуктивности цехового трансформатора и емкости конденсаторных батарей 0,4 кВ, используемых для компенсации реактивной мощности, с другой стороны, на одной из гармоник может возникнуть резонанс токов (параллельный резонанс). Это явление, влияющее на качество электроэнергии, относится к числу малоизученных. В состав источника бесперебойного питания (UPS) входят такие блоки, как выпрямитель, инвертор, система управления; инвертор управля-

ется микропроцессором. Плохое качество электроэнергии на входе UPS может приводить к ошибкам в работе внутренних устройств UPS, а, следовательно, к неправильной работе самого UPS, от которого питаются ответственные потребители электроэнергии.

**6. Как можно регулировать токи КЗ?**

В промышленных сетях при больших токах КЗ требуются коммутационные аппараты с большой отключающей способностью, а также проводники и аппараты с высокой термической и динамической стойкостью к токам КЗ. Все это значительно увеличивает стоимость системы электроснабжения. Поэтому в таких случаях принимают меры по уменьшению токов КЗ.

Наиболее часто применяются следующие устройства:

- ⇒ токоограничивающие сдвоенные и одинарные реакторы, недостатком которых является увеличение площади, объема и стоимости РУ, увеличение потребляемой в сети реактивной мощности и потеря напряжения, ухудшение условий пуска подключенных к сети двигателей и уменьшение устойчивости системы электроснабжения;
- ⇒ резонансные токоограничивающие устройства, недостатком которых яв-



ляется их большая стоимость;

⇒ токоограничивающие отключающие аппараты (плавкие предохранители, автоматические выключатели НН); этот способ является наиболее эффективным и экономичным;

⇒ трансформаторы с расцепленными отмотками.

Кроме того, применяют отдельные сети, питаемой от нескольких источников, на отделенные друг от друга секции. Для обеспечения надежного питания приемников в случае аварийного отключения источника, секции сети могут иметь автоматически включаемые связи.

Переход на более высокое номинальное напряжение сети при той же мощности источников питания приводит к увеличению сопротивлений всех выбираемых источников и элементов сети, что уменьшает токи КЗ.

**7. Выпускают ли отечественные производители вакуумные выключатели на напряжение 110 кВ?**

В настоящее время вакуумные выключатели выпускаются различными предприятиями, как в России, так и зарубежом.

В России наиболее известными производителями вакуумных выключателей являются РК «Таврида Электрик», ГНПП «Контактор» (Саратов),

«Электрокомплекс» (Минусинск), НТЭАЗ «Нижняя Тура», «Электроаппарат» (Уфа), «Уралэлектроаппарат» (Екатеринбург) и др.

Однако, на напряжение 110 кВ, вакуумные выключатели из отечественных производителей выпускает, как известно, только Нижне-Туринский электроаппаратный завод (НТЭАЗ, г. Нижняя Тура).

Технические характеристики этих выключателей следующие:

Номинальное напряжение, кВ	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
Номинальный ток, А	1000; 1600
Номинальный ток отключения, кА	20; 31,5

Энергопотребление, А:

- ⇒ ток включения 50
- ⇒ ток отключения 1,5

Коммутационный ресурс при I <sub>ном</sub> (О-В)	20000÷50000
Коммутационный ресурс при I <sub>к</sub> (О-В)	50÷70
Механический ресурс	20000÷50000

## ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ЗАВОЕВЫВАЮТ СЕВЕРО-ЗАПАД

В рамках реализации экологической политики ОАО «Ленэнерго» специалистами компании планируется произвести замену масляных выключателей на экологически безопасные элегазовые выключатели. Работы по установке элегазовых выключателей планируется провести на следующих подстанциях 110кВ компании Ленэнерго: №57 и «Сосново» Приозерского района; №159 и №56 в Выборгском районе; №323 «Алеховщина»; №609 в Курортном районе, №80 в Колпинском районе. Элегаз – нетоксичное вещество без цвета и запаха, с экологической точки зрения безопасное химическое соединение, не влияющее на озоновый слой земли. Поэтому он не внесен в перечень веществ, которые подлежат запрету или ограничению применения согласно Монреальской конвенции. Вклад элегаза в парниковый эффект по сравнению с другими газами, являющимися продуктами деятельности человека, незначителен. Элегаз используется в мировой практике более чем 40 лет, к настоящему времени число подстанций с элегазовым оборудованием исчисляется тысячами. Подстанции с элегазовым оборудованием проектируются, прежде всего, для крупных промышленных городов, так как они взрыво- и пожаробезопасны, в отличие от подстанций с маслом и воздушнонаполненным оборудованием.

