

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОВОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ</b>	<b>3</b>
<b>ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ</b>	<b>10</b>
Организация ремонтных и инженерно-технических служб предприятия, нет путей для повышения эффективности	
<b>ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО</b>	<b>17</b>
Возможные неисправности силовых трансформаторов и их ремонт	17
Нормативные документы, устанавливающие требования к устройствам защитного отключения	23
Как предотвратить хищение электроэнергии	31
Дизельные электростанции: общий порядок монтажа	33
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>37</b>
Повышение экономичности работы котельной за счет использования струйных подогревателей вместо пароводяных теплообменников	37
Новое направление в системах очистки теплообменного оборудования от отложений	41
<b>ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ</b>	<b>44</b>
Комплексные решения для подготовки сжатого воздуха	44
Применение систем с промежуточным теплоносителем в кондиционировании	50
<b>ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ</b>	<b>54</b>
Методика испытания разрядников	54
<b>ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ</b>	<b>66</b>
Стоимость энергозатрат можно уменьшить, управляя нагрузкой	66
<b>ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>	<b>69</b>
Основные аспекты внедрения частотно-регулируемого электропривода на насосные станции водоснабжения	69
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ</b>	<b>77</b>
Программное обеспечение для разработки документации на ремонт электрических машин	77

ЖУРНАЛ

## «ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №12

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

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

### Редакционная коллегия

**В.В. Жуков** – д.т.н., профессор, чл.-корр. Академии электротехнических наук РФ, директор Института электроэнергетики  
**Э.А. Киреева** – к.т.н., профессор Института повышения квалификации «Нефтехим»  
**М.Ш. Мисриханов** – д.т.н., профессор, ген. директор «ФСК. Межсистемные электрические сети Центральной России»  
**В.А. Старшинов** – д.т.н., профессор, зав. кафедрой электрических станций, МЭИ  
**Н.Д. Торопцев** – д.т.н., профессор кафедры электроснабжения Карачаево-Черкесской государственной технологической академии  
**А.Г. Харитон** – д.т.н., профессор, ректор Международной Академии информатизации  
**А.Н. Чохонелидзе** – д.т.н., профессор Тверского государственного технического университета

Главный редактор

**С.А. Леонов**

Выпускающий редактор

**Н.А. Пунтус**

Верстка

**А.М. Коломейцев**

Корректор

**О.С. Волкова**

Журнал на 1-е полугодие 2008 года распространяется через Каталог ОАО «Агенство «Роспечать» и Каталог российской прессы «Почта России» (ООО «Межрегиональное агенство подписки»), а также путем прямой редакционной подписки

Почтовый адрес редакции:

107031, Москва, а/я 49,

ИД «ПАНОРАМА»

Тел.: (495) 625-93-50, 131-73-95

E-mail: [glavenergo@mail.ru](mailto:glavenergo@mail.ru)

<http://glavenergo.promtransizdat.ru>



Подписано в печать 28.11.2007  
Формат 60x88/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 13. Заказ №



При подготовке материалов данного номера были использованы материалы изданий: Журнал «ЭСКО», [www.ecoenergy.ru](http://www.ecoenergy.ru)

## КНИЖНАЯ ПОЛКА 82

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ 84

Постановление Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. №60 «Об утверждении Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» 84

Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов 84

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 91

Рекомендации по нормированию численности работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств (продолжение) 91

## НУЖНО ДЕЛАТЬ ДОБРО

Дары волхвов 100

## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2007 ГОД 102

### *Уважаемые коллеги и друзья!*

Редакция журнала «Главный энергетик» от всей души поздравляет Вас с профессиональным праздником — Днем энергетика, а так же с наступающим Новым годом. Искренне желаем Вам успехов в реализации намеченных планов, здоровья и благополучия Вам и Вашим близким.

Из материалов представленных в декабрьском номере хотелось бы отметить следующие: на странице 17 читайте статью «Возможные неисправности силовых трансформаторов и их ремонт», в ней дан анализ наиболее часто встречающихся неисправностей силовых трансформаторов и конкретные рекомендации по их устранению.

На странице 23 материал «Нормативные документы, устанавливающие требования к устройствам защитного отключения» в котором изложена краткая информация о нормативных документах, требованиях которых должны соответствовать УЗО.

Далее — статья «Повышение экономичности работы котельной за счет использования струйных подогревателей вместо пароводяных теплообменников». В ней предлагается использовать блок из трансзвуковых струйных аппаратов (ТСА) «Фисоник» для эксплуатации в системе отопления вместо пароводяных теплообменников.

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

*С уважением, главный редактор журнала  
Сергей Леонов*

## **«ЭЛЕКТРОЗАВОД» ЗАКОНЧИЛ МОНТАЖ САМОГО МОЩНОГО ЭНЕРГОБЛОКА В МОСКВЕ**

ОАО «Электrozавод», один из крупнейших производителей трансформаторного оборудования в России, закончил монтаж оборудования для самого мощного в Москве энергоблока, который способен обеспечить электричеством около 400 тысяч квартир, сообщил пресс-секретарь компании Николай Боричев.

«Речь идет о третьем энергоблоке мощностью 450 МВт на московской ТЭЦ-27. Он будет снабжать электроэнергией часть промышленного и жилищного сектора в ЦАО, ВАО и ЮВАО. Мы рассчитываем, что энергоблок заработает до конца 2007 года», — пояснил он.

Как отмечается в пресс-релизе ОАО «Электrozавод», энергоблок будет работать на основе новейшей технологии парогазового цикла, обеспечивающей КПД 51,5%, в то время как на станциях с паросиловыми установками КПД не превышает 40%. Высокоэффективная установка позволит экономить до 25% топлива, а также на треть снизить вредные выбросы в атмосферу.

«Строительство «Электrozаводом» третьего энергоблока ТЭЦ-27 проводится в рамках реализации «Программы развития и технического перевооружения Московской энергосистемы на период 2006—2020 годы». В мае 2006 года «Электrozавод» выиграл тендеры на поставку оборудования и монтаж блока», — говорится в документе.

Боричев также сообщил, что в 2008 году компания приступит к поставке оборудования и монтажу четвертого энергоблока на ТЭЦ-27.

Холдинговая компания «Электrozавод» специализируется на производстве трансформаторного оборудования, поставляемого для всех отраслей экономики, и обслуживании объектов электроэнергетики. Объем

реализации предприятий холдинга в 2006 году составил более 750 млн долларов, объем заказов на 2007 год превышает 1 млрд долларов.

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

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ЯВЛЯЮТСЯ ПРИОРИТЕТНЫМИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ**

Использование солнечной энергии в элетро- и теплоснабжении является одной из первостепенных задач Госкорпорации по нанотехнологиям РФ, заявил первый вице-премьер РФ Сергей Иванов на выставке инвестиционных проектов в Иркутске.

Он подчеркнул, что Россия, являясь второй державой в мире по добыче нефти и крупнейшей страной по развитию газовой отрасли, в настоящее время проявляет повышенный интерес к альтернативным источникам энергии, в том числе солнечным.

На выставке первый вице-премьер познакомился с инвестиционным проектом «Центр по развитию солнечной энергетики» двух предприятий Приангарья — «Усолехимпром» и «Усолье-Сибирский Силикон». Реализация проекта началась в 2005 году. Одна из задач проекта — изготовление поликремния, который является качественным сырьем, в том числе, для развития микроэлектроники. Бюджет проекта — 500 млн долларов. В настоящее время уже освоено около 150 млн долларов.

Первый вице-премьер заинтересовался, насколько целесообразно с экономической точки зрения развитие солнечной энергетики в Сибирском регионе, где крайне мало солнечных дней. Авторы проекта ответили, что себестоимость изготовления солнечных элементов (батарей) очень высока, и к 2015 году тепло- и электроснабжение, основанное на сол-

нечной энергии, будет востребовано в различных отраслях, в том числе, атомной. В настоящее время авторы проекта ориентированы на заказчиков из Европы, Азии, США, где проекты по развитию солнечной энергетики очень востребованы.

[ThermoNews.Ru](http://ThermoNews.Ru)

## **В КРАСНОЯРСКЕ ОТКРЫВАЕТСЯ ПРОИЗВОДСТВО КРУПНОЙ ШВЕДСКОЙ КОМПАНИИ**

Как сообщает информационное агентство KNews, в конце ноября в Красноярске состоялся открытие сборочного производства ОАО «Альфа Лаваль Поток».

Продукцией предприятия являются теплообменники различной мощности, которые выпускаются по шведской технологии «Альфа Лаваль» для многих отраслей промышленности и систем теплоснабжения городских коммунальных хозяйств.

По словам сотрудников компании, красноярский сборочный цех будет обеспечивать теплообменниками крупнейшие промышленные предприятия и организации Красноярского края и Хакасии, Новосибирской, Томской, Кемеровской, Читинской и Иркутской областей, Алтая и Бурятии. В настоящее время продукция «Альфа Лаваль Поток» поставляется в эти регионы из европейской части России, а открытие сборочного цеха в Красноярске поможет существенно сократить сроки поставки оборудования клиентам компании, а также ощутимо снизит транспортные расходы. По оценкам специалистов, на красноярской базе будет производиться порядка 500 теплообменников в год.

Отметим, что компания «Альфа Лаваль» была основана в 1883 году в Швеции Густавом де Лавалем, изобретателем центробежного молочного сепаратора, и сегодня является ведущим в мире поставщиком оборудования и технологий для различных

отраслей промышленности, в которых используется теплообмен, сепарация и теплопроводящие процессы. Штаб-квартира компании «Альфа Лаваль» находится в Швеции в городе Лунд. В состав «Альфа Лаваль» сегодня входят 20 производственных предприятий, 70 сервисных центров, компания тесно работает с заказчиками почти в 100 странах мира. Первое представительство «Альфа Лаваль» в России было открыто еще в 1905 году, а первое производство на территории страны было начато в 1992 году на базе Болшевского машиностроительного завода (город Королев Московской области), который специализировался на выпуске пастеризационно-охладительных установок. Общий объем капиталовложений в реконструкцию завода в то время составил более 20 миллионов долларов. В 1996 году коммерческое подразделение и завод объединились в одну структуру — ОАО «Альфа Лаваль Поток».

Теплообменники — устройства, предназначенные для осуществления процесса теплообмена между жидкими средами. Пластинчатые теплообменники применяются в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых, административных и промышленных зданий, а также в различных технологических теплообменных процессах.

<http://knews.ru>

## КОМПАНИЯ PIPELIFE ОТКРЫЛА ЗАВОД В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Компания Pipelife открыла в Жукове (Калужская область) завод по производству пластиковых труб и фитингов.

Предприятие, оснащенное современным оборудованием, будет изготавливать продукцию из полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), винила. Сейчас на производстве занято 60 человек.

Со временем планируется увеличить количество сотрудников на заводе до 70 человек, а также непрерывно наращивать производственные мощности до достижения ежегодной производительности завода в 14 700 т.

В планы развития компании входит полное использование двух линий для производства ПЭ труб для снабжения важнейшего газового сектора России. Также планируется установка третьей линии для производства коргурированных полипропиленовых труб (диаметром до 800 мм).

<http://plastinfo.ru>

## ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБОЙ ПО ТАРИФАМ РФ УТВЕРЖДЕНЫ ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, ПОСТАВЛЯЕМОЙ НА РРЭ ПО РЕГУЛИРУЕМЫМ ТАРИФАМ

Согласно Постановлению Правительства РФ от 31 августа 2006 г. №530 «Об утверждении правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики» в декабре 2006 г. Федеральной службой по тарифам РФ должны быть разработаны и утверждены Правила определения стоимости электрической энергии, поставляемой на РРЭ по регулируемым тарифам (далее Правила).

21 августа 2007 г. приказом ФСТ РФ N 166-э/1 «Об утверждении правил определения стоимости электрической энергии (мощности), поставляемой на розничном рынке по регулируемым ценам (тарифам), оплаты отклонений фактических объемов потребления от договорных, а также возмещения расходов в связи с изменением договорного объема потребления электрической энергии» Правила были утверждены.

Вышеуказанные Правила применяются при осуществлении расчетов за поставляемую на розничном рынке электрическую энергию (мощность) между покупателями (производителями) электрической энергии (мощности) и гарантирующими поставщиками, энергоснабжающими организациями, энергосбытовыми организациями.

Энерго группа «АРСТЭМ»

## НА ОАО «ЗАВОД «ЧУВАШКАБЕЛЬ» БЫЛО ОРГАНИЗОВАНО НОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Примерно год назад на ОАО «Завод «Чувашкабель» было организовано новое производство, позволяющее изготавливать кабели и провод с сечением жил до 240 мм<sup>2</sup>.

Как сообщалось ранее, в рамках этого проекта «Чувашкабель» уже приступил к производству самонесущих изолированных проводов марок СИП-1, СИП-2, СИП-4 (маркировка по ГОСТ Р 52373-2005) и неизолированных проводов для воздушных линий передач марок А и АС.

В августе текущего года «Чувашкабель» получил сертификаты соответствия и сертификаты пожарной безопасности уже на основную продукцию проекта:

- кабель силовой с медными жилами с изоляцией и оболочкой из ПВХ-пластиката на номинальное напряжение до 1 кВ марки ВВГ и ВВГз с числом жил 1—4 сечением от 1,5 до 240 мм<sup>2</sup>;
- кабель силовой с алюминиевыми жилами с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката на номинальное напряжение до 1 кВ марки АВВГ и АВВГз с числом жил 1—4 сечением от 2,5 до 240 мм<sup>2</sup> (по марке АВВГ еще и на пятижильный);
- кабель силовой с алюминиевыми жилами с изоляцией из силанольносшитого полиэтилена, бронированный, с защитным шлангом из ПВХ-пластиката на напряжение 1 кВ марки

АПвББШв с числом жил 2—4 сечением от 25 до 240 мм<sup>2</sup>.

На следующем этапе проекта «Чувашкабель» предполагает освоить выпуск кабелей силовых с индексами нг-LS (кабели с пониженным дымо- и газовыделением) и нг-HF (кабели, не содержащие галогены).

**ОАО «Завод «Чувашкабель»**

## **СПЕЦТЕК НАЧИНАЕТ ОЧЕРЕДНОЙ ПРОЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ РЕМОНТАМИ**

НПП «СпецТек» начал работу над проектом внедрения автоматизированной системы управления ремонтами и техническим обслуживанием судов «Волгоградского речного порта». Основой системы станет программный комплекс TRIM.

ОАО «Волгоградский речной порт» ([www.vrp.ru](http://www.vrp.ru)) является одним из крупнейших и значимых предприятий Волжского бассейна. Его деятельность объединяет обработку грузов, судоходство, комплексное обслуживание флота, а также добычу и транспортировку речного песка. На балансе компании числится более 100 судов различного вида и типа (буксирные, сухогрузные несамоходные, пассажирские, специального назначения — плавкраны, бункеровщики, и т.д.), осуществляющих перевозки по внутренним водным путям. Именно судоходная часть процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) компании станет объектом управления в создаваемой автоматизированной системе.

Выбор заказчиком программного продукта и исполнителя работ по внедрению системы состоялся в пользу комплекса TRIM и НПП «СпецТек» ([www.trim.ru](http://www.trim.ru)). Ключевую роль в этом сыграл тот факт, что НПП «СпецТек» имеет уникальный в России опыт внедрения аналогичных систем в судоходстве. В его активе — проекты в крупнейших российских компаниях речно-

го транспорта — ОАО «Волга-флот», ОАО «Енисейское речное пароходство», ОАО «Иртышское пароходство» и сформированное на основе TRIM отраслевое решение для судоходства. Кроме того, НПП «СпецТек» реализовал проект автоматизации управления ТОиР на основе TRIM для крупнейшего портового оператора России — ОАО «Новороссийский морской торговый порт».

Объектами автоматизации в рамках внедрения TRIM в ОАО «Волгоградский речной порт» станут следующие основные процессы: ТОиР судов собственными силами, ТОиР судов силами сторонних организаций, снабжение запчастями и материалами под ремонт и техническое обслуживание, управление складами. Пользовательские места TRIM (22 рабочих места) будут установлены в нескольких подразделениях заказчика, в том числе в управлении, Камышинском порту, Волгоградском грузовом порту, на Базе ремонта и отстоя флота и других. Предполагается реализовать взаимодействие TRIM с системой бухгалтерского учета на основе 1С.

К настоящему времени создана рабочая группа заказчика, которую возглавил технический директор. Специалистами НПП «СпецТек» совместно с представителями рабочей группы проведено диагностическое обследование предприятия. Началась работа над спецификациями на внедрение, которые конкретизируют состав и объем услуг НПП «СпецТек» по базовым составляющим процесса внедрения — разработке баз данных и каталогов по судам, работам, ремонтным ведомостям, запчастям и материалам, обучению персонала, установке и сопровождению программного обеспечения, разработке пользовательских отчетов, пусконаладочным работам. Проект в ОАО «Волгоградский речной порт» планируется завершить до конца 2008 года.

**НПП «СпецТек»**

## **В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ОБЫЧНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ЗАМЕНЯТ НА ЭЛЕГАЗОВЫЕ**

По информации пресс-службы ОАО «Курскэнерго», замена устаревшего оборудования является частью инвестиционных программ компании. На сегодняшний день износ сетей и оборудования достигает 80%. При этом стоит отметить, что спрос на электрическую энергию в регионе растет с каждым годом: вводятся в строй новые предприятия, активно в рамках нацпроектов развиваются жилищное строительство, возводятся животноводческие комплексы. Все это требует новых энерго мощностей и их надежности. В ОАО «Курскэнерго» ведется активная работа в этом направлении. В 2007 году в реконструкцию и техническое перевооружение энергообъектов будет инвестировано более 641,6 млн руб. С января по сентябрь на эти цели направлено более 511 млн руб. Особое место в программе по модернизации оборудования отводится установке на подстанциях, строившихся еще в 60—70-е годы XX века, элегазовых выключателей. Они придут на смену отслуживших свой век воздушных и масляных выключателей. В текущем году на подстанциях напряжением 110—35 тыс. вольт, где применяются неэкономичные отделители с короткозамыкателями, планируется установить 40 элегазовых выключателей фирмы Siemens на сумму 140 млн руб. Уже получена первая партия в 12 штук, девять из которых в ближайшие дни будут установлены на подстанции «Касторная» Касторенского района, чаще всего подверженной различного рода стихийным явлениям. Установка элегазовых выключателей предполагает одновременную реконструкцию систем релейной защиты и управления, другого подстанционного оборудования.

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



## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ДОЛЖНО СТАТЬ ЗАКОНОМ

Правительство Москвы рассмотрело вопрос о концепции городской целевой программы «Энергосбережение в городе Москве на 2009—2013 гг. и на перспективу до 2020 г.» и первоочередных мероприятиях на 2008 г. С докладом о внедрении энергосберегающих технологий в компании и предложениями к рассматриваемой программе выступил генеральный директор ОАО «МОЭК» Александр Ремезов. А. Ремезов отметил, что из десяти тысяч километров тепловых сетей МОЭК уже треть переложена с использованием новых технологий. Теплотери на модернизированных трубопроводах снизились с 6,5 до 1,5%. В результате за год было сэкономлено 35 тыс. Гкал. В 2007 г. ОАО «МОЭК» приступило к реализации инвестиционного проекта по перекладке 4,5 тыс. км трубопроводов с применением современных технологий. Дополнительно к 258 км, запланированным в производственной программе, было модернизировано 62 км теплосетей. В 2008 г. предполагается к производственной программе добавить модернизацию еще 600 км. Генеральный директор ОАО «МОЭК» рассказал, что в результате реализации программы по внедрению частотно-регулируемых приводов на тепловых пунктах за год расход электроэнергии снизился на 8,2 млн кВт·ч. Также была отмечена эффективность реализации программы по ликвидации малых котельных и подключению потребителей к централизованному теплоснабжению. В заключение А. Ремезов предложил ускорить работу и перейти от обсуждения концепции к выполнению программы энергосбережения. В рамках реализации самой программы А. Ремезов предложил юридически зафиксировать необходимость использования энергосберегающих технологий. Например, при строительстве новых объектов использование современных труб должно быть обязательным.

Также руководитель ОАО «МОЭК» подчеркнул важность оптимизации механизма тарифа экономического развития, который бы сделал внедрение энергосберегающих технологий экономически выгодным и потребителю, и производителю, и поставщику энергии.

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

## ПЛАТУ ЗА ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ЭЛЕКТРОСЕТЯМ НЕ ОТМЕНИЛИ

Госдума приняла во втором и в третьем чтениях закон о завершении реформирования электроэнергетики. Закон «О внесении изменений в некоторые законодательные акты РФ в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России» направлен на уточнение норм законов «Об электроэнергетике», «Об особенностях функционирования электроэнергетики в переходный период и о внесении изменений в некоторые законодательные акты РФ и признании утратившими силу некоторых законодательных актов РФ в связи с принятием федерального закона «Об электроэнергетике», а также закона «О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в РФ».