*advis.ru*





**Кирилл Москаленко**

## БАРСИК

В 2000 году у нас в семье помер кот. Его звали Ландыш. Такое необычное имя он получил потому, что когда-то моя супруга прочитала книгу воспоминаний поэта Вадима Шефнера, где он рассказывает о своей няне — одинокой женщине, радостью и утешкой которой был кот Василий. И няня, глядя кота, пела песенку:

«Вася, Васенька, Васюта,  
Вася — ландыш у ручья».

И когда у нас в доме появился котенок, моя супруга назвала его Ландышем. Он был самостоятельным, серьезным котом. За свою семилетнюю жизнь Ландыш поменял вместе с нами четыре или пять мест обитания. Потом он заболел, мы возили его в специальной клеточке в ветеринарную лечебницу, там ему ставили капельницу, но, к сожалению, ничего не помогло. Наш Ландыш умер. Мы похоронили его в лесу, под деревьями. На душе было тяжело — любим мы все-таки братьев наших меньших.

Вскоре наши знакомые из соседней деревни предложили котенка — от большого кота, сказали они. Через несколько дней, как и обещали, эти люди привезли котенка и отдали нам. Он был дымчато-

черный, крохотный, правый глазик у него слезился; он всё время жалобно мяукал и прижимался к груди супруги, которая тут же взяла его на руки. Назвали котенка Графитом. В нашем деревенском домике, где мы тогда жили, Графит скоро освоился, ходил по дому и двору с поднятым хвостом: хозяин! А потом, примерно через полгода, к нашему домику приблизилась черная зеленоглазая кошка. Шла мимо, и видно было, что она как будто не уверена, растеряна. Супруга моя позвала ее, и кошка пришла к нам на двор, а потом и в дом. Мы назвали ее Муркой, так она у нас и прижилась.

Графит против появления Мурки не возражал. Во-первых, он был еще молодой котенок, а, во-вторых, — Мурка все-таки была кошечкой. В общем, они подружились.

Так и шла их кошачья жизнь: кушали, играли, гуляли, спали... За эту вот их понятность, предсказуемость жизни мы и любим своих питомцев. Правда, Графит ростом не вышел — или не в папу пошел, или тот большой кот вовсе и не был ему папой — оставался котик совсем небольшой, и глазик у него по-прежнему слезился.

Однажды ночью нас разбудили громкие кошачьи мяуканья, какой-то грохот и злое шипение. Мы спустились из мансарды, где спали, на первый этаж. В углу сидели Мурка и Графит, а господствующую позицию у лестнички в подвал занимал большой серый полосатый кот. Он угрожающе мяукал и, видно, готовился вцепиться в нашего Графита. Мы стали кричать на наглого серого пришельца, и тот с достоинством покинул поле боя, отправившись по лестничке в подвал, откуда был лаз во двор.

Однако не тут то было — чужак, затаившийся в темном углу подвала, вскоре вновь атаковал наших четвероногих домочадцев. Это было уже слишком, и нам пришлось выгнать его и из подвала. Как ни странно, кот, выдворенный из дома, не удрал на улицу — он остался во дворе и, судя по всему, решил жить у нас.

«Серый», как мы вначале прозвали его между собой, был, безусловно, хорош: крепко сбитый, с широкой круглой мордой, толстыми усами, желтыми глазами, всегда по-боевому поднятым хвостом... Но, как мы заметили, одного зубика у него не было, и поймать мышшь или птичку и съесть ее ему, наверное, было бы сложно. Прогнать серого нам почему-то стало жалко — все-таки кот как бы доверился нам. Короче, назвали мы его Барсиком и оставили жить у нас.

И тут для нас наступила «веселая» жизнь. Каждый день мы «разруливали» кошачьи ссоры и драки. Наглый Барсик, правда, безуспешно, стал приставать к Мурке, а Графита он просто терроризировал. Поселился Барсик в подвале, а это значит, что выход Графиту на улицу ночью, когда дверь в дом заперта, был перекрыт. Мы проделали другой лаз, но и там Барсик доставал нашего черненького котика. Часто мы заставляли Графита сидящим на почтительном расстоянии от лестницы в подвал, где «проживал» Барсик, и напряженно глядящим в темную глубь подпола. Всё чаще Графит бродил по двору, опустив хвост, что, несомненно, говорило о его душевном надломе — он был вынужден сдать свои позиции хозяина. И без того тощий, котик стал совсем худым. И Мурка всё чаще убегала со двора на улицу, — а ведь раньше, с тех пор как она забрела к нам, никуда не уходила, наверное, боялась потеряться.

По всему было видно, что положение в кошачьей среде складывалось серьезное. Надо было что-то предпринимать.

Стал я спрашивать коллег на работе — не нужен ли кому хороший кот. Но, как это всегда бывает, кто-

то не хотел брать животное, а кто-то хотел, да не мог. И вот случайно дошла очередь в моих расспросах до новенькой нашей сотрудницы, тихой и печальной Вики. Жила она одна и далеко от места работы, добиралась с трудом, и зарплата у нее была не из высоких. Но, как оказалось, вот она-то и мечтала о большом котике. Я показал ей фото Барсика, и Вика сразу согласилась его взять.

Через несколько дней Вика приехала к нам в гости, чтобы «познакомится» с нашим котом-разбойником. Встреча прошла, как говорится, в дружественной обстановке. Вскоре взяли мы Барсика на руки, упаковали лоток для кошачьего туалета, несколько упаковок корма на первое время, и вместе с Викой поехали к ней домой.

Ехали долго, девушка жила далеко от города — километров сорок, дорога плохая. Наконец, приехали. Маленький поселок древних двухэтажных домов. Ее квартира — комнатка, кухня, совмещенный санузел — на втором этаже. Выгрузились, поднялись в дом. Барсик обошел «хоромы» и сразу улегся отдыхать на Викин топчан. Значит, всё в порядке. Вика его гладит, радуется. И я рад — свирепый наш Барсик принял свою новую хозяйку. Говорю ей: «Вика, ты знаешь, а Барсик мясо любит». Вика сразу закрутила, говорит: «Я-то мясо не ем, у меня даже холодильник нет». Что делать — пообещал я Вике холодильник, и через неделю обещание свое сдержал — привез маленький «Саратов» Вике с Барсиком в их квартирку на втором этаже.

Через некоторое время поинтересовался у Вики — как там Барсик поживает? Всё оказалось хорошо. Кот освоился, на ночь в ноги к Вике спать ложится, гуляет, где хочет, познакомился с поселковыми кошками, а котов гоняет. Но домой к Вике приходит каждый день — и покушать, и отдохнуть, и побыть с хозяйкой. Вика была очень довольна. Барсик, наверное, тоже.

Ну, и у нас дома кошачья жизнь наладилась. Графит снова осмелел, поднял хвост как хозяин, но еще долго с опаской подходил к лестнице, ведущей в подвал.

## CONTENTS №9/2006

### ENERGETICS NEWS

#### PROBLEMS AND SOLUTIONS

The small power plants – the base for decentralized power generation

#### MARKET AND PROSPECTS

Market of mobile heat power generators

#### POWER FACILITIES

On influence of vibration on losses and expansion of gas content of oil in 500-750 kV shunt reactor  
The rise of quality of electric power – the main problem for reliable operation of electrical equipment  
Three-phase trouble-free power supply sources  
Electrical installation of building, electrical network, electrical circuit, distribution board - the basic concepts and classification

#### HEAT SUPPLY

New rust protection technology for heat supply network  
Leak finding: methods of new millennium

#### AIR SUPPLY

Circuit design and composition of ventilation system  
Characteristics and design of equipment for ventilation system

### DIAGNOSTICS AND TESTS

Test of insulation resistance for wire and cable of lighting circuits at functioning and reconstructing electrical installations

### ECONOMICS AND MANAGEMENT

Metering of damage of accident at water-supply lines and heating systems

### AUTOMATION

Automatic system "Energoresursy"

### ENERGY SAVING

Power saving and ecological pure technologies for heat power supply of production area and home

### REFERENCE BOOK FOR POWER ENGINEER

Symbols of grades for plastic pipes and fastening parts

### BOOKSHELF

### LABOR PROTECTION AND ACCIDENT PREVENTION

Artificial and natural electromagnetic fields in environment of man and devices for detection and registration of those fields

#### РАСЦЕНКИ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ЖУРНАЛАХ НП ИД «ПАНОРАМА»

Формат	Размеры, мм	Стоимость, цвет	Стоимость, ч/б
2-я обложка	205 x 285 - обрезной	30 000	-
3-я обложка		25 000	-
4-я обложка	210 x 295 - дообрезной	35 000	-
Полоса		20 000	10 000
1/2	102 x 285 / 205 x 142	12 000	6 000
1/3	68 x 285 / 205 x 95	8 000	4 000
1/4	102 x 142 / 205 x 71	6 000	3 000
1/8	51 x 142 / 102 x 71	3 000	1 500
1/16	51 x 71	1 400	700

Все цены указаны в рублях, НДС не облагается (упрощенная система налогообложения).

#### СКИДКИ:

за кратность публикаций -

2-3	4-6	7-9	10 и более
5%	10%	15%	20%

рекламным агентствам - 15%.

#### УСЛОВИЯ ОПЛАТЫ И РАЗМЕЩЕНИЯ:

предоплата 100%;

макет должен соответствовать техническим требованиям, применяемым для публикации материалов в журналах ИД «Панорама»;

макет рекламного модуля предоставляется не позднее 15 числа месяца, предшествующего выходу журнала.