Законопроекты предусматривают возможность долгосрочного государственного регулирования тарифов на услуги по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике. В редакции законопроекта, принятой в первом чтении, предполагалась отмена платы за технологическое присоединение к сетям. Однако во втором чтении было принято решение сохранить плату, но подробно прописать механизм ее определения. Согласно одобренной поправке, правительство РФ устанавливает порядок определения платы, а также утверждает набор тарифных ставок, из которых такая плата будет формироваться. Кроме

того, в соответствии с принятыми поправками, с 1 января 2011 г. в состав тарифа за технологическое присоединение не будет включаться инвестиционная составляющая. Также документом вводится норма о возможности ограничения прав собственника объектов электросетевого или теплосетевого хозяйства, содержащего такие объекты в ненадлежащем эксплуатационном состоянии. Кроме того, расходы на ремонт и содержание бесхозных электро- и теплосетевых объектов, согласно законопроекту, должны быть включены в тарифы, установленные для организаций, которые обязаны принять на себя обязательства по эксплуатации таких объектов. Документ отменяет обязательное лицензирование деятельности по продаже электроэнергии гражданам. Документ регулирует вопросы взаимоотношений энергосистем России и иностранных государств, в том числе вопросы взаимодействия системных операторов при краткосрочном и долгосрочном планировании и ведении режимов работы энергосистем при трансграничной торговле. Ряд статей закона касается страхования ответственности субъектов оперативно-диспетчерского управления. В частности, вводится обязанность субъектов оперативно-диспетчерского управления страховать не только риск своей ответственности за ущерб, причиненный субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии, но и риск ответственности за нарушение обязательств по договору оказания услуг по оперативно-диспетчерскому управлению.

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

## В ОЗЗ «ЛИПЕЦК» ЗАРАБОТАЛ ЗАВОД ПО ВЫПУСКУ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Кроме того, как сообщил гендиректор итальянской Mondial Group Д. Гонелла, его компания намерена

возвести в ОЭЗ завод холодильного оборудования. Под строительство уже отведен участок земли. На первом этапе инвестиции составят 25 млн евро. Mondial Group может стать пятым резидентом ОЭЗ. Компания образована в 1997 г., состоит из четырех фабрик. Ожидаемый оборот в 2007 г. — 100 млн евро.

Перспективы развития особых экономических зон в России будут обсуждаться 15 ноября на конференции «Новые возможности для металлургических и металлоперерабатывающих предприятий в особых экономических зонах России», которая состоится в рамках выставки «Металл-Экспо 2007».

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

## **В 1,6 РАЗА ВОЗРОСЛО КОЛИЧЕСТВО ДОГОВОРОВ НА ТЕХПРИСОЕДИНЕНИЕ В ОАО «АСТРАХАНЬЭНЕРГО»**

За девять месяцев 2007 года ОАО «Астраханьэнерго» заключило 975 договоров на оказание услуг по созданию технической возможности присоединения и договоров на технологическое присоединение. Как сообщили в пресс-службе компании, по сравнению с аналогичным периодом 2006 года количество заключенных договоров увеличилось более чем в 1,6 раз. Общая заявленная мощность по этим договорам составила 32 866,35 кВт на общую сумму 108 253,24 тыс. руб.

Плата за техприсоединение утверждена постановлением Региональной службы по тарифам Астраханской области 6 декабря 2006 года. Тариф на технологическое присоединение дифференцирован по территориальным зонам и зависит от уровня напряжения и размера присоединяемой мощности.

Как отметили в пресс-службе ОАО «Астраханьэнерго», при организации деятельности технологического присоединения в компании используется

принцип «одного окна», при котором заявитель направляет заявку, заключает договор и осуществляет расчеты с сетевой организацией, к электрическим сетям которой планируется подключение этого потребителя.

### **Справка**

ОАО «Астраханьэнерго» после реформирования с 11 января 2005 года является региональной электросетевой компанией и входит в состав ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Юга». Уставный капитал «Астраханьэнерго» составляет 1 547 800 156 руб. и состоит из 773 900 078 обыкновенных акций номинальной стоимостью 2 руб. Все акции распределены между акционерами. Контрольным пакетом акций компании (48%) владеет ОАО РАО «ЕЭС России».

ИА REGNUM

## **«ТЮМЕНЬЭНЕРГО» И КОРПОРАЦИЯ «УРАЛ ПРОМЫШЛЕННЫЙ. УРАЛ ПОЛЯРНЫЙ» ПОДПИСАЛИ СОГЛАШЕНИЕ НА 10 МЛРД РУБ.**

Первые руководители ОАО «Тюменьэнерго» и Корпорации «Урал Промышленный — Урал Полярный» подписали Соглашение «О взаимодействии по реализации проекта «Урал Промышленный — Урал Полярный». Мероприятие состоялось в рамках Международного инвестиционного форума «Югра», который проходит в Ханты-Мансийске.

Как сообщили Накануне. RU в пресс-службе «Тюменьэнерго», объекты нового электроэнергетического строительства, которые обеспечат надлежащей мощностью проект «Урал Промышленный — Урал Полярный» отражены в Соглашении, подписанном между РАО «ЕЭС России» и руководителями ХМАО, ЯНАО и Тюменской области 31 июля 2006 года, а также в корректировке этого Соглашения, подписанной

10 октября 2007 года. Для обеспечения опережающего развития энергосистемы в ОАО «Тюменьэнерго» разработана и уже реализуется Концепция развития электроэнергетической инфраструктуры Приполярного и Полярного Урала. Ее основной идеей является строительство ряда электростанций малой и средней мощности в районах Приполярного и Полярного Урала и включение их на параллельную работу с энергосистемой Тюменской области. Объем инвестиций в развитие энергетической инфраструктуры Приполярного и Полярного Урала на первом этапе — до 2010 года — оценивается в 10 млрд руб.

Для присоединения районов с децентрализованным электроснабжением к Тюменской энергосистеме до 2010 года будет построено 736 км воздушных линий электропередачи (ВЛ) и 5 подстанций (ПС) напряжением 110 и 220 киловольт (кВ), которые станут пусковым этапом схемы централизованного электроснабжения удаленных районов. Результатом реализации Концепции развития электроэнергетики станет присоединение к Тюменской энергосистеме удаленных районов и надежное электроснабжение населенных пунктов и месторождений Приполярного и Полярного Урала по кольцевой схеме. Это позволит отказаться от местных котельных и автономных электростанций, использующих дорогостоящий уголь и дизтопливо.

«Мы подписали документ, который дает нам четкое понимание того, что конкретно нужно сделать для развития Округа. В Соглашении «О взаимодействии по реализации проекта» прописано, какие объекты мы должны построить, чтобы дать необходимое количество мощностей предприятиям «Урала Промышленного — Урала Полярного», — прокомментировал исполнительный директор ОАО «Тюменьэнерго» Евгений Крючков.

«Подписанное Соглашение является доказательством того, что проект уже начал действовать. Югорские энергетики примут в нем самое активное

участие. У компании «Тюменьэнерго» хорошее реноме: ее сотрудники давно зарекомендовали себя как высококлассные специалисты. Мы уверены, что наше сотрудничество принесет реальные плоды», — отметил заместитель генерального директора Корпорации «Урал Промышленный — Урал Полярный» Виктор Колесник.

Накануне.ru

## **«ЭЛЕКТРОЗАВОД» И «СИМЕНС» СОЗДАЮТ В РОССИИ ОЧЕРЕДНОЕ СОВМЕСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**

Производственной базой ООО «Сименс высоковольтные аппараты» станет предприятие, расположенное на территории Уфимского трансформаторного завода в Башкирии, строительство которого «Электрозавод» завершит в 1 квартале 2008 года. Возведение корпуса и комплексную застройку объекта полностью берет на себя Холдинговая компания «Электрозавод». Инвестиции «Электрозавода» в капитальное строительство составят более 18 млн долл.

Основной рынок сбыта продукции совместного предприятия — объекты российской энергетической отрасли. В отдельных случаях планируется осуществлять поставки оборудования и на рынки других стран.

«Совместный проект с «Электрозаводом» позволит нам более плотно работать с российскими потребителями — предприятиями энергетического сектора, — подчеркнул при подписании соглашения руководитель Подразделения коммутационных аппаратов Департамента РТД «Сименс АГ» Томас Дальштайн, — На сегодняшний день рост отрасли составляет сегодня около 10% в год, для нас это очень перспективный рынок, на котором мы хотим работать с надежным и проверенным партнером, владеющим местной спецификой».

«Контракт с «Сименсом» — это очередной этап нашего плодотворного сотрудничества, — отметил генеральный директор Холдинговой компании «Электрозавод» Леонид Макаревич, — немецкие коллеги скрупулезно отбирают партнеров в России для столь серьезных проектов — как с точки зрения качества продукции, так и с позиций прозрачности бизнеса. «Сименс» воспользуется нашим опытом реализации крупных проектов в стране, научной базой в России и на Украине, мы же будем внедрять западные технологии и использовать европейские связи немецкого концерна».

«Сименс» и «Электрозавод» уже реализуют в России ряд общих проектов в области разработки, производства и сервисного обслуживания электрооборудования. Совместная деятельность позволяет компаниям активно принимать участие в реализации программ по развитию энергетического комплекса страны.

«Сименс АГ» (Берлин и Мюнхен) — мировой лидер в области электроники и электротехники. Около 475 000 сотрудников разрабатывают и производят продукцию, проектируют и комплектуют системы и оборудование, оказывают услуги по индивидуальным заказам. Учрежденное 160 лет тому назад предприятие оказывает поддержку своим заказчикам в более чем 190 странах, поставляя инновационное оборудование и ширококомасштабное ноу-хау для решения их коммерческих и технических задач. Концерн действует в таких областях, как информатика и связь, системы автоматизации и контроля, энергетика, транспорт, медицина и светотехника. В 2006 финансовом году (по состоянию на 30 сентября) оборот концерна составил 87,3 млрд евро, а годовая прибыль после уплаты налогов превысила 3 млрд евро.

В России концерн работает по всем традиционным направлениям своей деятельности, присутствует в 30 городах страны и является одним из ведущих поставщиков продукции, услуг и комплексных решений для модерни-

зации ключевых отраслей российской экономики. В региональной компании «Сименс» занято около 4000 сотрудников, включая персонал завода «Свет» в Смоленске, принадлежащего дочерней компании ОСРАМ. Объем заказов «Сименс» в России в 2006 финансовом году превысил 2,1 млрд евро, а оборот компании составил 1,2 млрд евро.

Холдинговая компания «Электрозавод» (Москва) — крупнейшая в России многопрофильная интегрированная компания, ориентированная на комплексную реализацию проектов строительства, реконструкции и модернизации объектов энергетики. В настоящий момент Холдинговая компания «Электрозавод» производит более 3000 наименований энергетического оборудования: от трансформаторов и реакторов до специализированной коммутационной техники. По итогам 2006 года компания вошла в число 200 крупнейших компаний России (журнал Forbes, «Рейтинг 200 крупнейших частных компаний России»). В компании работают более 2,5 тыс. чел.

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

## **НА ТЭЦ-26 ОАО «МОСЭНЕРГО» ПЛАНИРУЕТСЯ ПЕРЕХОД С УСТАРЕВШЕЙ МОРАЛЬНО И ФИЗИЧЕСКИ АППАРАТУРЫ НА ПУСКАТЕЛИ ПБР-3И И ПБР-2И ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ЗЭИМ»**

С сентября 2005 года на ТЭЦ-26 ОАО «Мосэнерго» находился в опытной эксплуатации пускатель бесконтактный реверсивный интеллектуальный ПБР-3И. По мере прохождения опытной эксплуатации проводилась совместная работа персонала ТЭЦ и сотрудников ЗЭИМ по освоению пускателей, корректировке и расширению дополнительных функций, выявлению и устранению недостатков.



В период эксплуатации с мая 2006 года по июнь 2007 года пускатели ПБР-ЗИ работали надежно, без отказов, они имеют небольшие габариты, при этом более функциональны, более удобны при установке и использовании. По сервисным функциям предусмотрена возможность ведения протокола настроек пускателя в электронном виде и «перепрошивка» на новое программное обеспечение по мере его обновления.

По опыту эксплуатации на ТЭЦ-26 было принято решение о замене в период реконструкции энергоблоков № 3 и № 7 ранее установленных бесконтактных пускателей, отработавших свой ресурс и снятых с производства, на более надежные и функциональные бесконтактные пускатели ПБР-ЗИ.

ПБР-ЗИ предназначен для управления электрическими исполнительными механизмами и приводами с трехфазными синхронными и асинхронными двигателями (ДСР, ДСТР, АОЛ, 4А, АИР). ПБР-2И — для управление электрическими исполнительными механизмами и приводами с однофазными конденсаторными электродвигателями.

В настоящее время планируется переход с устаревшей морально и физически аппаратуры на пускатели ПБР-ЗИ и ПБР-2И.

ADVIS. RU

## **В 2008 ГОДУ ОАО «СВЕРДЛОВЭНЕРГО» ПЕРЕХОДИТ НА ДВУХСТАВОЧНЫЙ ТАРИФ**

Генеральный директор ОАО «МРСК Урала» Алексей Бобров и топ-менеджеры «Свердловэнерго» определили главные направления работы региональной сетевой компании на 2008 год. Об этом сообщили в пресс-службе ОАО «МРСК Урала».

Как отметил начальник экономического управления «Свердловэнерго»

Илья Шевелев, инвестиционная программа, заявленная в тарифах на 2008 год, в два раза превышает инвестиционную программу 2007 года, что обусловлено обязательствами «Свердловэнерго» по выполнению программы производственного развития. Основной задачей тарифной кампании 2008 года специалисты считают переход на двухставочный тариф (плата за энергию и мощность), а также согласование и защиту инвестиционной составляющей в тарифе на передачу электроэнергии.

В 2008 году «Свердловэнерго» планируется объем инвестиций свыше 3 млрд руб., из них более половины — на объекты, предусмотренные соглашением между правительством Свердловской области и РАО «ЕЭС России». Инвестиционная программа 2007 года, в том числе и по объектам соглашения, выполняется и к концу 2007 года будет выполнена полностью. Уже сегодня начаты работы над проектно-сметной документацией будущих объектов, готовы технические задания для организации конкурсных процедур 2008 года.

ИА REGNUM

## **ПРАВИТЕЛЬСТВО ЗАСТАВИТ ЭНЕРГЕТИКОВ СНИЗИТЬ ПЛАТУ ЗА ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ЭЛЕКТРОСЕТЯМ**

С недавних пор энергетики стали брать плату за подключение к энергосетям со всех потребителей электричества. Но уже сейчас это стало одной из наиболее болезненных точек для российского бизнеса, сдерживающих его развитие.

НАПРИМЕР, в Москве за 1 кВт мощности надо заплатить 45 тыс. руб., в Ленинградской обл. — 21,7 тыс. руб. А 1 кВт — это всего лишь мощность, потребляемая электрочайником. Чтобы обеспечить светом подъезд девятиэтажного дома, нужно

около 150 кВт. При таких расценках придется выложить 7 млн руб. — только за то, чтобы на вас энергетики зарезервировали определенную мощность. Для малого бизнеса такие суммы совершенно неподъемны, не просто найти их и среднему бизнесу. «Поэтому сейчас редко открываются отдельные кафе, рестораны, магазины, — говорит вице-президент ассоциации предпринимателей «ОПОРА России» Алексей Кожевников. — Это по силам лишь крупным сетевым организациям».

Вопрос о снижении платы долго и безрезультатно муссировался в чиновничьих коридорах. Но, скоро ситуация должна поменяться. На днях в правительстве была создана рабочая группа из чиновников и представителей бизнеса по решению этого вопроса. В первую очередь предлагается уменьшить плату на 24% за счет отмены налога на прибыль с тех денег, которые были потрачены на сетевую инфраструктуру. Логика такова: когда предприятия платят за прокладку линий электропередачи, то, по сути, они инвестируют в свое развитие. А с инвестиций налоги не берут. Вроде бы министр финансов Алексей Кудрин поддержал предложение.

Во-вторых, от энергетиков требуют создать четкую и прозрачную методику расчета платы за присоединение. Поскольку не ясно, откуда взялись нынешние запредельные тарифы и насколько они могут подняться в следующем году. Например, еще свежа история с бывшим губернатором Амурской области, который потребовал от местных энергетиков включить расходы на содержание футбольного клуба «Амур» в тарифы на электроэнергию.

И в-третьих, наведение порядка со сроками подключения. «Сейчас вы можете построить торгово-офисный центр за 1—1,5 года. А электричества будете ждать 2 года. И ничего с этим поделать нельзя», — возмущается Алексей Кожевников.



**Вадим Митюшин,  
к.э.н., директор проектов,  
Алексей Тарасов,  
к.э.н., старший консультант  
компании «ПАКК»**

# ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СЛУЖБ ПРЕДПРИЯТИЯ, НЕТ ПУТЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

**В**опрос организации ремонтных служб промышленного предприятия является одним из самых интересных. Дело в том, что действующие структуры ремонтных служб промышленных предприятий в основном были сформированы еще в 60—70-х годах прошлого века и с тех пор практически не претерпели изменений.

Исторически сложились три принципиальные схемы организации ремонтных служб предприятия:

- Децентрализованная.
- Централизованная.
- Смешанная.

При децентрализованной структуре все виды работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования производятся силами ремонтных подразделений, входящих в состав цехов основного производства.

При смешанной структуре часть работ выполняется силами специализированных цехов.

При централизованной структуре все виды работ выполняются силами специализированных цехов, входящих в состав основного производства.

Необходимо отметить, что структура инженерно-технических служб по техническому обслуживанию и ремонту оборудования всегда смешанная. При наличии централизованных служб (управление главного механика, управления главного энергетика и т.д.) в каждом подразделении основного производства существуют аналогичные им службы.

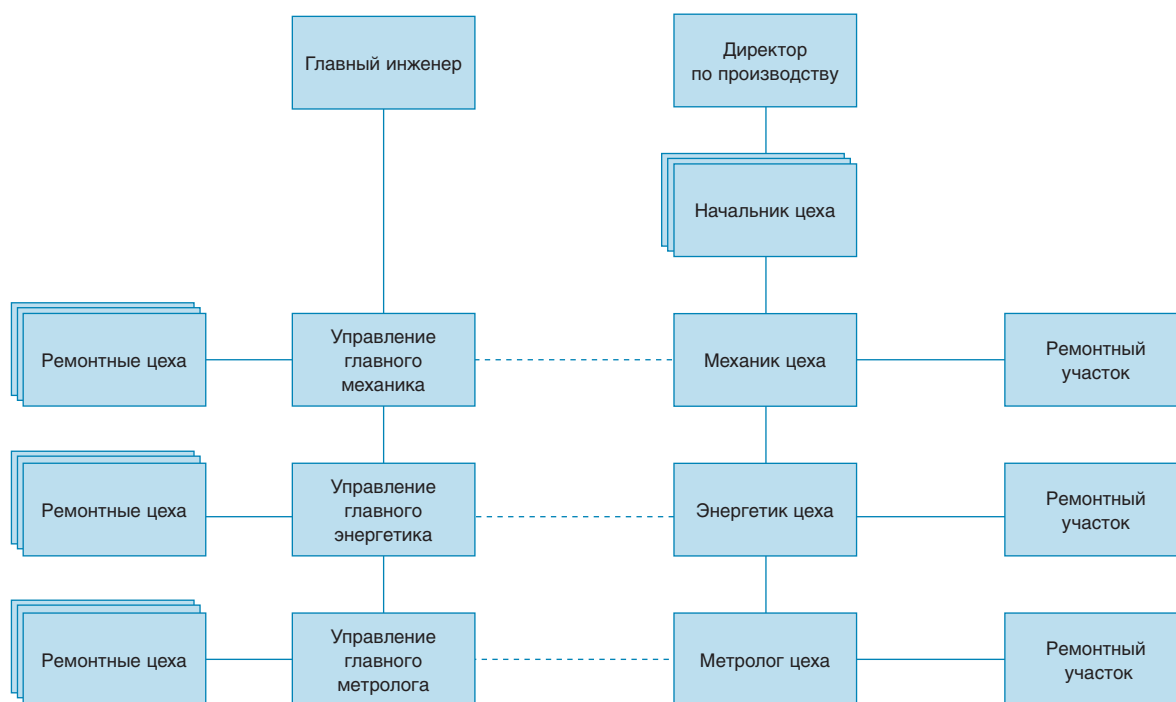
Учитывая, что для промышленных предприятий наиболее типична смешанная форма организации ремонтных служб (рис. 1) далее мы будем рассматривать именно ее.

Семь лет назад, когда Компания «ПАКК» только начала заниматься вопросом организации системы технического обслуживания и ремонта оборудования, мы задали вопрос главному инженеру одного из крупных предприятий: «Почему для российских предприятий наиболее типична смешанная структура ремонтных служб?».

На наш вопрос мы получили приблизительно такой ответ: «Какой главный принцип обслуживания отечественного оборудования? Не отходи. А импортного? Не подходит. А в наших условиях импортное оборудование через несколько лет эксплуатации практически становится отечественным, поэтому у нас в каждом цехе есть свои механики, энергетики, ремонтники...»

Если говорить серьезно, то система изначально выстраивалась по функциональному признаку. Организационная структура формировалась по соответствующим функциональным направлениям, которые определялись видами оборудования (технологическое, энергетическое, оборудование КИПиА). Кроме того, каждый уровень управления фактически повторял предыдущий. Единственное отличие заключалось в масштабах деятельности.

Действительно если проанализировать должностные инструкции главного механика предприятия и механика



**Рис. 1. Типовая структура ремонтных служб промышленного предприятия**

цеха, то по большому счету разница будет заключаться только в том, что главный механик отвечает за работоспособность технологического оборудования предприятия в целом, а механик цеха только за цеховое технологическое оборудование.

Естественно, что при таком положении вещей линейные руководители на каждом уровне управления должны обладать и соответствующими инструментами — в первую очередь ремонтными силами. Например, на уровне главного механика это ремонтно-механический цех, а на уровне механика цеха — ремонтный участок.

Такая форма организации ремонтных служб предприятия обладает как рядом достоинств, так и недостатков.

Среди достоинств, такой формы организации ремонтных служб можно выделить:

- Четкое и непротиворечивое распределение полномочий и ответственности за выполнение отдельных функций. За работоспособность энергетического оборудования отвечает главный энергетик, технологического — главный механик и т.д.

- Оперативность принятия и реализации решений. Линейный руководитель каждого уровня управления (главный механик, механик цеха и т.д.) — обладает всеми видами ресурсов (материальные, людские, финансовые) для принятия и реализации практически любых решений, связанных с обеспечением работоспособности оборудования.

- Функциональная специализация ремонтных подразделений. Каждое подразделение «заточено» под решение определенного вида задач (например, электроремонтный

цех специализируется на ремонте приводов динамического оборудования). Это позволяет максимально технологично решать стоящие перед ними задачи.

Как это не парадоксально, но недостатки такой формы организации во многом обусловлены ее достоинствами.

Функциональная специализация затрудняет персонафикацию ответственности за решение комплексной задачи. Так за работоспособность конкретного насосного агрегата отвечают сразу три специалиста, но каждый в своей части (механик за механическую часть, энергетик за привод, киповец за контрольно-измерительные приборы). В случае отказа очень трудно разобраться, кто виноват.

Другой пример: производство работ по ремонту различных видов оборудования (технологического, энергетического, КИП) на одном технологическом объекте. Реальна ситуация, когда после калибровки контрольно-измерительных приборов проводятся работы по механической части, а после их выполнения необходима повторная калибровка. Формально каждый хорошо решил поставленную задачу, а на круг получается неэффективное использование ресурсов. И таких примеров можно привести множество.

Отдельным вопросом является разрыв между службами главных специалистов и соответствующих им инженерно-технических работников в цехах основного производства. Дело в том, что механик, энергетик, киповец в цехах основного производства административно подчиняются руководителю соответствующего цеха. При этом возможность влияния на их деятельность со стороны служб главных специалистов существенно ограничена.

# ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Так достаточно сложно реализовать единую политику по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, ведь приоритеты начальников цехов у каждого свои. Кроме того, существенно затруднен контроль за деятельностью специалистов в цехах основного производства со стороны главных специалистов.

По сути такая ситуация фиксирует более высокий приоритет производственных задач, по сравнению с обеспечением надежной и безопасной эксплуатации оборудования. А если говорить об объектах повышенной опасности, то последствия такой политики могут быть весьма серьезными.

Можно еще много говорить о возникающих проблемах. Мы хотели бы представить выдержки из отчета о проблемах системы технического обслуживания и ремонта оборудования, разработанного отделом организационного развития одного из нефтеперерабатывающих предприятий.

## **Неэффективное использование собственных ремонтных сил**

Децентрализация ремонтных служб приводит к их неэффективному использованию в рамках предприятия в целом.

При проведении ремонтных работ используются ремонтники с большей квалификацией, чем это необходимо. Возможны ситуации, когда ремонтники одного цеха загружены не полностью, а в другом цехе, наоборот, перегружены. Оперативное перераспределение собственных ремонтных сил между производствами, и даже между цехами в рамках одного производства производится в исключительных, авральных случаях.

Так, в результате проверок загруженности ремонтников ПКТУ (акт от 14.10.2001) были обнаружены факты неэффективного использования рабочих, а также применения ручного труда вместо использования приспособлений и механизмов. Это также позволяет сделать вывод о том, что у руководителей и механиков объектов нет заинтересованности в повышении эффективности работы собственных ремонтников. Закрепленные за цехами ремонтные силы воспринимаются ими как бесплатный ресурс. При существующей организационной структуре УГМ практически лишено рычагов воздействия на такую ситуацию.

## **Неэффективное распределение и использование ТМЦ**

Децентрализация ремонтных служб приводит к неэффективному распределению и использованию ТМЦ по предприятию в целом.

По отчетным данным на предприятии накоплен полугодовой запас ТМЦ для нужд обслуживания и ремонта, что очевидно, выше нормативного уровня. Этот запас размазан по складам ремонтных цехов производств и ремонтных участков цехов. Одновременно с этим существует постоянный дефицит отдельных видов ТМЦ. Так как рас-

пределенные запасы находятся в оперативном управлении линейных руководителей цехов и производств, нет системы эффективного перераспределения ТМЦ по предприятию в целом. По этой же причине заявки на поставку ТМЦ формируются механиками производств, цехов, установок исходя из их локальных потребностей.

Подтверждением данного вывода является то, что объем запасов ТМЦ, находящихся на складах производственных и вспомогательных цехов, в стоимостном выражении на август 2001 года составляет 90799 тыс. руб. При существующих темпах списания ТМЦ в производство этих запасов могло бы хватить на несколько месяцев работы. Причем эта цифра не учитывает объем ТМЦ, который формально был списан в производство, а реально находится на складах.

Оперативное перераспределение ТМЦ между производствами и даже между цехами в рамках одного производства производится в исключительных, авральных случаях, при прямом вмешательстве высших руководителей предприятия.

Например, для ремонта установки АВТ были изготовлены специальные запасные части (форсунки) и переданы в цех. Срок ремонта данной установки был перенесен. При этом начался ремонт ГФУ, для проведения которого понадобились аналогичные запасные части. В то же время возникли серьезные трудности при попытке перераспределения изготовленных запасных частей.

Другим примером, является выход из строя компрессора на коксовой установке. Несмотря на то, что аналогичный компрессор находился на складах НГПЗ, его передача потребовала участия высшего руководства предприятия.

Таким образом, перераспределение ТМЦ между ремонтниками различных производств, цехов хотя и возможно, но требует приложения значительных усилий со стороны руководства УГМ, и ни о какой системности в этом вопросе говорить не приходится.

## **Неэффективное использование оборудования для ремонта**

Наличие собственных ремонтных участков в цехах, оснащенных оборудованием, вместе с РМЦ производств и ремонтной базой в составе УГМ в условиях существующей структуры приводит к неэффективному использованию имеющейся производственной базы.

Возможна ситуация, когда оборудование одного цеха загружено не полностью, а в другом цехе, наоборот, перегружено. Другой проблемой является низкое качество обслуживания ремонтного оборудования в производствах. Так проверка технического состояния ремонтного оборудования в производствах показала, что при использовании отдельных видов оборудования невозможно достичь необходимых параметров качества (точность) выпускаемой продукции из-за его неквалифицированного обслуживания. Примером от противного является повышение качества ремонтов торцевых уплотнителей при централизации этой операции в РП.

## Недостаточная управляемость процессом технического обслуживания и текущего ремонта оборудования

Часть работ (текущие обслуживание и некоторые другие работы) может проводиться вне процедур планирования и согласования с УГМ, поскольку оперативное управление такими работами осуществляется линейными руководителями производственных цехов. При этом, не имея рычагов управления такими работами, УГМ сложно контролировать обоснованность, качество проведения таких работ и расходования ТМЦ.

При такой системе производственные и вспомогательные цеха одновременно выступают в роли и заказчика, и отчасти исполнителя работ по проведению ремонтов. Это может приводить, с одной стороны, к недостаточному контролю качества исполнения ремонтных работ, а с другой — к неоптимальному формированию объемов работ.

## Специализация ремонтных сил и подразделений

Кроме УГМ в систему РО также входят Службы главного энергетика и главного метролога. Планирование ремонтного фонда, объемов работ, потребности в ресурсах и затрат осуществляется, таким образом, по трем фактически независимым каналам. Это приводит к тому, что общее планирование ресурсов по всей системе РО затруднено.

Фактически, данные три направления пересекаются только при координации работ при осуществлении комплексных капитальных ремонтов.

Резюмируя недостатки системы, связанные с организационной структурой, можно сделать основной вывод о том, что управляемость процессов со стороны УГМ ограничена административной подчиненностью ремонтников в производствах своим линейным руководителям. В первую очередь это влияет на экономическую эффективность и рации-

ональное использование ресурсов, но также затрагивает качество и безопасность работ.

## Насколько это критично?

Если говорить о каждой проблеме в отдельности то ситуация не выглядит уж очень критичной. Каждую проблему можно рассматривать в отдельности и найти возможный вариант ее решения.

Вопрос заключается в том, что все структурные проблемы очень тесно связаны между собой и их комплексное влияние на эффективность функционирования системы технического обслуживания в целом достаточно существенно.

Так, децентрализация инженерно-технических и ремонтных служб приводит к тому, что до 30% ремонтного фонда расходуется неэффективно:

- использование ремонтного персонала, материальных ресурсов для производства работ, не связанных с обеспечением работоспособности оборудования;
- низкое качество выполнения ремонтных работ, значительное количество повторных ремонтов;
- ненадлежащее выполнение норм и правил по эксплуатации оборудования и, как следствие, снижение надежности.

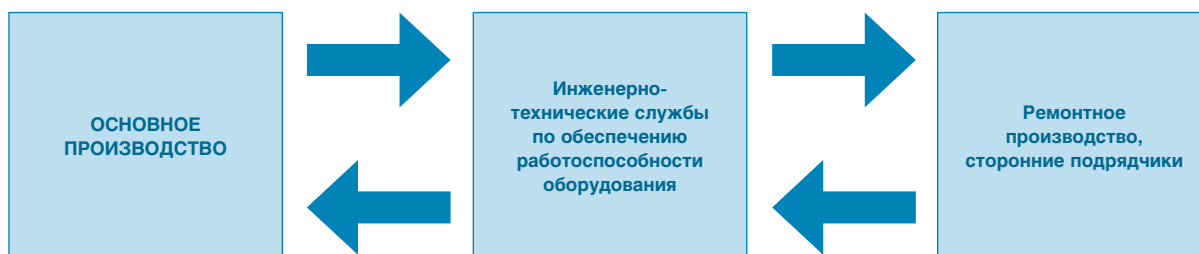
## ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ

Необходимо отметить, что идеальной модели построения ремонтных служб предприятия не существует. Тем не менее, представляется интересным опыт по реформированию ремонтных служб одного из нефтеперерабатывающих предприятий.

В основе реформирования было заложено два основных принципа:

- разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечению работоспособности оборудования;

- ▶ Требования к работоспособности оборудования
- ▶ Оборудование к обслуживанию и ремонту
- ▶ Заказ на обслуживание и ремонт
- ▶ Контроль соблюдения норм и правил



- ▶ Оборудование к эксплуатации
- ▶ Контроль надежной и безопасной эксплуатации оборудования
- ▶ Работоспособное оборудование

**Рис. 2. Принципиальная схема организации системы технического обслуживания и ремонта оборудования**



- организация и проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования по принципу сервисного обслуживания.

## **Разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечением работоспособности оборудования**

Разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечением работоспособности оборудования предполагает организационное обособление всех соответствующих инженерно-технических служб от основного производства.

Исходя из этого, была выбрана следующая принципиальная схема (рис. 2) организации системы технического обслуживания и ремонта оборудования.

Почему была выбрана именно эта схема?

Во-первых, при такой организации каждый занимается своим делом: Основное производство занимается технологией, инженерно-технические службы обеспечением работоспособности, ремонтное производство ремонтирует. Это позволяет персонифицировать ответственность за результат:

- основное производство несет ответственность за выполнение производственной программы при условии соблюдения норм и правил эксплуатации оборудования;
- инженерно-технические службы несут ответственность за обеспечение работоспособности оборудования и израсходованные ресурсы;
- внешние и внутренние подрядчики несут ответственность за качественное и безопасное производство работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Во-вторых, возможность централизованного управления всеми видами ресурсов (людские, материальные и финансовые).

## **Организация и проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования по принципу сервисного обслуживания**

Классически, под сервисным обслуживанием понимается комплекс работ (услуг), направленных на поддержание оборудования в рабочем состоянии при сохранении его технических параметров как в течение гарантийного срока, так и в течение всего срока эксплуатации, выполняемый у заказчика специализированными организациями.

Учитывая специфику предприятия (значительный возраст оборудования, наличие собственных ремонтных сил) были определены следующие принципы организации сервисного обслуживания:

1. Сервисное обслуживание осуществляется в течение межремонтного периода (нормативный срок работы оборудования между капитальными ремонтами).
2. К сервисным относятся работы, связанные с техническим обслуживанием и текущими ремонтами оборудования. Объемы и сроки работ определяются в соответствии с техническими регламентами эксплуатации оборудования.

3. Сервисное подразделение несет ответственность за соответствие фактических технико-экономических показателей (ТЭП) работы оборудования, заданным при условии выполнения эксплуатационным персоналом требований норм и правил по эксплуатации оборудования.

4. Стоимость сервисного обслуживания определяется исходя из планируемого объема работ, а оплата исходя из фактического времени работы оборудования (при условии выполнения требования указанного выше). За периоды времени, когда фактические ТЭП не соответствуют плановым, оплата не производится.

Исходя из этого были определены требования к собственным и внешним ремонтным подразделениями:

- Специализация — сервисные подразделения должны быть специализированы, сервис должен проводиться по специальным технологиям ремонта, восстановления, так как специализация дает наибольшую эффективность.
- Комплексность — сервис должен охватывать все функциональные части оборудования и все виды работ, которые необходимо проводить для поддержания работоспособности оборудования в межремонтный период.
- Организация деятельности собственных ремонтных сил в соответствии с полным хозяйственным расчетом.

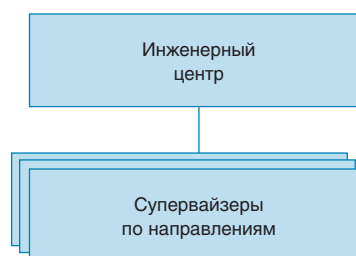
Исходя из требований, были определены следующие направления реорганизации собственных ремонтных подразделений:

- централизация ремонтных сил предприятия;
- создание специализированных высококвалифицированных бригад сервисного обслуживания;
- формирование на базе собственных ремонтных подразделений ЦФО с последующим выводом на сервис.

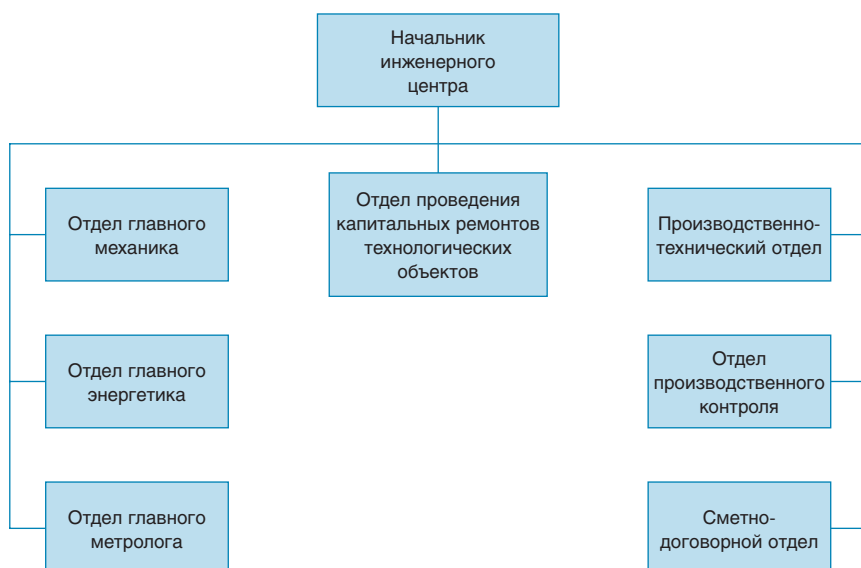
## **Организационная структура инженерно-технических служб по техническому обслуживанию и ремонту оборудования**

Структурные изменения в первую очередь были связаны с формированием сквозной вертикали инженерно-технических служб, а также перераспределением задач, полномочий и ответственности.

На предприятия была создана двухуровневая структура (рис. 3) инженерно-технических служб по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.



**Рис. 3. Двухуровневая структура инженерно-технических служб**



**Рис. 4. Организационная структура инженерного центра**

## Первый уровень — инженерный центр

Основными задачами инженерного центра являются:

- Разработка и реализация технической политики в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

- Разработка нормативной базы.
- Формирование годовых и месячных графиков (планов) работ по ремонту и обслуживанию оборудования.
- Планирование и распределение средств ремонтного фонда.

- Функции заказчика (выбор исполнителя, ценообразование, производственное обеспечение и т.д.) по работам, связанным с техническим обслуживанием и ремонтом оборудования.

Инженерный центр был сформирован на базе управлений главных специалистов.

## Второй уровень — супервайзеры

### по направлениям (механика, энергетика, КИП)

Основными задачами супервайзеров являются:

- контроль за соблюдением норм и правил эксплуатации оборудования;

- мониторинг технического состояния оборудования;
- инициация заказов по техническому обслуживанию и ремонту оборудования;

- контроль и приемка оборудования из ремонта.

Супервайзеры по направлениям были сформированы на базе инженерно-технических специалистов основного производства. При этом с них была снята часть функций (материально-техническое обеспечение; управление ремонтными подразделениями цехов основного производства).

Супервайзеры административно подчиняются руководителям соответствующих подразделений инженерного центра.

Существенные изменения произошли и в организации деятельности служб главных специалистов. В первую очередь за счет перераспределения функций (финансово-экономическое планирование, материально-техническое обеспечение, ценообразование и договорная работа) между ними и другими подразделениями инженерного центра.

Структура и распределение задач инженерного центра представлены на рис. 4.

В рамках инженерного центра выделяется три организационных блока:

- Блок главных специалистов.
- Блок управления проектами капитального ремонта технологических объектов.
- Блок координации и обеспечения.

### Блок главных специалистов

Ключевыми задачами служб главных специалистов являются:

- разработка и реализация технической политики в области ТОПО;

- обеспечение технически правильной, надежной и безопасной эксплуатации оборудования;

- разработка графиков по ТОПО и контроль их выполнения;

- контроль за исполнением структурными подразделениями общества заданных регламентов, а также нормативно-технической документации в области ТОПО.

В целях эффективного решения стоящих задач главным специалистам были административно подчинены супервайзеры по направлениям. Кроме того, все оборудование предприятия было распределено по соответствующим зонам ответственности между службами главных специалистов. Это позволило исключить ситуацию, когда за конкретное оборудование несут ответственность более чем одна служба.

## Блок управления проектами капитального ремонта технологических объектов

Ключевыми задачами отдела проведения капитальных ремонтов технологических объектов являются:

- планирование проведения капитальных ремонтов технологических объектов;
- координация всех задействованных служб предприятия в процессе подготовки и проведения капитальных ремонтов технологических объектов;
- контроль процесса подготовки и проведения капитальных ремонтов технологических объектов.

Возникает вопрос: зачем понадобилось создавать этот отдел? Ведь раньше эти функции выполняла служба главного механика.

Дело в том, что процесс подготовки и проведения капитального ремонта технологического объекта (например, установка гидрокрекинга) по сути представляет собой мини-проект, в реализации которого задействовано множество подразделений. С другой стороны, технологический объект включает целый комплекс разного оборудования (колонны, печи, автоматика и КИП, энергетические объекты, трубопроводы и т.д.), и когда процесс организуют механики, другие направления (энергетика, автоматика и КИП) отодвигаются на второй план.

## Блок координации и обеспечения

Основной целью формирования блока координации и обеспечения является высвобождение служб главных специалистов от выполнения несвойственных функций и экономии на масштабах деятельности. Другой решаемой задачей является построение службы эффективного заказчика работ и услуг по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Ключевыми задачами блока являются:

- Формирование сводных планов и графиков работ по ТОРО.
- Ресурсное обеспечение;
- Обеспечение ремонтов проектно-сметной документацией.
- Диспетчеризация заказов и исполнителей.
- Расчет ремонтного фонда.
- Разработка сметной документации.
- Планирование затрат на производство работ.
- Экспертиза цен на ТМЦ и потребляемые услуги.
- Контроль и анализ использования средств ремонтного фонда.
- Ведение и контроль исполнения договоров.
- Контроль физических объемов выполненных работ и затраченных ресурсов.

## Какие результаты были достигнуты

К сожалению, провести полный анализ результатов реорганизации ремонтных служб рассматриваемого предприятия не представляется возможным, поскольку процесс

реформирования еще не закончен. Ремонтные службы прошли только первый этап реорганизации — централизацию.

Тем не менее, определенные положительные тенденции видны уже сейчас:

- Сокращение на 30% ремонтного персонала за счет централизации ремонтных подразделений основного производства.
- Сокращение на 20% инженерно-технического персонала основного производства за счет перераспределения функций и задач.
- Сокращение на 15% запасов ТМЦ за счет ликвидации складов запасных частей и материалов для ремонта в цехах основного производства.

С другой стороны, можно выделить и ряд негативных моментов. В первую очередь связанных с организацией взаимодействия как внутри инженерно-технических служб, так и с подразделениями основного производства. Ключевым вопросом является снижение оперативности принятия решений.

Действительно такая система будет функционировать максимально эффективно, когда необходимость принятия оперативных решений будет сведена к минимуму. Конечно, надо быть реалистами. Полностью избавиться от оперативных решений невозможно. Однако их можно существенно сократить и в первую очередь за счет повышения качества планирования.

## Резюме

Для крупных и средних промышленных предприятий наиболее типична смешанная форма организации инженерно-технических и ремонтных служб.

Такая форма организации инженерно-технических и ремонтных служб приводит к тому, что до 30% ремонтного фонда расходуется неэффективно:

- Использование ремонтного персонала, материальных ресурсов для производства работ, не связанных с обеспечением работоспособности оборудования.
- Низкое качество выполнения ремонтных работ, значительное количество повторных ремонтов.
- Ненадлежащее выполнение норм и правил по эксплуатации оборудования, и как следствие, снижение надежности.

Идеальной типовой формы организации инженерно-технических и ремонтных служб не существует, поскольку конкретные решения во многом будут определяться спецификой предприятия.

Тем не менее, можно выделить принципиальные направления организационного развития соответствующих служб:

- Разделение задач по управлению производственными процессами и обеспечению работоспособности оборудования.
- Организацию ремонтных подразделений в соответствии с принципами сервисного обслуживания.

По материалам <http://www.pacc.ru>



С. А. Цырук  
МЭИ

## ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ИХ РЕМОНТ

**В** системах электроснабжения силовые трансформаторы являются дорогими и ответственными элементами, обеспечивающими в нормальных условиях питание всех приемников электроэнергии.

Из-за отсутствия вращающихся частей силовые трансформаторы надежны в работе, но так же, как и в другом электрооборудовании, в них при эксплуатации могут иметь место аварии (междуфазные КЗ, витковые замыкания, замыкания на землю, «пожар» стали и др.) и ненормальные режимы работы (недопустимая перегрузка, повышение температуры масла и др.).

Основные требования, предъявляемые к силовым трансформаторам в условиях эксплуатации, состоят в следующем:

- обеспечение надежного электроснабжения потребителей, что достигается ведением технически правильного режима их работы и соответствующим надзором за их состоянием, а также применением устройств автоматического включения резерва (АВР);
- работа в экономически целесообразном режиме, определяемом минимумом потерь мощности при их работе по заданному графику нагрузки при соответствующей загрузке, устранении холостого хода;
- обеспечение в условиях эксплуатации пожаробезопасности, которая обуславливается соблюдением норм и правил его эксплуатации (наличием, например, слива масла в случае его возгорания; специальных ям с гравийным заполнением);
- наличие соответствующих видов защит от различных повреждений и ненормальных режимов работы

(от внутренних повреждений, многофазных КЗ в обмотках и на их выводах, сверхтоков в обмотках, обусловленных внешними КЗ или возможными перегрузками, от понижения уровня масла и др.).

Кроме защит, трансформатор должен иметь необходимые измерительные приборы для контроля за режимом его работы.

Известно, что на промышленных подстанциях силовые трансформаторы работают в различных режимах, которые характеризуются токами нагрузок, температурой верхних слоев масла, напряжением на вводах первичной обмотки и температурой окружающей среды.

*Трансформаторы отечественного производства* просты по конструкции, надежны и удобны в эксплуатации. Случаи повреждения трансформаторов вызваны: нарушением действующих правил эксплуатации, аварийными и ненормированными режимами работы, старением изоляции обмоток, некачественной сборкой их на заводе или при монтаже и ремонте. Опыт монтажа и ремонта трансформаторов показывает, что две трети повреждений возникает в результате неудовлетворительного ремонта, монтажа и эксплуатации и одна треть — вследствие заводских дефектов.

Ниже рассмотрены более подробно возможные неисправности силовых трансформаторов.

Основные повреждения приходятся на обмотки, отводы, выводы и переключатели (около 84%). Аварии в обмотках происходят в основном из-за старения и износа изоляции. Износ изоляции может произойти из-за длительной эксплу-



атации трансформатора, однако наблюдается и преждевременный износ, который является результатом частых перегрузок или недостаточно интенсивного охлаждения при номинальной нагрузке. Ухудшение условий охлаждения может произойти из-за осадков шлама на обмотки, загрязнения междуобмоточных промежутков и при старении масла.

Витковые замыкания в обмотках возникают при разрушении изоляции обмотки вследствие деформации обмоток при КЗ, толчка нагрузки, различного рода перенапряжениях в аварийных режимах, снижения уровня масла до обнажения обмоток и в других случаях. Признаки повреждения — работа газовой защиты на отключение трансформатора с выделением горючего газа бело-серого или синеватого цвета; ненормальный нагрев трансформатора с характерным бульканьем, неодинаковое сопротивление обмоток фаз при измерении их постоянным током.

Причинами пробоя и перекрытия внутренней и внешней изоляции трансформатора могут являться появление в изоляции трещин, в которые попадает грязь и сырость, а также коммутационные перенапряжения.

Для определения прочности изоляционных прокладок в ремонтной практике производства проверка состояния электрокартона на образцах, вырезанных из изоляции различных частей трансформаторов. Вырезанную полоску электрокартона сгибают под прямым углом или складывают вдвое без сдавливания листа сгиба. Если при полном сгибе вдвое электрокартон не ломается, изоляция считается

хорошей, если при полном сгибе ломается, то удовлетворительной, т.е. ограниченно годной, а если картон ломается еще при сгибе до прямого угла, то негодной.

Как показывает практика, обмотки — это самая уязвимая часть трансформаторов, часто выходящая из строя. Наиболее распространенные повреждения обмоток, кроме перечисленных выше, — замыкание на корпус, междусекционные пробои, электродинамические разрушения, обрыв цепи.

Перечисленные повреждения происходят наиболее часто при сроке работы трансформатора выше 15 лет.

Изоляция разрушается также при длительных перегрузках трансформатора, сопровождаемых перегревом обмоток (около 105°C).

При сквозных токах КЗ вследствие динамических усилий наблюдается деформация обмоток, сдвиг их в осевом направлении и, как правило, механическое разрушение изоляции. Отгорание выводных концов, электродинамические усилия, небрежное соединение концов вызывают обрыв цепи обмоток, замыкание их на корпус или пробой с выходом трансформатора из строя.

При обрыве обмотки вследствие образования дуги может иметь место срабатывание газовой защиты.

*Основные неисправности выводов трансформаторов:* трещины, сколы и разрушения изоляторов в результате атмосферных перенапряжений, наброса металлических предметов или попадания животных на трансформатор, что приводит к междуфазному короткому замыканию на выводах, загрязнения изоляторов, некачественная армировка и уплотнение, срыв резьбы стержня при неправильном навинчивании и затягивании гайки. *Наиболее характерные повреждения выводов* — течь масла между фланцем вывода и крышкой, в армировке или в месте выхода стержня. Фланец представляет собой чугунную обойму и предназначен для крепления фарфорового вывода (изолятора) на крышке трансформатора, фарфоровый изолятор армирован во фланце армировочной замазкой, фланец закрепляется на крышке трансформатора болтами. *Между фланцем и крышкой плотно уложена резиновая прокладка, на которую следует обратить внимание при ремонте.*

Междувитковые замыкания в обмотке могут иметь место и при повреждении изоляции трансформатора от атмосферных перенапряжений.

*Наиболее частные повреждения переключателей* — оплавление или полное выгорание контактных поверхностей, вызываемое термическим действием токов короткого замыкания при недостаточном давлении (нажатии) подвижных контактов на неподвижные или при полном их соприкосновении между собой.

Наиболее серьезная неисправность трансформаторов возникает при повреждении магнитопроводов («пожар» стали) вследствие нарушения изоляции между отдельными листами стали и стягивающими их болтами. В стыковых магнитопроводах причиной аварии бывает нарушение изоляции в стыках между ярмом и стержнями. Местные



нагревы стали магнитопровода возникают в результате разрушения или износа изоляции стяжных болтов, повреждения междулистовой изоляции и плохого контакта электрических соединений. Признаки повреждения — повышение температуры трансформатора, появление газа черного или бурого цвета в газовом реле, воспламеняющегося при поджоге. Масло меняет цвет, становится темным и имеет резкий специфический запах вследствие разложения (крекинг-процесс). Кроме того, увеличивается ток и потери холостого хода, а у масла понижается температура вспышки, повышается кислотность масла и понижается пробивное напряжение.

При эксплуатации могут наблюдаться потрескивания внутри трансформатора, свидетельствующие о том, что между обмотками или их ответвлениями и корпусом происходят разряды (обмотки и металлические части магнитопроводов в трансформаторах представляют собой обкладки конденсатора). Это явление возникает в результате замыканий обмоток или ответвлений на корпус трансформатора при перенапряжениях или обрыве сети заземления. В этом случае трансформатор должен быть немедленно отключен, после чего газ необходимо проверить на горючесть и отобрать пробу газа для проведения химического анализа.

На основании изложенного выше, все металлические части магнитопровода, кроме стяжных шпилек, соединяют с баком трансформатора, который надежно заземлен полоской луженой жести или латуни толщиной 0,5 мм и шириной 25—30 мм. Способы заземления магнитопровода зависят от его конструкции. Это соединение может быть

выполнено перемычкой между вертикальным прессующим болтом и болтом, крепящим крышку к баку трансформатора. При ремонте трансформатора следят за исправностью описанного заземления.

Признаками ослабления прессовки магнитопровода, свободного колебания крепящих деталей, колебаний крайних листов магнитопровода и повышение против нормального первичного напряжения являются ненормальное гудение, дребезжание, жужжание у работающего силового трансформатора.

Нарушение прочности сварных швов и недостаточная плотность прокладки между баком и крышкой вызывает течь масла из бака. Устраняют течь масла сваркой, а небольшие волосяные трещины ликвидируют чеканкой.

Если признаков повреждения (потрескивания, щелчков внутри бака, выброса масла) не выявлено, а сигнал газовой защиты появился, то отбирать пробы газа на анализ можно без отключения трансформатора. При обнаружении горючего газа или газа, содержащего продукты разложения, трансформатор должен быть немедленно отключен, после чего на нем должны быть проведены измерения и испытания.

Если проверкой установлено, что выделяется негорючий газ и в нем отсутствуют продукты разложения, то устанавливают наблюдение за работой трансформатора и последующим выделением газа. При учащении появления газа в реле и работы защиты на сигнал трансформатор следует отключить.

Газовая защита может срабатывать ложно, причины этого состоят в следующем:

Таблица 1

Неисправности трансформаторов и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Повышенное гудение в трансформаторе	Ослабление прессовки магнитопровода	Подтянуть прессующие шпильки (у масляного трансформатора выполняют при вынутом сердечнике)
Потрескивание внутри трансформатора	Появление замыкания между витками	Отправить трансформатор для капитального ремонта
	Ослабление болтов, крепящих крышку (кожух) трансформатора	Проверить затяжку всех болтов
Выходные напряжения фаз неодинаковы при одинаковых первичных напряжениях	Обрыв заземления магнитопровода	Восстановить заземление (у масляного трансформатора выполняют при вынутом сердечнике)
Течь масла	Недостаточен контакт в соединении одного из вводов. Обрыв в обмотках трансформатора	Отправить трансформатор для капитального ремонта
	Нарушение плотности: – сварных швов бака; – между крышкой и баком во фланцевых соединениях	То же Подтянуть болты, гайки. Если не может, установить новое уплотнение

Ремонт силовых трансформаторов

Операция	Ремонтные работы	Пояснение
Устранение: — поверхностных повреждений небольших участков витковых изоляций;  — ослабление перссовки обмоток;	Поврежденную витковую изоляцию восстанавливают путем наложения на оголенный провод витка маслястойкой лакоткани в полуперекрышку  Обмотки, не имеющие прессующих колец, подпрессовывают	Эти эффекты устраняют без демонтажа обмотки  По всей окружности обмотки между уравнильной и ярмовой изоляциями забивают дополнительные прокладки из прессованного электрокартона
— незначительной деформации отдельных секций поврежденной изоляции	Изоляцию отвода восстанавливают путем наложения на поврежденный участок двух слоев лакоткани шириной 25—30 мм.	
Ремонт изоляции обмоток с использованием провода поврежденной катушки	Поврежденную изоляцию удаляют обжигом в печи при температуре 450—500°C. Витки изолируют кабельной бумагой или тафтяной лентой в два слоя с перекрытием	Изолированной катушке придают нужный размер путем подпрессовки. Изготовленную катушку высушивают, пропитывая лаком, и запекают при температуре 100°C в течение 8—12 ч
Изготовление новой обмотки в зависимости от ее типа	Для этой операции применяют обмоточные станки с ручным или моторным приводом. Катушку наматывают на шаблоне	На шаблон перед намоткой провода накладывают слой электрического картона толщиной 0,5 мм, предохраняющего витки первого слоя от сдвига при снятии катушки
Изготовление цилиндрической обмотки НН из провода прямоугольного профиля	При намотке однослойной катушки витки закрепляют с помощью бандаж из киперной ленты. При намотке многослойных катушек бандажирование не делают	При переходе из одного слоя в другой в местах перехода прокладывают полоску прессшпана на 4—5 мм больше ширины витка для предохранения изоляции крайних витков
Изготовление многослойной обмотки НН из круглого провода	Каждый слой обматывают кабельной бумагой, которой покрывают все витки и пояски, уложенные в торцах шаблона	Поясок изготавливают в виде полоски из электротехнического картона толщиной, равной диаметру провода. Сам поясок схватывают бумагой шириной 25 мм и укладывают в торце шаблона.
Соединение обмоток	Провода сечением до 40 мм <sup>2</sup> соединяют пайкой паяльником, большого сечения — специальными клещами	При пайке проводов применяют флюс-канифоль (кислотой пользоваться запрещается) или порошкообразную буру
Пропитка и сушка обмоток	Причиной — фосфористая бронза диаметром 3—4 мм или серебряные припои ПСр-45, ПСр-70. Обмотки опускают в глифталевый лак и выдерживают до полного выхода пузырьков воздуха, затем поднимают, дают стечь излишкам лака (15—20 мин) и помещают в печь для запекания	Сушка считается законченной, когда лак образует твердую блестящую и эластичную пленку

- сотрясения трансформатора в результате воздействия больших токов перегрузки, проходящих по его обмоткам, а также сквозных токов короткого замыкания за трансформатором;

- ненормальная вибрация при пуске и остановке вентиляторов и циркуляционных насосов у трансформаторов с принудительными системами охлаждения от возникающих перетоков и толчков масла в трубопроводах;

- несвоевременная доливка масла и снижения его уровня;

- неправильная установка трансформатора, при которой возможен значительный выброс воздуха через газовое реле, то же может быть и при доливке масла в трансформатор.

В случаях ложного срабатывания газовой защиты допускается одно повторное включение трансформатора при отсутствии видимых внешних признаков его повреждения. Если отключение трансформатора произошло в результате действия защит, которые не связаны с его повреждением, можно включать трансформатор в сеть без его проверки.

Таблица 3

## Ремонт магнитопровода силовых трансформаторов

Операция	Ремонтные работы	Пояснение
Разборка магнитопровода	Отвертывают верхние гайки вертикальных шпилек и гайки горизонтальных прессующих шпилек. Снимают ярмовые балки. Расшлихтовывают верхнее ярмо со стороны ВН и НН одновременно. Эскизируют взаимное положение пластин двух последних слоев активной стали магнитопровода. Связывают верхние концы пластин, продевая кусок проволоки в отверстие для стержня. Демонтируют обмотки	Извлекают шпильки из ярма. Маркируют балку надписью «сторона ВН» или «сторона НН». Расшлихтовывают, вынимая по 2–3 пластины, не перемешивая, связывают в пакет. Укладка пластин после ремонта должна соответствовать заводской
Замена изоляции стяжных шпилек	Бумажно-бакелитовую трубку изготавливают из кабельной бумаги толщиной 0,12 мм и при намотке на шпильку пропитывают бакелитовым лаком, затем запекают	Толщина стенок изоляционных трубок, мм, для диаметров шпилек, мм: 12–25: 2–3 25–50: 3–4 Более 50: 5–6
Удаление старой изоляции листов стали	Изолирующие шайбы и прокладки изготавливают из электрокартона толщиной не менее 2 мм. Проверяют изоляцию стяжных шпилек, накладок и ярмовых балок мегомметром 1000–2500 В	Диаметр изолирующей шайбы должен быть на 3–5 мм больше диаметра нажимной. Сопротивление изоляции стяжных шпилек должно быть не ниже 10 Мом
Изолирование листов	Удаляют старую изоляцию стальными щетками или кипячением листов в воде, если они покрыты бумажной изоляцией	Можно применять обжиг листов с равномерным нагревом при температуре 250–300°C в течение 3 мин
При ремонтах после «пожара» стали изготавливают новые листы стали	Допускают изолирование пластин через одну. Новый слой лака наносят пульверизатором. Сушат 6–8 ч при температуре 20–30°C	Используют семь из 90% лака и 10 % чистого керосина или глифталевого лака и растворителей (бензина и бензола). Можно применить зеленую эмаль
	Листы раскраивают так, чтобы длинная сторона была обязательно вдоль проката. Отверстия для стяжных шпилек делают только штампом	Сверление не допускается

Таблица 4

## Ремонт расширителей силовых трансформаторов

Операция	Ремонтные работы	Пояснение
Очистка от грязи и ржавчины наружной поверхности. Очистка внутренней поверхности	Очищают расширитель металлической щеткой и протирают насухо чистой ветошью. Вырезают заднюю стенку расширителя, очищают поверхности от грязи и ржавчины. Окрашивают маслястойкой эмалью или нитроземалью. Вырезают из листовой стали новую стенку и приваривают к корпусу расширителя	Окончательную очистку производят тряпкой, смоченной в бензине. Стенку вырезают, оставляя выступ-кольцо, к которому после очистки приваривают новое дно. Приваривают стенку, не допуская пережога металла, ровным, плотным швом без трещин
Ремонт скобы маслоуказателя или патрубка	Очищают поверхность, подлежащую приварке, скобу, штуцер маслоуказателя; патрубок приваривают к корпусу расширителя	Сварку производят ацетилено-кислородным пламенем. Патрубок, соединяющий расширитель с кожухом трансформатора, выступает над нижней линией поверхности расширителя на 25–30 мм
Ремонт масломерного стекла	Вывертывают внутреннюю пробку маслоуказателя, вынимают масломерное стекло, чистят его или заменяют новым	Протирают тряпкой, смоченной сухим трансформаторным маслом
Восстановление контрольных отметок маслоуказателя	Наносят новые отметки на расширителе у маслоуказательного стекла	Отметки уровня масла при температуре +35, +5, -35°C наносят цинковыми белилами на высоте 0,55; 0,45 и 0,1 диаметра расширителя

*Совместное срабатывание газовой и дифференциальной защиты трансформатора* говорит о серьезных повреждениях внутри трансформатора.

*При очистке и регенерации масла и всех работах* в масляной системе, проверке газовой защиты или ее неисправности отключающий элемент газовой защиты должен быть переведен на сигнал.

Ввод газовой защиты на отключение после вывода ее из работы производится через сутки, если не было скопления воздуха в газовом реле, в противном случае включение производят через сутки после прекращения выделения воздуха. Если уровень масла в масломерном стекле повысился очень высоко и быстро, нельзя до выяснения причины открывать пробки, прочищать дыхательную трубку без размыкания цепи отключения реле.

Если газовая защита сработала с действием на сигнал в результате накопившегося в реле воздуха, необходимо выпустить воздух из реле и перевести цепь отключения защиты на сигнал. При отключении трансформатора от газовой защиты и обнаружении при проверке в реле горючего газа — повторное включение трансформатора запрещается.

О характере повреждения внутри трансформатора можно предварительно судить по цвету выделяющегося в реле газа. Желтый цвет газов свидетельствует о повреждении дерева, беловато-серый — бумаги, а черный — масла.

Для проверки горючести газов зажигают спичку и подносят ее к чуть приоткрытому верхнему крану реле. Горючесть газов свидетельствует о внутреннем повреждении трансформатора.

К настоящему времени в эксплуатации находятся наряду со старыми трансформаторами, отслужившими свой срок службы, новые, отличающиеся повышенной надежностью и долговечностью. Поэтому часть рекомендаций, приведенных в табл. 1, 2, 3, 4, для новых силовых трансформаторов устарела. Тем не менее, она может быть полезна для старых типов трансформаторов.

В соответствии с РД 34.45—51.300-97, сейчас все электрооборудование, в том числе и силовые трансформаторы, подлежат тепловизионному (термографическому) контролю. Это дает возможность на ранней стадии выявить у трансформаторов возможные неисправности (дефекты), сократить затраты на техническое обслуживание вследствие снижения объема ремонтных работ.

При тепловизионном контроле выявляются следующие неисправности силовых трансформаторов и автотрансформаторов:

- нарушения в работе систем охлаждения и оценка их эффективности;
- нарушения внутренней циркуляции масла в баке трансформаторов с большим сроком службы;
- выявление магнитных полей рассеяния;
- дефекты изоляции маслонаполненных и фарфоровых вводов;

● ослабление контактных соединений токоведущих частей.

При проведении тепловизионных обследований могут использоваться следующие приборы: тепловизор, ИК-термометр (пирометр), термометр для определения температуры окружающей среды, штатные измерительные приборы электроустановки.

При проведении тепловизионного обследования с целью поиска и локализации мест повышенного нагрева снимаются термограммы боковых поверхностей бака, теплообменников и маслонасосов маслонаполненных силовых трансформаторов, всей наружной поверхности сухих трансформаторов, маслонаполненных и сухих вводов, фарфоровых изоляторов вводов, элементов устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), элементов переключающих устройств (ПБВ), контактов аппаратных зажимов и других, доступных для обследования нагруженных элементов трансформаторов.

Кроме указанных выше, в результате выполнения тепловизионного обследования могут быть выявлены следующие дефекты трансформаторов:

● образование короткозамкнутых контуров по элементам конструкции трансформаторов из-за разрушения их изоляции;

● местные нагревы магнитопроводов и обмоток трансформаторов, связанные с потерями энергии в них вследствие нарушения изоляции, распрессовки обмоток и магнитопроводов, ослабления жесткости общей конструкции.

Для трансформаторов 6/10 кВ при диагностическом обследовании проводятся следующие виды контроля:

● при мощности до 100 кВА тепловизионный и визуальный;

● при мощности от 100 до 630 кВА тепловизионный, визуальный и по усмотрению заказчика — отбор трансформаторного масла для проведения физико-химического анализа;

● при мощности 630 кВА и выше тепловизионный, вибрационный, визуальный, а также отбор пробы трансформаторного масла для проведения физико-химического анализа.

Как показывает опыт эксплуатации, наиболее востребованными среди масляных трансформаторов в настоящее время являются трансформаторы типа ТМГ, отличающиеся повышенной надежностью и минимальным временем обслуживания.

## Литература

1. Справочная книга электрика / Под ред. В. И. Григорьева. — М.: Колос, 2004.
2. Справочник энергетика / Под ред. Чохонелидзе А. Н. — М.: Колос, 2006.
3. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения. Справочное пособие / Под ред. Григорьева В. И. — М.: Колос, 2006.
4. Федоров А. А., Попов Ю. П. Эксплуатация электрооборудования и промышленных предприятий: Учебн. пособие для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1986.



**В. Н. Харечко,  
Ю. В. Харечко**

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

Устройства защитного отключения (УЗО) широко применяют в электроустановках жилых, общественных, производственных и других зданий для защиты от поражения электрическим током. Некоторые модификации УЗО используют также для защиты от сверхтока проводов и кабелей электрических цепей. В предлагаемой читателю статье изложена краткая информация о нормативных документах, требованиям которых должны соответствовать УЗО.

Требования к различным видам устройств защитного отключения изложены в ГОСТ Р 50807 [1], ГОСТ Р 50030.2 [2], который применяют в совокупности с ГОСТ Р 50030.1 [3], в стандартах комплексов ГОСТ Р 51326 [4—6] и ГОСТ Р 51327 [7—9], а также в ГОСТ Р 51328 [10] и ГОСТ Р 51329 [11].

### **ГОСТ Р 50807 и технический отчет МЭК 60755**

ГОСТ Р 50807 введен в действие с 1 января 1996 г. Он содержит полный аутентичный текст технического отчета

МЭК 60755 «Общие требования для защитных устройств, управляемых дифференциальным током»<sup>1</sup> 1983 г. [12] и дополнительные требования, учитывающие некоторые особенности его применения в нашей стране. В ГОСТ Р 50807 приведены требования к устройствам защитного отключения, управляемым дифференциальным током<sup>2</sup>. Требования стандарта распространяются на устройства защитного отключения, предназначенные для использования в электрических цепях переменного тока с номинальным напряжением не выше 440 В и имеющие номинальный ток до 200 А. Требования стандарта могут быть также использованы в качестве рекомендательных для УЗО переменного тока с номинальным напряжением свыше 440 В (но не более 1 000 В) и номинальным током больше 200 А.

Требования ГОСТ Р 50807 содержат много ошибок и погрешностей. Например, в примечании к п. 2.2.2, приведенному в приложении С «Дополнительные тре-

<sup>1</sup> В предисловии ГОСТ Р 50807 записано: «Настоящий стандарт содержит полный аутентичный текст международного стандарта МЭК 755...» (сейчас все стандарты МЭК имеют пятизначную нумерацию, которая начинается с цифры «6» и содержит одну или две цифры «0», размещенные перед соответственно трехзначным и двухзначным старым номером стандарта). Однако документ МЭК 60755 представляет собой технический отчет, а не стандарт. Поэтому на его основе следовало подготовить аналогичный русскоязычный документ (технический отчет), а не нормативный документ, имеющий статус стандарта. Национальные стандарты должны разрабатываться на основе стандартов МЭК.

<sup>2</sup> Дифференциальный ток  $I_{\Delta}$  — действующее значение векторной суммы электрических токов, протекающих в главной цепи устройства защитного отключения (см. статью [13]).



бования, отражающие потребности экономики страны и учитывающие требования государственных стандартов на электротехнические изделия», имеется грубая ошибка в разъяснениях принципа действия УЗО. Примечание гласит: «Векторное суммирование токов прямого и обратного направления в первичной цепи (датчик) УЗО-Д выполняет измерительный дифференциальный трансформатор. В случае прикосновения человека к **токоведущим частям**, действующее значение векторной суммы токов, протекающих в первичной цепи УЗО-Д, не равно нулю, система выводится из равновесия и появляется разностный ток рассогласования — **дифференциальный ток**. С помощью энергии, передаваемой дифференциальным током вторичной обмотке трансформатора, происходит четкое срабатывание (отключение) расцепителя дифференциального тока» (выделено авторами).

В действительности, если человек, находящийся в помещении с изолирующими полами, например деревянными, одновременно прикоснется к линейному и нейтральному проводникам (к токоведущим частям), то через его тело будет протекать электрический ток с одного из перечисленных проводников на другой. Векторная сумма токов в главной цепи устройства защитного отключения будет равна нулю (то есть — дифференциальный ток равен нулю). В подобных условиях УЗО не может сработать.

При рассматриваемом прикосновении к двум токоведущим частям человек получит электротравму, возможно, с летальным исходом, а УЗО даже «не заметит» этого, так как будет «считать», что к его главной цепи подключили еще один электроприемник. То есть в случае одновременного прикосновения человека к двум токоведущим частям, которые находятся под напряжением, устройство защитного отключения, как правило, не сможет отключить электрическую цепь и защитить человека от поражения электрическим током. Особенно, если человек не имеет электрического контакта с землей или с проводящими частями, соединенными с землей, например, со стороны проводящей частью.

Если человек, имея электрический контакт с землей или с соединенными с ней проводящими частями, прикоснется к одной опасной токоведущей части, находящейся под напряжением, то через его тело будет протекать электрический ток, который называют током замыкания на землю<sup>3</sup>. Соответственно, по одному из проводников, проходящих через главную цепь устройства защитного отключения, помимо тока нагрузки начнет протекать ток

замыкания на землю. Дифференциальный ток станет отличным от нуля и вызовет отключение УЗО, которое с высокой вероятностью сможет защитить человека от поражения электрическим током при его прикосновении к одной опасной токоведущей части.

ГОСТ Р 50807 состоит из 8 разделов и включает в себя 3 приложения. Его объем составляет около 80 с. формата А5.

Международная электротехническая комиссия в январе 1988 г. и мае 1992 г. приняла две поправки [14, 15] к техническому отчету МЭК 60755 1983 г. Технические комитеты МЭК используют данные этого технического отчета при подготовке проектов стандартов МЭК на конкретные виды УЗО.

## **ГОСТ Р 50030.1, ГОСТ Р 50030.2 и стандарты МЭК 60497-1, МЭК 60497-2**

ГОСТ Р 50030.1 разработан на основе стандарта МЭК 60947-1 1999 г. и введен в действие с 1 января 2002 г. ГОСТ Р 50030.1 предназначен для согласования правил и требований общего характера, относящихся к низковольтной аппаратуре распределения и управления<sup>4</sup>, с целью их унификации в соответствующих классах аппаратов и устранения необходимости испытаний по различным стандартам. В ГОСТ Р 50030.1 изложены требования и правила, которые являются общими для низковольтной коммутационной аппаратуры и аппаратуры управления, предназначенной для эксплуатации в электрических цепях переменного тока напряжением до 1000 В и постоянного тока — до 1500 В включительно. Требования этого стандарта применяют совместно с требованиями ГОСТ Р 50030.2 на автоматические выключатели, а также совместно с требованиями других стандартов, входящих в состав комплекса ГОСТ Р 50030 «Аппаратура распределения и управления низковольтная»<sup>5</sup>.

В ГОСТ Р 50030.1 установлена терминология и классификация низковольтной аппаратуры, перечислены характеристики аппаратуры, их номинальные и предельные значения, приведены требования к объему и составу информации об аппаратуре и к ее маркировке, заданы условия эксплуатации аппаратуры, ее транспортировки и хранения, представлены требования к конструкции и работоспособности аппаратуры, указаны виды и объемы испытаний, которым должны быть подвергнуты низковольтные коммутационные устройства, иная коммутационная аппаратура и аппаратура управления, а также изложены другие требования.

<sup>3</sup> Ток замыкания на землю — электрический ток, протекающий в землю, открытые, сторонние проводящие части и защитные проводники при повреждении изоляции токоведущих частей.

<sup>4</sup> Аппаратура распределения и управления — общий термин для коммутационных аппаратов и их комбинаций с относящимися к ним устройствами управления, измерения, защиты и регулирования, а также для узлов, в которых такие устройства соединяют с соответствующими электрическими цепями, комплектующим оборудованием, оболочками и опорными конструкциями. В стандарте МЭК 60947-1 этот термин имеет наименование «switchgear and controlgear», которому на русском языке больше соответствует следующее наименование — «коммутационная аппаратура и аппаратура управления».

<sup>5</sup> Комплекс ГОСТ Р 50030 более правильно поименовать так: «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления».

ГОСТ Р 50030.1 состоит из 8 разделов и включает в себя 15 приложений. Его объем составляет около 120 с. формата А4.

В настоящее время стандарт МЭК 60947-1 1999 г. уже не действует. В марте 2004 г. Международная электротехническая комиссия приняла стандарт МЭК 60947-1 [16], который заменил стандарт МЭК 60947-1 1999 г. и две поправки к нему 2000 и 2001 гг., а в июне 2007 г. был введен в действие новый стандарт МЭК 60947-1 [17].

Действующий стандарт МЭК 60947-1 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 1. Общие правила» 2007 г. состоит из 8 разделов и включает в себя 18 приложений. Его объем составляет около 230 с. формата А4.

Требования ГОСТ Р 50030.2, разработанного на основе стандарта МЭК 60947-2 1998 г. и введенного в действие с 1 января 2002 г., распространяются на автоматические выключатели, предназначенные для работы в электрических цепях переменного тока напряжением до 1000 В и постоянного тока до 1500 В включительно. Такие автоматические выключатели могут иметь любые номинальные токи, различные конструкции и способы применения. Этот стандарт также содержит дополнительные требования к автоматическим выключателям со встроенными плавкими предохранителями.

Указанные автоматические выключатели применяют в низковольтных распределительных устройствах, установленных в различных сооружениях, в трансформаторных подстанциях, в распределительных пунктах и др. Эти автоматические выключатели используют также во вводно-распределительных устройствах, во вводных устройствах, в главных распределительных щитах и других мощных низковольтных распределительных устройствах электроустановок жилых, общественных, производственных и других зданий.

В ГОСТ Р 50030.2 приведены термины и их определения, установлена классификация автоматических выключателей, заданы характеристики автоматических выключателей и их предпочтительные значения, указана информация, которая должна быть представлена с аппаратами; перечислены условия, которым должны

удовлетворять автоматические выключатели в нормальном режиме и при наличии сверхтока, а также установлены требования к конструкции и работоспособности автоматических выключателей, указаны виды и методы их испытаний.

Приложение В «Автоматические выключатели со встроенными защитными устройствами, управляемыми дифференциальным током» ГОСТ Р 50030.2 содержит требования к автоматическим выключателям, управляемый дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока<sup>6</sup> (АВДТ) и устройствам дифференциального тока<sup>7</sup> (УДТ), которые предназначены для использования в совокупности с автоматическими выключателями. Соединенные УДТ и автоматический выключатель образуют АВДТ. Значение номинального отключающего дифференциального тока рассматриваемых АВДТ может быть равным 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5; 1; 3; 10; 30 А. Эти АВДТ могут быть типа АС или типа А<sup>8</sup>.

ГОСТ Р 50030.2 состоит из 8 разделов и включает в себя 12 приложений. Его объем составляет около 100 с. формата А4.

В настоящее время стандарт МЭК 60947-2 1998 г. уже не действует. В апреле 2003 г. Международная электротехническая комиссия приняла стандарт МЭК 60947-2 [19], который заменил стандарт МЭК 60947-2 1998 г. и поправку к нему 2001 г. В мае 2006 г. был принят новый стандарт МЭК 60947-2 [20], который заменил стандарт МЭК 60947-2 2003 г.

Действующий стандарт МЭК 60947-2 «Низковольтная коммутационная аппаратура и аппаратура управления. Часть 2. Автоматические выключатели» 2006 г. состоит из 8 разделов и включает в себя 14 приложений. Его объем составляет около 220 с. формата А4.

Помимо приложения В действующий стандарт МЭК 60947-2 2006 г. включает в себя приложение М, в котором изложены требования к так называемым модульным устройствам дифференциального тока. Модульное устройство дифференциального тока (Modular Residual Current Device (MRCD)) представляет собой устройство или совокупность устройств, включающих средства обнаружения тока и обрабатывающее устройство, предназна-

<sup>6</sup> В национальной нормативной документации такие изделия называют также устройствами защитного отключения со встроенной защитой от сверхтока.

<sup>7</sup> В стандарте МЭК 60947-2 это изделие названо кратко — «г. с. unit», что соответствует полному наименованию — «residual current unit», которое на русский язык можно перевести как «устройство дифференциального тока». В стандартах комплекса МЭК 60346 применяют похожее наименование — «residual current device (RCD)», переводимое на русский язык так: «устройство дифференциального тока (УДТ)» и используемое для обозначения всех защитных устройств, управляемых дифференциальным током, которые в национальной нормативной документации называют устройствами защитного отключения.

В стандартах комплекса ГОСТ Р 50571 «Электроустановки зданий» уже появились ошибки, вызванные путаницей при переводе на русский язык аббревиатуры «RCD» (например — в ГОСТ Р 50571.26 [18]). Поэтому в новой редакции ГОСТ Р 50030.2 или в стандарте, его заменяющем, наименование изделия на английском языке «residual current unit» целесообразно перевести на русский язык следующим образом: «блок дифференциального тока (БДТ)». Для исключения путаницы при подготовке новых национальных стандартов термин «устройство защитного отключения» целесообразно заменить термином «устройство дифференциального тока», который более точно характеризует принцип действия подобных защитных устройств.

<sup>8</sup> Указаны виды УЗО по условиям функционирования при наличии составляющей постоянного тока: типа АС — надлежащее срабатывание УЗО происходит только при синусоидальных переменных дифференциальных токах; типа А — при синусоидальных переменных и пульсирующих постоянных дифференциальных токах.

ченные обнаруживать и оценивать дифференциальный ток и управлять размыканием контактов устройства, отключающего электрического тока. Эти устройства могут быть типов АС, А или В<sup>9</sup>.

## ГОСТ Р 51328 и стандарт МЭК 61540

ГОСТ Р 51328 разработан на основе стандарта МЭК 61540 1997 г. и поправки 1998 г. (их заменили стандартом МЭК 61540 1999 г. [21]) и введен в действие с 1 января 2001 г. Требования ГОСТ Р 51328 распространяются на бытовые переносные УЗО без встроенной защиты от сверхтока, которые применяют в однофазных электрических цепях переменного тока с напряжением не более 250 В и номинальным током до 16 А (при номинальном напряжении до 130 В номинальный ток не может быть более 32 А). Номинальный отключающий дифференциальный ток этих УЗО должен быть не более 0,03 А. Конструктивно рассматриваемые устройства обычно состоят из штепсельной вилки, собственно УЗО и нескольких штепсельных розеток. Для присоединения этих устройств к внешним электрическим цепям применяют штепсельные вилки, штепсельные розетки, зажимы или гибкие кабели.

ГОСТ Р 51328 состоит из 9 разделов и включает в себя 7 приложений. Его объем составляет около 90 с. формата А4.

Действующий стандарт МЭК 61540 «Электрические аксессуары. Портативные устройства дифференциального тока без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ПУДТ)» 1999 г. состоит из 9 разделов и включает в себя 4 приложения. Его объем составляет около 115 с. формата А4.

## Комплексы ГОСТ Р 51326, ГОСТ Р 51327 и комплексы стандартов МЭК 61008, МЭК 61009

Требования к устройствам защитного отключения бытового и аналогичного назначения, изложены в стандартах ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1, которые разработаны на основе стандартов МЭК 61008-1 1996 г. [22] и МЭК 61009-1 1996 г. [23] соответственно, входящих в состав комплексов МЭК 61008 и МЭК 61009.

ГОСТ Р 51326.1 состоит из 9 разделов и включает в себя 13 приложений. Его объем составляет около 90 с. формата А4. ГОСТ Р 51327.1 состоит из 9 разделов и включает в себя 16 приложений. Его объем составляет около 100 с. формата А4.

Помимо указанных стандартов в состав комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327 входят также ГОСТ Р 51326.2.1 и ГОСТ Р 51326.2.2, ГОСТ Р 51327.2.1 и ГОСТ Р 51327.2.2. Перечисленные стандарты устанавливают применимость основных требований, изложенных в ГОСТ Р 51326.1 и в ГОСТ Р 51327.1, к устройствам защитного отключения, соответственно функционально независимым и функционально зависящим от напряжения электрических цепей,

в которых они установлены. Объем этих стандартов — 4 с. формата А4.

ГОСТ Р 51326.2.1 и ГОСТ Р 51326.2.2, ГОСТ Р 51327.2.1 и ГОСТ Р 51327.2.2 включают в себя полные аутентичные тексты стандартов МЭК 61008-2-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 2—1. Применимость общих правил к ВДТ, функционально независимым от напряжения в цепи» 1990 г. [24] и МЭК 61008-2-2 «... Часть 2—2. Применимость общих правил к ВДТ, функционально зависимым от напряжения в цепи» 1990 г. [25], МЭК 61009-2-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока для бытового и подобного использования (АВДТ). Часть 2—1. Применимость общих правил к АВДТ, функционально независимым от напряжения в цепи» 1991 г. [26] и МЭК 61009-2-2 «... Часть 2—2. Применимость общих правил к АВДТ, функционально зависимым от напряжения в цепи» 1991 г. [27], которые действуют до сих пор.

Стандарты, входящие в состав комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327, в полном объеме введены в действие с 1 января 2002 г.

В мае 2002 г. в стандарт МЭК 61008-1 1996 г. была внесена поправка, которая вошла в текст стандарта МЭК 61008-1 [28], датированного октябрём 2002 г. В апреле 2006 г. к этому стандарту была принята вторая поправка, которую включили в текст стандарта МЭК 61008-1 [29], датированного июнем 2006 г. К стандарту МЭК 61009-1 1996 г. в ноябре 2002 г. также была принята поправка, которая вошла в текст стандарта МЭК 61009-1 [30], датированного февралём 2003 г., а в апреле 2006 г. — вторая поправка, которую включили в текст стандарта МЭК 61009-1 [31], датированного июнем 2006 г.

Действующий стандарт МЭК 61008-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока для бытового и подобного использования (ВДТ). Часть 1. Общие правила» 2006 г. состоит из 9 разделов и включает в себя 11 приложений. Его объем составляет около 140 с. формата А4. Стандарт МЭК 61009-1 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока для бытового и подобного использования (АВДТ). Часть 1. Общие правила» 2006 г. также состоит из 9 разделов и включает в себя 13 приложений. Его объем составляет около 150 с. формата А4.

В стандартах комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327 изложены требования к двум видам устройств защитного отключения. Один из видов УЗО назван в ГОСТ Р 51326.1 автоматическим выключателем, управляемым дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтока (ВДТ), а второй вид УЗО в ГОСТ Р 51327.1 поименован автоматическим выключателем, управляемым дифференциальным током, со встроенной защитой от сверхтока

<sup>9</sup> УЗО типа В срабатывает надлежащим образом при синусоидальных переменных, пульсирующих постоянных и сглаженных постоянных дифференциальных токах.

(АВДТ). Эти защитные устройства приводятся в действие дифференциальным током, который может появиться в их главных цепях. В национальной нормативной документации, научно-технических изданиях и публикациях подобные изделия именуют также устройствами защитного отключения.

Требования стандартов комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327 распространяются на ВДТ и АВДТ, которые рассчитаны на работу в электрических цепях переменного тока частотой 50 и (или) 60 Гц, с номинальным напряжением до 440 В и номинальным током до 125 А. Рассматриваемые УЗО предназначены для использования обычными лицами и не нуждаются в обслуживании.

Устройства защитного отключения широко применяют в составе такой меры защиты от косвенного прикосновения, как автоматическое отключение питания. УЗО, имеющие номинальный отключающий дифференциальный ток до 0,03 А включительно, также используют для дополнительной защиты от прямого прикосновения в случае отказа основных мер защиты.

АВДТ также применяют для защиты подключенных к ним электрических цепей от токов перегрузки и токов короткого замыкания. Они могут иметь номинальную наибольшую коммутационную способность<sup>10</sup> до 25 000 А включительно.

Требования ГОСТ Р 51327.1 допускают наличие у АВДТ нескольких значений номинального тока. При этом механизм, с помощью которого в АВДТ осуществляют переход от одного значения номинального тока к другому, в нормальных условиях эксплуатации должен быть недоступным

потребителю, а само переключение должно быть возможным только при помощи инструмента.

В стандартах комплекса ГОСТ Р 51327 не рассматривают АВДТ, номинальный ток которых регулируют средствами, доступными потребителю, а также АВДТ, предназначенные для защиты электродвигателей.

Требования стандартов комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327 не распространяются на устройства защитного отключения, которые имеют автономные источники питания.

С помощью устройств защитного отключения, конструкция которых соответствует требованиям ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1, в электроустановках зданий можно реализовать функцию разъединения, то есть рассматриваемые УЗО могут быть использованы в качестве разъединителей.

В приложения Г «Дополнительные требования и испытания для АВДТ, состоящих из автоматического выключателя и устройства дифференциального тока, предназначенных для сборки на месте» ГОСТ Р 51327.1 изложены требования к устройствам дифференциального тока<sup>11</sup>. УДТ предназначено для механического и электрического соединения с автоматическим выключателем бытового назначения, соответствующим требованиям ГОСТ Р 50345<sup>12</sup> [32], с целью получения АВДТ.

В стандартах комплексов ГОСТ Р 51326 и ГОСТ Р 51327:

- установлены основные термины и их определения;
- дана классификация ВДТ и АВДТ;

<sup>10</sup> В первоисточнике (стандарте МЭК 61009-1) указанная характеристика АВДТ имеет иное наименование — «номинальная коммутационная способность при коротком замыкании» («rated short-circuit (making and breaking) capacity»).

<sup>11</sup> В стандарте МЭК 61009-1 это изделие названо кратко — «г. с. unit», что соответствует полному наименованию — «residual current unit», которое на русский язык можно перевести как «устройство дифференциального тока». Однако для исключения путаницы с обобщенным названием подобных защитных устройств «residual current device (RCD)», переводимым на русский язык как «устройство дифференциального тока (УДТ)», в новой редакции ГОСТ Р 51327.1 или в стандарте, его заменяющем, это изделие целесообразно назвать блоком дифференциального тока (БДТ).

<sup>12</sup> ГОСТ Р 50345 разработан на основе стандарта МЭК 60898 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок» 1995 г. [33] и введен в действие с 1 января 2001 г. ГОСТ Р 50345 состоит из 9 разделов и включает в себя 10 приложений. Его объем составляет около 70 с. формата А4. В настоящее время стандарт МЭК 60898 1995 г. уже не действует. В январе 2002 г. Международная электротехническая комиссия приняла стандарт МЭК 60898-1 [34], который заменил стандарт МЭК 60898 1995 г. В 2002 и 2003 гг. в стандарт МЭК 60898-1 2002 г. были внесены две поправки, которые вошли в текст стандарта МЭК 60898-1 [35], датированного июлем 2003 г. Действующий стандарт МЭК 60898-1 «Электрические аксессуары. Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 1. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе» 2003 г. устанавливает требования к автоматическим выключателям, предназначенным для использования в электрических цепях переменного тока частотой 50 и (или) 60 Гц, имеющим номинальное напряжение до 440 В, номинальный ток до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании до 25 000 А. Стандарт МЭК 60898-1 2003 г. состоит из 9 разделов и включает в себя 12 приложений. Его объем составляет около 140 с. формата А4.

В июне 2000 г. Международная электротехническая комиссия приняла стандарт МЭК 60898-2 [36], который устанавливает дополнительные требования к однополюсным и двухполюсным автоматическим выключателям, предназначенным для использования также в электрических цепях постоянного тока и имеющим номинальное напряжение до 220 В (однополюсные) и до 440 В (двухполюсные), номинальный ток до 125 А и номинальную коммутационную способность при коротком замыкании (для постоянного тока) до 10 000 А. В 2003 г. в указанный стандарт была внесена поправка, которая вошла в текст стандарта МЭК 60898-2 [37], датированного июлем 2003 г. Действующий стандарт МЭК 60898-2 «Автоматические выключатели для защиты от сверхтока для бытовых и подобных установок. Часть 2. Автоматические выключатели для оперирования при переменном токе и постоянном токе» 2003 г. состоит из 9 разделов и включает в себя одно приложение. Его объем составляет около 20 с. формата А4. Стандарт МЭК 60898-2 2003 г. применяют совместно со стандартом МЭК 60898-1 2003 г. На основе стандарта МЭК 60898-2 2003 г. был разработан ГОСТ Р МЭК 60898.2 [38], который введен в действие с 1 июля 2007 г. Как указано во введении ГОСТ Р МЭК 60898-2, стандарт устанавливает дополнительные или измененные требования по отношению к стандарту МЭК 60898-1 2003 г. Однако для практического применения требования ГОСТ Р МЭК 60898-2 могут быть отнесены к требованиям ГОСТ Р 50345–99. ГОСТ Р МЭК 60898-2 состоит из 9 разделов и включает в себя одно приложение. Его объем составляет около 15 с. формата А4.



- рассмотрены характеристики ВДТ и АВДТ, их стандартные и предпочтительные значения;

- перечислена информация, которая должна маркироваться на ВДТ и АВДТ и содержаться в документации изготовителя;

- изложены требования к конструкции ВДТ и АВДТ, их функционированию, условиям окружающей среды;

- определены условия, которым должны соответствовать ВДТ и АВДТ при их работе в нормальном режиме, при перегрузках и коротких замыканиях;

- установлены объемы и представлены методики проведения испытаний ВДТ и АВДТ, а также изложены другие требования.

Разработка и введение в действие перечисленных стандартов позволили сделать значительный шаг вперед на пути приведения требований национальной нормативной документации в соответствие с требованиями стандартов МЭК. Однако рассматриваемые стандарты имеют многочисленные погрешности и отдельные ошибки, которые серьезно затрудняют специалистам работу с ними.

Главным недостатком национальных стандартов является плохо проработанная терминология. Одинаковые термины имеют в ГОСТ Р 51326.1 и в ГОСТ Р 51327.1 разные определения и даже разные наименования. Например, термины «пульсирующий постоянный ток», «температура окружающего воздуха», «вывод» и другие имеют разные определения, несмотря на то, что в первоисточниках (стандартах МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1) они определены одинаково. Термины стандартов МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1 «closing operation» и «opening operation» поименованы в ГОСТ Р 51326.1 как «операция замыкания» и «операция размыкания», а в ГОСТ Р 51327.1 — «замыкание (включение)» и «размыкание (отключение)»<sup>13</sup>. Определения многих терминов имеют плохой перевод.

В требованиях ГОСТ Р 51326.1 использован термин «коммутирующий нейтральный полюс», который в ГОСТ Р 51327.1 назван иначе — «полюс, коммутирующий нейтраль». Один из полюсов автоматических выключателей, применяемых в электроустановках жилых зданий, назван в ГОСТ Р 50345 отключающим нейтральным полюсом. За разными наименованиями стоит один и тот же полюс защитного устройства, специально предназначенный для присоединения нейтральных проводников внешних электрических цепей.

Более того, в п. 8.1.2 ГОСТ Р 51326.1 упомянут полюс, отключающий защитный проводник (цепь защитного проводника должна быть непрерывной — ее запрещено коммутировать)! Хотя в первоисточнике (стандарте МЭК 61008-1)

речь идет о коммутирующем нейтральном полюсе, к которому можно подключать только нейтральный проводник<sup>14</sup>. Этот полюс, в соответствии с требованиями, изложенными в шестых разделах ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1, следует обозначать буквой «N», которой в стандартах МЭК идентифицируют нейтральный проводник.

Терминология ГОСТ Р 51327.1 в той части, которая устанавливает требования к выполнению АВДТ функций по защите электрических цепей от сверхтока, существенно отличается от аналогичной терминологии, установленной ГОСТ Р 50345 для автоматических выключателей, хотя в обоих стандартах рассматривают одни и те же понятия<sup>15</sup>. Требования первоисточника (стандарта МЭК 61009-1) к АВДТ в этой части их функций основаны на требованиях стандарта МЭК 60898<sup>16</sup>. Соответственно аналогичные требования ГОСТ Р 51327.1 основаны на требованиях, изложенных в ГОСТ Р 50345. Поэтому вся терминология, которая относится к защите от сверхтока, в ГОСТ Р 51327 и в ГОСТ Р 50345 должна быть согласована.

Таблица 8 ГОСТ Р 51327.1 имеет логические ошибки в параметрах стандартных время-токовых зон АВДТ. Такие же ошибки содержатся и в аналогичной таблице 6 ГОСТ Р 50345. Они серьезно затрудняют правильное определение время-токовых характеристик АВДТ.

Некоторые термины ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 плохо согласованы с той терминологией комплекса ГОСТ Р 50571 и ПУЭ [39], которую используют в требованиях, предъявляемых к различным низковольтным электроустановкам.

Анализ требований рассматриваемых стандартов указывает на целесообразность внесения в них изменений и дополнений для уточнения терминологии и устранения ошибок. Вместо ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1 целесообразно разработать новые ГОСТ Р МЭК 61008-1 и ГОСТ Р МЭК 61009-1, взяв за их основу соответственно стандарты МЭК 61008-1 и МЭК 61009-1, датированные 2006 г. Кроме того, в новый ГОСТ Р МЭК 61009-1 целесообразно включить все поправки, разработанные для европейского стандарта EN 60898-1, которые устраняют некоторые ошибки стандарта МЭК 60898-1. Прежде всего, в указанный стандарт следует внести дополнения, уточняющие параметры стандартных время-токовых зон АВДТ, а также дополнения, устанавливающие их классификацию по характеристике  $I^2t$ , которая также отсутствует в действующем стандарте МЭК 60898-1.

Новый ГОСТ Р МЭК 61008-1 следует дополнить определением термина «пиковый ток  $I_p$ », а также специальным приложением, в котором необходимо изложить методику

<sup>13</sup> Замыкание и размыкание характеризуют механическое оперирование коммутационного устройства, а включение и отключение — его электрическое оперирование.

<sup>14</sup> В разделах 6 «Маркировка и другая информация об изделии» стандартов МЭК 61008-1, МЭК 61009-1 и ГОСТ Р 51327.1 речь идет о присоединении цепи нейтрали, а ГОСТ Р 51326.1 — цепи нулевого рабочего проводника.

<sup>15</sup> В разделе 1 «Область применения» ГОСТ Р 51327.1 указано: «Требования настоящего стандарта, относящиеся к АВДТ в качестве аппарата защиты от сверхтоков, основываются на ГОСТ Р 50345».

<sup>16</sup> Требования стандарта МЭК 61009-1 2006 г. к АВДТ в части защиты от сверхтока основаны на требованиях действующего в настоящее время стандарта МЭК 60898-1 2003 г.



проверки обеспечения защиты ВДТ от сверхтока плавкими предохранителями и автоматическими выключателями, которую предписывают выполнять требования п. 7.1.76 ПУЭ.

## Стандарт МЭК 62423

В мае 2007 г. Международная электротехническая комиссия приняла новый стандарт МЭК 62423 «Автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током типа В, со встроенной защитой от сверхтока и без нее для бытового и подобного использования (ВДТ типа В и АВДТ типа В)» [40], в котором изложены дополнительные требования к ВДТ и АВДТ типа В бытового и аналогичного назначения, предназначенным обеспечивать защиту в случае появления синусоидальных переменных дифференциальных токов частотой до 1000 Гц, пульсирующих постоянных дифференциальных токов и сглаженных постоянных дифференциальных токов в случае трехфазного питания. Рассматриваемые УЗО не предназначены для использования в системах постоянного тока. Требования к однополюсным и двухполюсным УЗО находятся на рассмотрении. Стандарт МЭК 62423 применяют совместно со стандартами МЭК 61008-1:2006 г. и МЭК 61009-1:2006 г.

Стандарт МЭК 62423 состоит из 9 разделов и включает в себя 3 приложения. Его объем составляет около 30 с. формата А4.

## ГОСТ Р 51329 и стандарт МЭК 61543

ГОСТ Р 51329 введен в действие с 1 января 2001 г. Он содержит аутентичный текст стандарта МЭК 61543 «Защитные устройства, управляемые дифференциальным током, для бытового и подобного использования (УДТ). Электромагнитная совместимость» 1995 г. [41] и дополнительные требования, учитывающие особенности его применения в нашей стране. ГОСТ Р 51329 содержит требования, уточняющие процедуру испытаний ВДТ и АВДТ (по ГОСТ Р 51326.1 и ГОСТ Р 51327.1), а также переносных УЗО (по ГОСТ Р 51328) на их устойчивость к низкочастотным и высокочастотным электромагнитным помехам.

ГОСТ Р 51329 состоит из 5 разделов и включает в себя 3 приложения. Его объем составляет около 10 с. формата А4.

В августе 2004 г. и ноябре 2005 г. Международная электротехническая комиссия приняла две поправки [42, 43] к стандарту МЭК 61543:1995 г.

## Литература

1. ГОСТ Р 50807-95 (МЭК 755-83). Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996.

2. ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК 60947-2-98). Аппаратура распределения и управления низковольтная. Ч. 2. Автоматические выключатели. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.

3. 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.

4. ГОСТ Р 51326.1-99 (МЭК 61008-1-96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

5. ГОСТ Р 51326.2.1-99 (МЭК 61008-2-1-90). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Ч. 2-1. Применяемость основных норм к ВДТ, функционально независимым от напряжения сети. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

6. ГОСТ Р 51326.2.2-99 (МЭК 61008-2-2-90). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Ч. 2-2. Применяемость основных норм к ВДТ, функционально зависящим от напряжения сети. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

7. ГОСТ Р 51327.1-99 (МЭК 61009-1-96). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Ч. 1. Общие требования и методы испытаний. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.

8. ГОСТ Р 51327.2.1-99 (МЭК 61009-2-1-91). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Ч. 2-1. Применяемость основных норм к АВДТ, функционально независимым от напряжения сети. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.

9. ГОСТ Р 51327.2.2-99 (МЭК 61009-2-2-91). Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения со встроенной защитой от сверхтоков. Ч. 2-2. Применяемость основных норм к АВДТ, функционально зависящим от напряжения сети. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.

10. ГОСТ Р 51328-99 (МЭК 61540-97). Устройства защитного отключения переносные бытового и аналогичного назначения, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтоков (УЗО-ДП). Общие требования и методы испытаний. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

11. ГОСТ Р 51329-99 (МЭК 61543-95). Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током (УЗО-Д), бытового и аналогичного назначения. Требования и методы испытаний. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.

12. Technical report IEC/TR 60755. General requirements for residual current operated protective devices. First edition. — Geneva: IEC, 1983-01.

13. Харечко В.Н., Харечко Ю.В. О токе замыкания на землю, токе утечки и дифференциальном токе // Главный энергетик, 2007, № 7.

14. Technical report IEC/TR 60755-am1. General requirements for residual current operated protective devices. Amendment 1. First edition. — Geneva: IEC, 1988-01.

15. Technical report IEC/TR 60755-am2. General requirements for residual current operated protective devices. Amendment 2. First edition. — Geneva: IEC, 1992-05.

16. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2004-03.
17. International standard IEC 60947-1. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 1: General rules. Fifth edition. — Geneva: IEC, 2007-06.
18. ГОСТ Р 50571.26–2002 (МЭК 60364-5-534–97). Электроустановки зданий. Ч. 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Раздел 534. Устройства для защиты от импульсных перенапряжений. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.
19. International standard IEC 60947-2. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 2: Circuit-breakers. Third edition. — Geneva: IEC, 2003-04.
20. International standard IEC 60947-2. Low-voltage switchgear and controlgear. Part 2: Circuit-breakers. Fourth edition. — Geneva: IEC, 2006-05.
21. International standard IEC 61540. Electrical accessories. Portable residual current devices without integral overcurrent protection for household and similar use (PRCDs). Edition 1.1. — Geneva: IEC, 1999-03.
22. International standard IEC 61008-1. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 1: General rules. Second edition. — Geneva: IEC, 1996-12.
23. International standard IEC 61009-1. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 1: General rules. Second edition. — Geneva: IEC, 1996-12.
24. International standard IEC 61008-2-1. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 2-1: Applicability of the general rules to RCCBs functionally independent of line voltage. First edition. — Geneva: IEC, 1990-12.
25. International standard IEC 61008-2-2. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 2-2: Applicability of the general rules to RCCBs functionally dependent on line voltage. First edition. — Geneva: IEC, 1990-12.
26. International standard IEC 61009-2-1. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 2—1: Applicability of the general rules to RCBOs functionally independent of line voltage. First edition. — Geneva: IEC, 1991-09.
27. International standard IEC 61009-2-2. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 2-2: Applicability of the general rules to RCBOs functionally dependent on line voltage. First edition. — Geneva: IEC, 1991-09.
28. International standard IEC 61008-1. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 1: General rules. Edition 2.1. — Geneva: IEC, 2002-10.
29. International standard IEC 61008-1. Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs). Part 1: General rules. Edition 2.2. — Geneva: IEC, 2006-06.
30. International standard IEC 61009-1. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 1: General rules. Edition 2.1. — Geneva: IEC, 2003-02.
31. International standard IEC 61009-1. Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs). Part 1: General rules. Edition 2.2. — Geneva: IEC, 2006-06.
32. ГОСТ Р 50345—99 (МЭК 60898–95). Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. — М.: ИПК «Изд-во стандартов», 2000.
33. International standard IEC 60898. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Second edition. — Geneva: IEC, 1995-02.
34. International standard IEC 60898-1. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. First edition. — Geneva: IEC, 2002-01.
35. International standard IEC 60898-1. Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 1: Circuit-breakers for a. c. operation. Edition 1.2. — Geneva: IEC, 2003-07.
36. International standard IEC 60898-2. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 2: Circuit-breakers for a. c. and d. c. operation. First edition. — Geneva: IEC, 2000-06.
37. International standard IEC 60898-2. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Part 2: Circuit-breakers for a. c. and d. c. operation. Edition 1.1. — Geneva: IEC, 2003-07.
38. ГОСТ Р МЭК 60898.2–2006. Выключатели автоматические для защиты от сверхтоков электроустановок бытового и аналогичного назначения. Ч. 2. Выключатели автоматические для переменного и постоянного тока. — М.: Стандартинформ, 2006.
39. 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.
40. International standard IEC 62423. Type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses (Type B RCCBs and Type B RCBOs). First edition. — Geneva: IEC, 2007-05.
41. International standard IEC 61543. Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use. Electromagnetic compatibility. First edition. — Geneva: IEC, 1995-04.
42. International standard IEC 61543-am1. Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use. Electromagnetic compatibility. Amendment 1. First edition. — Geneva: IEC, 2004-08.
43. International standard IEC 61543-am2. Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use. Electromagnetic compatibility. Amendment 2. First edition. — Geneva: IEC, 2005-11.



Э.А. Киреева

## КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ ХИЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

**П**о данным Энергонадзора практически в каждом из регионов в течение календарного года расхищается от 30 до 50 % отпущенной потребителю электроэнергии.

Борьба с хищениями стала одной из главных проблем для региональных энергетических компаний. Поэтому перед производителями электротехнического оборудования сегодня стоит нелегкая задача — выпустить такие приборы, которые позволят не только зафиксировать факты хищений, но и предотвратить их. Так, специалистами концерна «Энергомера» разработаны и запущены в серийное производство две модификации двухэлементных однофазных счетчиков ЦЭ6807Б с двумя датчиками тока (один в цепи фазы, другой в цепи нуля). Двухэлементный счетчик ЦЭ6807Б-Д2 сохраняет класс точности как при шунтировании токовой цепи, так и при изменении фазировки подключения. При выявлении хищения на лицевой панели счетчика появляется соответствующая индикация. В модификации ЦЭ6807Б-Д3 при попытке хищения (при разнице токов в фазной и нулевой цепи более 300 мА) счетчик выходит из класса точности в плюс, и попытка хищения приносит потребителю убытки.

Компания «Флавир» запатентовала и вывела на рынок новые автоматические выключатели с возможностью опломбировки марки ЭКФ. Теперь пустить электроэнергию в обход учетным устройством, подключив вводной автомат напрямую, не представляется возможным. Кроме того, опломбировка каждого автомата, идущего на квартиру, предотвращает соблазн увеличить количество фидеров. Необходимо также отметить, что срыв пломбы может служить явным доказательством несанкционированного подключения и причиной возбуждения уголовного дела. Это облегчит работу Энергонадзора по вопросу хищения электроэнергии и поможет в борьбе с недобросовестными потребителями.



Выключатель ВА47-63



Счетчик ЦЭ6807Б

**ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ  
PUK-WERKE KG  
РАСШИРЯЕТСЯ.  
ПОСЛЕ ВЫСТАВКИ  
«ЭЛЕКТРО 2007» СТАЛА  
БОЛЕЕ ПОПУЛЯРНОЙ**

До и во время выставки «Электро 2007» в Москве, немецкий производитель кабеленесущих систем PUK-Werke KG получил большое количество запросов по креплению высоковольтных одножильных кабелей. Для того, чтобы обеспечить надежное крепление одно- и многожильных кабелей к несущим конструкциям, компания PUK-Werke KG решила сотрудничать с производителем таких кабельных хомутов. Сейчас компания PUK-Werke KG является официальным дистрибьютором немецких кабельных хомутов для высоковольтных кабелей на российском рынке. Вся продукция предлагаемая компанией PUK-Werke KG сертифицирована для российского рынка. Мы считаем, что такое соединение дает нашим клиентам уникальную возможность, получить специальные хомуты вместе с тяжелыми кабельными трассами для промышленности из одних рук. Кабеленесущие системы PUK-Werke KG вместе с хомутами для высоковольтных кабелей составляют необходимый альянс для промышленных проектов в России.

<http://380v.net/>

**НОВЫЙ МЕТОД  
ПОДГОТОВКИ  
ПОВЕРХНОСТИ  
ПРОВОЛОКИ И ЖИЛ  
КАБЕЛЯ**

Компания Woockmann GmbH (Германия) предлагает новый метод подготовки поверхности проволоки и жил кабеля, получивший название Helicord Process. Этот метод состоит в том, что шнур или корд наматывается вокруг проволоки или жил кабеля с регулируемым натяжением и скоростью. При этом создается многократный 360° контакт при контролируемом трении с постоянно возобновляемым кордом, что гарантирует надежную подготовку поверхности проволоки или жилы. Разница в трении и скорости корда и проволоки позволяет прогнозировать параметры и рассчитывать результаты подготовки поверхности. Этот процесс может иметь широкое

>> 40

Полезность автоматов с опломбировкой сложно переоценить. С этим согласны контролирующие и распределяющие органы энергетики: Энергонадзор, Энергосети и Энергосбыт. В эпоху всеобщей экономии энергии и энергосберегающих технологий ноу-хау компании «Флавир» особенно актуально, о чем свидетельствуют заинтересованные энергораспределяющие структуры, и позволяет с легкостью выполнять требования ПТЭЭП.

Основные преимущества автоматического выключателя с опломбировкой марки ЭКФ:

- Наличие опломбировочных панелей для защиты от несанкционированного доступа к проводникам.
- Эффективный зажим с допуском ширины динрейки, позволяющий без усилий установить автомат на любую динрейку с отключениями по ширине.
- Наличие профильного углубления для обеспечения естественной вентиляции, что способствует охлаждению автоматов при установке их в ряд.
- Конструкция усилена дополнительным соединением, что предотвращает расхождение корпуса при затягивании клеммного зажима.
- Наличие индикаторного окошка состояния.
- Эргономичная конструкция и наличие автоматической доводки рукоятки управления (эффект подпружинивания).
- Эксклюзивный дизайн, аналогов которого нет на российском рынке.
- Гарантийные обязательства составляют 5 лет.
- Срок эксплуатации автоматического выключателя составляет более 20 лет.

**Литература**

1. Каталог ОАО «Концерн «Энергомера», 2007.
2. Каталог ООО «Электротехническая компания «Флавир», 2007.
3. Хищение будет наказано. «Энерго INEA», №5, 2007.

НОВОСТИ

**ПОДОЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ ВЗЯЛ КУРС  
НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

21 сентября 2007 года в рамках проекта масштабной реконструкции подольского «Водоканала» состоялось открытие обновленного водозаборного узла «Турист». Он оснащен шестью насосами Grundfos. Такое решение уже позволило уменьшить энергопотребление системы на 15%. Водозаборный узел, который состоит из четырех основных и двух резервных насосов серии TP мощностью по 110 кВт каждый, будет обслуживать крупные районы Подольска («Силикатные»). Ранее шесть устаревших агрегатов мощностью по 150 кВт при одновременной работе справлялись с потребностями района менее эффективно.

Как сообщили в пресс-службе компании ООО «Грундфос», также были упрощены процессы управления: все оборудование при помощи шкафов управления сведено в единую сеть и контролируется из диспетчерского пункта в режиме on-line. «Турист» стал первым начинанием в рамках проекта реконструкции «Водоканала», включающего полную модернизацию шести водозаборных узлов.

На данное время МУП «Водоканал» с успехом обслуживает около 1000 предприятий и более 5000 потребителей жилого сектора (многоэтажных домов и частных строений), в общей сложности — свыше 300 тыс. человек. В общем система водоснабжения Подольска включает 97 артезианских скважин, 13 насосных станций второго и третьего подъема, 17 подкачивающих станций, станцию обезжелезивания воды и водопроводную сеть протяженностью более 320 км. Ежедневно в город подается более 110 тыс. м<sup>3</sup> питьевой воды, и потребности в ней постоянно растут.

[www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru)





## ДИЗЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: ОБЩИЙ ПОРЯДОК МОНТАЖА

**П**равильно выбрать дизельную электростанцию и купить, это еще не значит, что она будет правильно и долго работать. Необходимо знать основные правила эксплуатации и требования по монтажу дизельных электростанций и уметь это делать.

### Типовые требования и рекомендации по размещению дизельной электростанции в помещении

1. Помещение для установки дизельной электростанции должно быть отапливаемым, температура внутри не должна опускаться ниже +5°C. В помещении должны быть обеспечены меры противопожарной безопасности, электробезопасности и меры по соблюдению санитарных норм.

2. Размеры помещения для установки дизельной электростанции должны обеспечить возможность заправки топливом, смены масла, обслуживания и ремонта. Дверной проем должен иметь достаточные размеры для монтажа и демонтажа при капитальном ремонте. Зона обслуживания дизельной электростанции составляет не менее 1 м от дизельного генератора.

3. Для облегчения ремонтных работ дизель-генератора рекомендуется установка ручной или электрической тали (тельфера), расположенного над дизельным генератором по его продольной оси.

4. При размещении дизельного генератора необходимо учесть, что между стеной и радиатором устанавливается мягкая вставка (в комплект поставки не входит) для предотвращения передачи вибрации от дизель-генератора стене помещения и исключая попадание горячего воздуха обратно в помещение.

5. Помещение для дизель-генераторной установки должно иметь проемы в наружных стенах для притока наружного воздуха (используется для горения и охлаждения дизеля и генераторного блока и радиатора системы жидкостного охлаждения двигателя) и отвода горячего воздуха наружу. Проемы для притока и удаления воздуха должны быть защищены от дождя и снега (козырьки, жалюзи и т.п.). Площадь проема для удаления воздуха соответствует площади решетки радиатора дизельного генератора (..... м<sup>2</sup>). Площадь проема для притока в 2 раза больше площади решетки радиатора.

6. Для отвода выхлопных газов должна быть установлена выхлопная труба (в комплект поставки не входит), которая должна соединяться с глушителем дизель-генератора. Труба для отвода выхлопных газов должна через отверстие в стене выходить наружу. Выхлопную трубу необходимо оборудовать конденсато-отстойником, расположив его в самой низкой части трубы внутри помещения. Выполнение сварочных работ на дизельном генераторе запрещено, соединения труб производятся хомутами или фланцами.

7. Фундамент под установку дизельного генератора должен иметь массу не менее 1,5 массы устанавливаемого оборудования (..... кг) и уложен на изоляционные материалы. Фундамент не должен быть связан с несущими конструкциями здания. Дизельную электростанцию необходимо установить на анкера. Анкера исключают продольное перемещение дизельной электростанции, их перетяжка запрещена.

8. Поверхность площадки для установки дизельной электростанции должна быть ровной и горизонтальной.





Наличие неровностей приведет к деформированию рамы дизельной электростанции в процессе эксплуатации и повреждению основных блоков, а также срабатыванию датчика уровня масла.

9. Для укладки силовых и коммутационных кабелей в полу должны быть предусмотрены кабельные каналы. Для ввода кабелей в помещение электрощитовой должны быть выполнены отверстия в соответствии с диаметром кабелей и требованиями ПУЭ по прокладке силовых кабельных линий.

10. Для подключения дизельной электростанции должен быть установлен распределительный щит с входным и выходным защитными автоматами (в комплект поставки не входит) для подключения блока управления и коммутации нагрузки дизельной электростанции.

11. В помещении электрощитовой должно быть предусмотрено место для установки настенного Блока управления и коммутации нагрузки ATS (АВР). Размеры блока: ширина — ... мм, высота — ... мм, глубина — ... мм (размеры могут быть изменены). Блок коммутации нагрузки соединяется с дизельной электростанцией силовым и информационным кабелями в соответствии со схемой, входящей в состав документации.

12. Распределительный щит и ATS (АВР) устанавливаются рядом.

## Подготовка к эксплуатации дизельной электростанции

Одним из важных этапов проектирования системы гарантийного электроснабжения является выбор места будущей эксплуатации дизельной электростанции (дизель-генераторной установки или ДГУ).

При этом необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- достаточная приточно-вытяжная вентиляция дизельного генератора;
- защита дизельного генератора от воздействия факторов внешней среды, в том числе атмосферных осадков;

- защита дизельного генератора от чрезмерно высоких или низких температур;

- защита дизельного генератора от прямых солнечных лучей и возможного проникновения воды при весенних наводнениях и паводках;

- защита дизельного генератора от проникновения воздушных примесей и взвесей, в том числе строительной пыли, дыма, копоти, выхлопных газов, химических веществ и др.

Для эффективного охлаждения дизель-генераторной установки, а также свободного доступа к его основным узлам свободное пространство вокруг дизельного генератора должно быть не менее 1 м по периметру и 1,5 м сверху; при монтаже дизельного генератора в закрытом помещении необходимо предусмотреть свободный проход для доставки дизель-генераторной установки к месту будущей эксплуатации.

Необходимо предусмотреть ограничение доступа посторонних лиц в помещение или на территорию, где установлен дизель-генератор.

При размещении дизель-генераторной установки на открытых площадках необходимо предусматривать всепогодный шумозащитный кожух или контейнер (дизельный генератор в контейнере «Север»). Шумозащитные кожухи также могут быть полезны при временной установке дизельной электростанции в помещении или за его пределами.

## Фундамент и крепление дизельной электростанции

Все дизельные электростанции поставляются нами в собранном виде. Их силовые агрегаты (двигатель, генератор) расположены соосно и смонтированы на жесткой металлической раме (станине), являющейся основанием дизель-генераторной установки.

При монтаже электроустановки она должна быть жестко закреплена на правильно подготовленном фундаменте. Крепление производится с помощью анкерных болтов через установочные отверстия основания дизель-генераторной установки. Идеальным фундаментом является железобетонная подушка. Она обеспечивает жесткую опору, предотвращает проседание агрегата и распространение вибраций.

Длина и ширина фундамента должны соответствовать габаритным размерам ДГУ, а глубина должна быть не менее 150-200 мм. Поверхность земли или пола под ним должна быть правильно подготовлена и иметь структуру, способную выдержать вес фундамента с агрегатом.

При установке дизель-генераторной установки в помещениях необходимо учитывать требования соответствующих строительных правил. Конструкции зданий должны позволять выдерживать нагрузку, соответствующую весу фундамента, оборудования, дополнительных аксессуаров и максимального запаса топлива.

При существовании опасности проникновения воды в помещение эксплуатации дизель-генераторной установки (например, при установке агрегата в котельной) подушка фундамента должна быть приподнята над уровнем пола.

## **Вибрация дизельной электростанции не нужна**

Для минимизации распространения механических вибраций при работе двигателя дизельный генератор снабжен амортизаторами. Амортизаторы агрегатов малой и средней мощности расположены между установочными опорами вибрирующих узлов (двигатель, генератор) и металлической рамой (станиной), являющейся основанием дизель-генераторной установки. При их монтаже производится жесткое соединение основания дизель-генераторной установки и бетонного фундамента. В дизельных генераторах большой мощности двигатель и генератор жестко закреплены на основании, а амортизаторы поставляются отдельно. Их установка производится между станиной и бетонным фундаментом при монтаже дизель-генераторной установки на месте будущей эксплуатации. В любом случае, дизель-генератор должен быть надежно закреплен на фундаменте для предотвращения его перемещений во время работы.

Для уменьшения вибраций также предусмотрены гибкие соединения топливных трубопроводов, системы отвода выхлопных газов (сильфон), выпускного воздухопровода радиатора охлаждения, электрических силовых и управляющих кабелей, а также других внешних вспомогательных устройств.

## **Приток холодного воздуха дизельной электростанции необходим**

Воздух, поступающий в камеру сгорания дизельного двигателя, должен быть чистым, свежим и как можно более холодным. Обычно это воздух, непосредственно окружающий агрегат и всасываемый через установленный на дизельном двигателе воздушный фильтр. Однако, в некоторых случаях, ввиду высокой запыленности, загрязненности или высокой температуры, воздух вокруг агрегата является непригодным для камеры сгорания. В этих случаях устанавливается дополнительный впускной воздухопровод. Он идет от источника чистого воздуха, например, внешней стены здания, к установленному на двигателе воздушному фильтру.

Эксплуатация дизель-генераторной установки без воздушного фильтра не рекомендуется, так как увеличивается риск проникновения механической пыли, грязи и др. инородных предметов внутрь дизельного двигателя через воздухопровод.

## **Охлаждаем дизельную электростанцию**

В процессе работы дизель-генераторная установка является мощным источником тепла. Ее наиболее тепловыделяющими элементами являются двигатель, электрогенератор, а также выпускной коллектор. Это может привести к повы-

шению температуры в помещении эксплуатации агрегата и негативно сказаться на его производительности.

Для предотвращения негативных последствий помещение должно быть оборудовано соответствующей системой приточно-вытяжной вентиляции, способной отводить выделяемое тепло. При ее проектировании необходимо правильно ориентировать воздушный поток. Воздух должен поступать в комнату со стороны электрогенератора, проходить вдоль дизельного двигателя, затем сквозь радиатор системы охлаждения и в итоге выбрасываться вентилятором за пределы помещения через воздухопровод. При отсутствии отвода горячего воздуха наружу будет происходить его рециркуляция, и эффективность системы охлаждения резко снизится. Впускное и выпускное воздушные отверстия должны быть достаточного размера (это рассчитывается нашим сервис-инженером на основании данных по дизельному генератору и помещению) для обеспечения свободного воздушного потока как внутрь помещения, так и за его пределы. Их площадь должна быть как минимум в полтора раза больше площади радиатора дизель-генераторной установки.

Рекомендуется выбирать расположение дизельного генератора в помещении таким образом, чтобы выходящий из радиатора системы охлаждения воздух выбрасывался непосредственно наружу через воздухопровод, соединяющий радиатор с отверстием в наружной стене. Для уменьшения длины воздухопровода двигатель должен располагаться как можно ближе к наружной стене. Если воздухопровод слишком длинный, то более эффективным решением будет применение выносного радиатора. При этом сопротивление выходящего потока воздуха не должно превышать величину допустимого статического давления вентилятора.

Для соединения радиатора дизельного генератора с неподвижным выпускным воздухопроводом необходимо использовать гибкий переходной воздухопровод, изготавливаемый из специального материала. Его длина должна обеспечивать достаточную виброизоляцию и относительную свободу перемещения дизельного генератора.

## **Выхлопные газы — что с ними делать**

Отвод выхлопных газов дизельного двигателя должен осуществляться наружу через правильно спроектированную выпускную систему, которая не создавала бы излишнего противодавления на двигатель.

К выпускному трубопроводу системы отвода выхлопных газов, либо внутри, либо снаружи, следует подсоединить подходящий глушитель.

Чтобы понизить излучение, следует изолировать компоненты выхлопной системы, расположенные внутри помещения. Внешний конец трубы следует обрезать под углом 60° к горизонтали или оборудовать дождевой заслонкой, чтобы предотвратить попадание в выпускную систему дождя или снега. Если здание оборудовано системой детектирования дыма, выпускное отверстие следует разместить так, чтобы оно не мешало работе дымовой тревоги.

В общем случае, не рекомендуется совмещать выпуск отработавших выхлопных газов дизельного двигателя с дымоходом печи или другого оборудования, так как есть опасность того, что вызванное одной системой противодействие отрицательно повлияет на работу других. К такому совместному использованию вытяжки следует прибегать только, если это не повредит производительности двигателя или любого другого оборудования, использующего общую вытяжку.

Для отвода выхлопных газов за пределы помещения применяют установочный комплект глушителя, включающий в себя:

- стеной термокомпенсатор;
- колено трубопровода;
- защитный внешний козырек.

Стоит, однако, заметить, что прямые трубы выхлопной системы и стержни опорных кронштейнов не входят в заводскую поставку. Дополнительное снижение уровня шума достигается при использовании специального сочетания глушителей. Если этого недостаточно для удовлетворения требований заказчика, помещение может быть оборудовано специальными устройствами аттенуаторами (размеры и компоновка рассчитываются), а стены покрыты звукоизолирующим материалом.

При разработке выхлопной системы необходимо строго следовать требованию «Не превышать допустимого обратного давления, установленного производителем дизельного двигателя». Избыточное обратное давление существенно уменьшает его выходную мощность, срок службы и увеличивает расход топлива.

Для уменьшения обратного давления выхлопная система должна быть как можно более короткой и прямой. Радиус закругления любого соединительного колена должен быть как минимум в 1,5 раза больше его внутреннего диаметра.

Конструкция выхлопной системы дизельного генератора длиной свыше 3 м должна утверждаться заводом-изготовителем или его представителем.

## **Комплекс работ по вводу в эксплуатацию дизельной электростанции**

Проект, прошедший экспертизу и согласование со всеми заинтересованными организациями (заказчик, Энергонадзор, Госпожнадзор, Экология и т.п.), — зачастую этот пункт не столь необходим, а его стоимость может быть существенной.

### **Строительно-монтажные работы:**

- Строительство помещения дизель-генераторной установки или переделка в соответствии с проектом уже существующего помещения.
- Устройство фундамента под дизель-генератор (отдельно стоящий, изолированный от несущих конструкций здания) или устройство площадки под контейнерную дизель-генераторную установку.

- Монтаж дизель-генератора на фундамент.
- Устройство проемов под жалюзи и выхлопной трубопровод.
- Монтаж вспомогательного оборудования (впускные и выпускные жалюзи, глушитель газовыхлопа, дополнительный бак).
- Изготовление и монтаж выхлопного трубопровода и трубопровода обвязки дополнительного бака (если есть).
- Испытание и сдача заказчику работ.

### **Электромонтажные работы:**

- Монтаж шкафа ATS (АВР), защитных автоматических выключателей, ручных переключателей, электроприводов жалюзи.
- Подключение дизельного генератора к шкафу ATS (АВР) — силовой и контрольный кабель (в каналах, коробах, воздушные линии или траншеях в зависимости от проекта) с установкой наконечников, в случае необходимости. Маркировка кабеля.
- Подготовка подключения ATS (АВР) к сети — устройство силового кабеля с постановкой наконечников, сборка схемы подключения (без подключения к сети). Маркировка кабеля.
- Подключение электроприводов жалюзи к дизельной электростанции (ДЭС), устройство кабеля в коробах, по лоткам, в кабельных каналах — в зависимости от проекта. Маркировка кабеля.
- Устройство контура заземления или подключение дизель-генератора к существующему контуру заземления.
- Проведение испытаний кабельных линии и контура заземления и сдача работ заказчику и заинтересованным организациям.

### **Пуско-наладочные работы:**

- Контроль соответствия выполненных работ проекту. Контроль сдаточной документации.
- Проверка правильности электрических соединений, прозвонка при необходимости.
- Контроль заправки дизель-генератора рабочими жидкостями (масло, тосол, дизельное топливо, электролит в аккумуляторных батареях).
- Подключение дизель-генераторной установки (ДГУ) к сети.
- Проведение проверок в соответствии с ПУЭ, требованиями завода-изготовителя.
- Проведение испытания ДГУ на всех режимах со снятием характеристик (регулировка выходных характеристик, в случае необходимости).
- Сдача работ заказчику с оформлением актов ввода ДЭС в эксплуатацию.
- Инструкции заказчику о правилах и приемах работы с ДЭС.

По информации [www.mashportal.ru](http://www.mashportal.ru)



**Э.А. Киреева  
М.Ю. Шкарупилов**

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРУЙНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ВМЕСТО ПАРОВОДЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

**В** настоящее время на станциях аэрации для эксплуатации пароводяные теплообменники (трубчатые, системы отопления используются поверхностного типа), сетевой насос и узел подпитки.

С каждым годом все острее стоят вопросы надежности, экономичности, долговечности и безопасности оборудования и создании энергосберегающих и экологически чистых технологий. В связи с этим предлагается внедрить блок из трансзвуковых струйных аппаратов (ТСА) «Фисоник» для эксплуатации в системе отопления вместо пароводяных теплообменников.

Трансзвуковой струйно-форсуночный аппарат «Фисоник» — это тепловая машина, использующая энергию пара для перекачивания и нагрева жидкости без применения дополнительных источников энергии. «Фисоник» является теплообменным аппаратом контактного типа, в котором осуществляется нагрев воды. При этом давление на выходе из аппарата значительно превышает давление на входе.

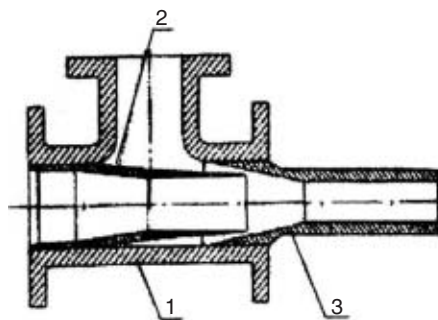
Используется в системах отопления и горячего водоснабжения вместо традиционных теплообменников (бойлеров) и насосов. Возможно применение для получения различного вида эмульсий с добавочным нагревом, например, для подготовки мазута перед сжиганием, обеспечения его транспортировки. При этом давление воды на выходе

из аппарата значительно превышает давление на входе. В основу работы устройства «Фисоник» положено явление повышенной сжимаемости однородных двухфазных потоков (скорость звука в таких потоках много меньше не только скорости звука в жидкости, но и скорости звука в газе).

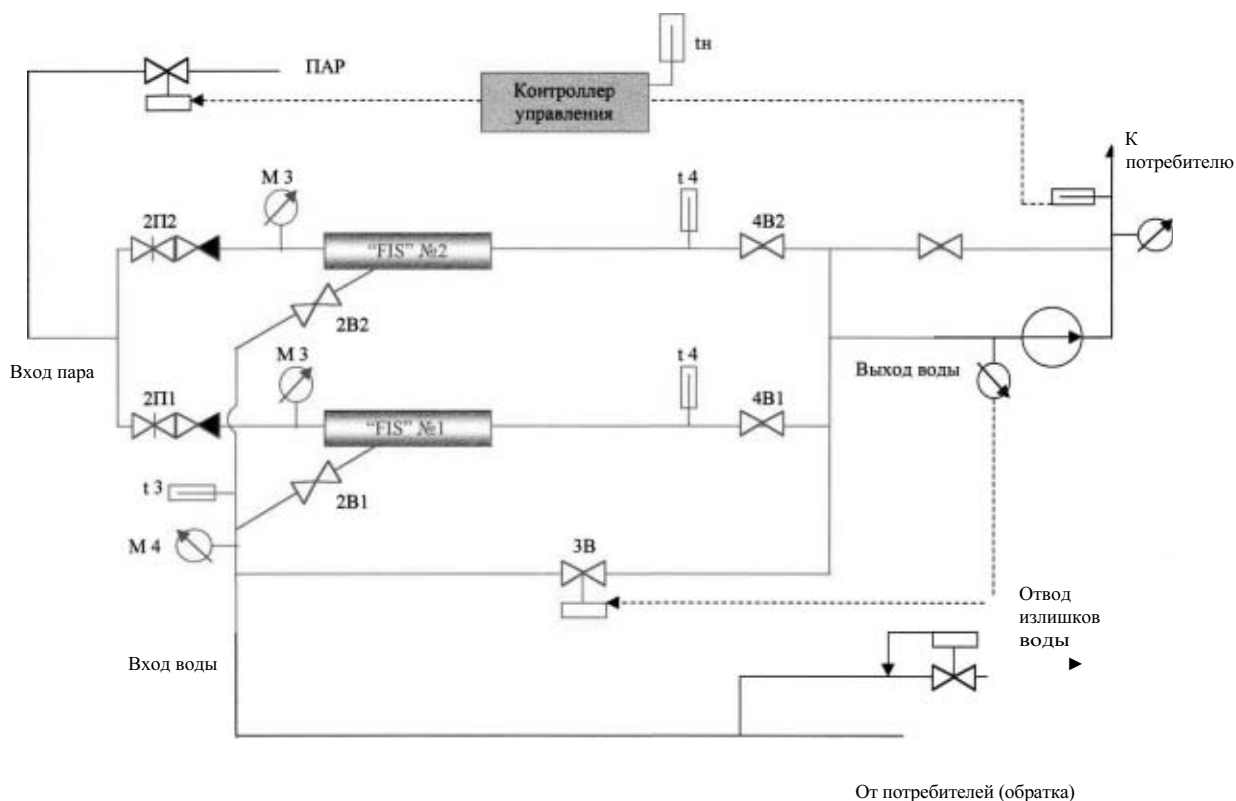
Конструкция проточной части устройства показана на рис. 1.

Устройство состоит всего лишь из трех (или даже двух) частей. 1 — корпус — стандартный тройник;

2 — сопло для рабочего тела (это может быть пар, газ или жидкость); 3 — камера смешения. В том случае, когда камера смешения является одновременно корпусом, устройство состоит из корпуса и рабочего сопла 2.



**Рис.1**



**Рис. 2**

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики теплообменников при одной тепловой мощности; ПП2—9-7-ГУ (традиционный и наиболее ранний в нашей стране трубчатый теплообменник поверхностного типа) и «Фисоника».

Регулирование тепловой мощности теплообменника может осуществляться тремя способами:

- Качественное регулирование: расход воды постоянный  $G = \text{const}$ , перепад температур переменный  $dT = \text{var}$ .
- Количественное регулирование  $dT = \text{const}$ ,  $G = \text{var}$ .
- Смешанное регулирование  $dT = \text{var}$ ,  $G = \text{var}$ .

Тепловая нагрузка (так же, как и расход пара) является линейной функцией давления пара, что делает простым алгоритм регулирования тепловой нагрузки устройства: с увеличением температуры наружного воздуха увеличивается температура прямой (и обратной линии) по сравнению с заданной.

При этом уменьшается подача пара на устройство и наоборот. Принципиальное отличие от регулирования нагрузки с поверхностным теплообменником состоит в отсутствии перерегулирования, а значит и перерасхода

**Таблица 1**

Фирма, наименование теплообменника	Тепловая мощность, Гкал	Производительность, м.куб/час	Величина подогрева, °С	Создаваемый напор, Н.м.вод.ст.	Диапазон регулир. мощности, %	Масса подогревателя, кг	Энергоемкость, МВт/кг	Габаритные размеры, мм	Гарантийные обязательства, лет	Срок службы, лет
«Фисоник» ДУ40	1,48	3—16	2—120	0—250	22—150	2,5—4,5	0,6—0,3	145×227	5	30
Подогреватель пароводяной ГОСТ 28679-90 ПП2-9-7-IV	1,31	18,1	80			485	0,003	Диам. 325×3590	1,5	15



Таблица 2

Типоразмеры аппаратов «Фисоник», их производительность и тепловая мощность

Типоразмер, Д	25	40	50	65	80	100
Производительность, т/ч	0,5—5	3—16	8—30	15—70	30—125	40—180
Тепловая мощность, Гкал/час	0,02—0,5	0,08—1,5	0,2—2,5	0,4—4,4	1,6—10,2	2,4—20

топлива, т.к. процесс теплообмена в аппарате «Фисоник» является безинерционным.

В отличие от поверхностных теплообменников, аппараты «Фисоник» в принципе исключают возможность перетопа и связанных с этим потерь тепла.

Известно, что существующие струйные аппараты из-за недостаточной изученности процессов, в них происходящих, очень часто при незначительных внешних возмущениях переходят в неустойчивый режим работы, что грозит гидроударами и другими неприятными последствиями, такими как опрокидывание и прекращение циркуляции.

Предлагаемые аппараты спроектированы и изготовлены таким образом, что работают устойчиво во всем диапазоне режимных параметров. Если по какой-либо причине происходит несбалансированное с количеством воды поступление пара или возрастает противодавление по сравнению с расчетным, опрокидывание и прекращение циркуляции не происходит, аппарат самопроизвольно переходит в режим малой циркуляции — 20% — от номинальной, но циркуляция прекращается, а запас устойчивости работы аппаратов увеличивается, т.к. снижением расхода гидравлическое сопротивление сети уменьшает пропорционально квадрату уменьшения расхода, а аппараты рассчитаны так, что их напор при переходе на малую циркуляцию увеличивается. Исходя из опыта работы заказчиков, срок окупаемости аппаратов «Фисоник» составляет сегодня один отопительный сезон, но и этот небольшой срок будет снижаться, т.к. тарифы на топливо и электроэнергию растут, а цены на аппараты с ростом объема их производства уменьшаются.

Изготавливаемый мощностной ряд (таблица 2) обеспечивает широкие возможности применения аппаратов «Фисоник» как при производстве тепла (ТЭЦ, большие котельные), так и при его распределении (системы отопления отдельных зданий и сооружений).

#### Технические характеристики

- Давление пара на входе — до 10 кгс/см. кв.
- Давление воды на входе — до 40 кгс/см. кв.
- Давление воды на выходе — до 200 м. в. с.
- Создаваемый напор — до 25 кгс/см<sup>2</sup>

**Основные расчетные технические данные, термодинамические составляющие теплоносителя. График теплосети, условия работы блока ТСА «Фисоник»**

Давление пара перед блоком ТСА — 5 кгс/см<sup>2</sup>;  
 Энтальпия пара — 650 ккал/кг°С;  
 Температура пара — 152°С;  
 Давление воды в «прямом» трубопроводе — 8 кгс/см<sup>2</sup>;

Давление воды в «обратном» трубопроводе (на всасе сетевого насоса) — 4 кгс/см;

Тепловая мощность (общая) блока ТСА — 40 Гкал/час;  
 Температура конденсата — 104°С;

КПД скоростных пароводяных теплообменников — 90%;  
 Расчетный график теплосети — 70/125°С.

Управление (включение / отключение) каждого из находящихся в блоке ТСА «Фисоник» — дистанционное.

#### Технико-экономическое обоснование от внедрения ТСА «Фисоник»

Схема отопления смонтирована на 8-ми ТСА «Фисоник» общей производительностью по отопительной воде 667 м<sup>3</sup>/час. Общая тепловая мощность — 40 Гкал.

Нагрев отопительной воды согласно температурного графика.

$n_1 = 205$  — продолжительность отопительного сезона (в сутках);

$t_i = -3,2^\circ\text{C}$  — среднестатистическая температура наружного воздуха отопительный сезон для Москвы и области;

$t_{\text{обр}}/t_{\text{нп}} = 50/82^\circ\text{C}$  — температура «обратной» и «прямой» отопительной воды при  $t_i = -3,2$  и  $t_{\text{вн}} = +18$ .

#### Расчет экономической эффективности от внедрения блока ТСА «Фисоник» ведется с привязкой к двум температурам наружного воздуха:

$-26^\circ\text{C}$  и соответственно  $t_{\text{нп}} = 130^\circ\text{C}$   
 $t_{\text{обр}} = 70^\circ\text{C}$   
 $\Delta t = 60^\circ\text{C}$

$-3,2^\circ\text{C}$  и соответственно  $t_{\text{нп}} = -82^\circ\text{C}$   
 $t_{\text{обр}} = 50^\circ\text{C}$   
 $\Delta t = 60^\circ\text{C}$

Расход греющего пара при работе схемы на пароводяных теплообменниках: при  $-26^\circ\text{C}$ :

$$Gn_1 = \frac{Q}{(i_n - i_k)n_{m/o}} = \frac{40 \times 10^6}{(650 - 104) \times 0,96} = 76,3 \text{ тн / час.}$$

где  
 $i_k = t_{\text{конд}} = 104^\circ\text{C}$   
 $n_{m/o} = 0,96$

Расход греющего пара при работе схемы на ТСА «Фисоник» при  $-26^\circ\text{C}$ :

$$Gn_2 = \frac{Q}{i_n} = \frac{40 \times 10^6}{650} = 61,5 \text{ тн / час.}$$

32 <<

применение, например: очистка поверхности проволоки и жилы от мелких частиц металла, заусенцев. Нанесение жидкостей или плавких присадок для получения равномерных тонких слоев антиадгезивов, антиоксидантов, грунтовочных слоев и других технологических материалов. Очистка растворителями или другими жидкостями поверхности сплошных или многопроволочных жил и пластмассовых или металлических оболочек. Результаты опытной эксплуатации показали, что процесс Helicord может заменить малоэффективные или дорогостоящие и энергоемкие методы подготовки поверхностей, такие как ультразвуковая очистка или очистка потоком воздуха. Машина для очистки поверхности проволоки и жил кабеля методом Helicord, а также несколько образцов корда будут демонстрироваться на выставке IWCS 2007, которая состоится в ноябре 2007 года в Орландо, штат Флорида, США.

<http://380v.net/>

**ЯКУШЕВ: «НУЖНО ПОДДЕРЖАТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АККУМУЛЯТОРОВ»**

«Необходимо определить первоочередные меры организационно-правового, экономического и финансового характера, которые должны привести к повышению конкурентоспособности отечественного производства аккумуляторов. Это цель совещания, которое планируется провести в ноябре в Тюмени», — сказал Якушев. По словам губернатора, ввиду очень низких ввозных пошлин на запчасти и комплектующие к аккумуляторным батареям представители теневого сектора экономики занимаются ввозом в нашу страну комплектующих и сбором аккумуляторов низкого качества и с низкой ценой. Ежегодно в Россию ввозится, по его словам, более 3 млн «серых» аккумуляторов. «Это приводит к тому, что наша аккумуляторная промышленность оказывается в неконкурентном положении к иностранным производителям», — подчеркнул он.

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

>> 43

Экономия пара на этом режиме при  $-26^{\circ}\text{C}$

$$\Delta G_n = G_{n_1} - G_{n_2} = 76,3 - 61,5 = 14,8 \text{ тн/час.}$$

**Расчет экономической эффективности от внедрения блока ТСА «Фисоник» с привязкой к температуре наружного воздуха  $-3,2^{\circ}\text{C}$ :**

Расход греющего пара при работе схемы на пароводяных теплообменник:

$$G_{n_1} = \frac{G_B \times \Delta t}{(i_n - i_k) n_{m/o}} = \frac{667 \times 10^3 \times 32}{(650 - 104) \times 0,96} = 40,7 \text{ тн/час,}$$

где

$$G_B = Q / \Delta t = 40 / 50 = 667 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Расход греющего пара при работе схемы на ТСА «Фисоник»:

$$G_{n_2} = \frac{G_B \times \Delta t}{i_n} = \frac{667 \times 10^3 \times 32}{650} = 32,8 \text{ тн/час.}$$

Экономия пара на этом режиме при  $-3,2^{\circ}\text{C}$ :

$$\Delta G_n = G_{n_1} - G_{n_2} = 40,7 - 32,8 = 7,9 \text{ тн/час.}$$

**Итак min экономический эффект при работе ТСА «Фисоник» в сравнении с пароводяными теплообменниками составляет за отопительный период:**

$$N = \Delta G_n \times n_i \times t = 9,5 \times 205 \times 24 = 38868 \text{ тн.}$$

Второй главнейшей составляющей экономического эффекта от внедрения ТСА «Фисоник» является факт отсутствия дорогостоящих и затяжных ремонтов любого типа: капитальных, средних, текущих, аварийных. В практике эксплуатации ТСА «Фисоник» указанные ремонты просто отсутствуют.

Экономический эффект в денежном выражении легко подсчитать, располагая стоимостью: себестоимостью пара, стоимостью ремонтных материалов и зарплатой ремонтников.

**Отсюда преимущества устройства как теплообменника перед всеми существующими аналогами:**

- простота конструкции и эксплуатации;
- малые габариты и масса — высокая энергоемкость;
- высокая экономичность;
- низкие капитальные затраты при использовании устройства;
- высокая надежность и долговечность;
- удобство и простота обслуживания, включая ремонтпригодность;
- широкая область применения;
- большой диапазон регулирования внешней нагрузки;
- возможность выполнять наряду с функцией теплообменника функции насоса во всем диапазоне нагрузок при использовании устройства в системах отопления и горячего водоснабжения;
- кроме функции теплообменника и насоса устройство одновременно может выполнять функции смесителя, гомогенизатора, дозатора, пастеризатора, деаэратора, вакуумного насоса и др.

**Вывод**

Использование ТСА «Фисоник» для нагрева и повышения давления питательной и сетевой воды дает возможность отказаться от пароводяных подогревателей и насосов и повысить эффективность использования пара.



**А. Ф. Молочко,**  
директор,  
**А. В. Трич,**  
заведующий лабораторией,  
**БЕЛТЭИ, Минск**

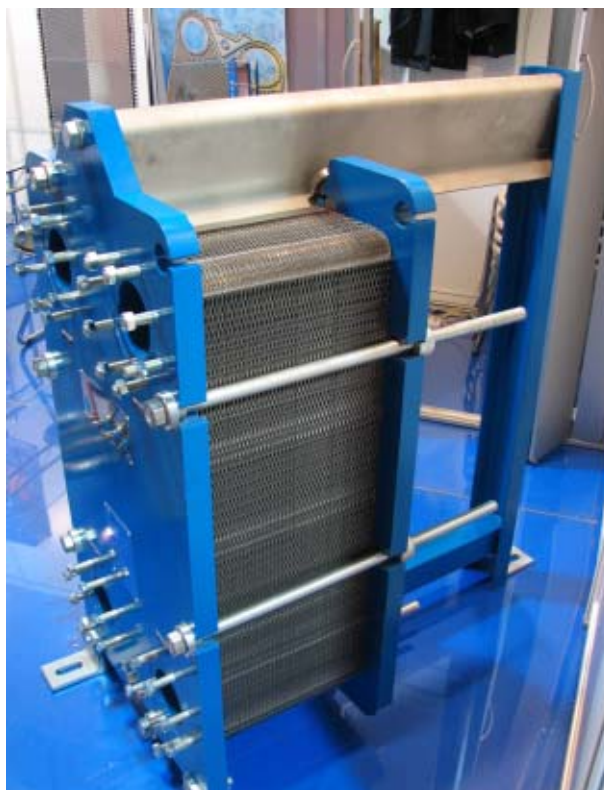
## НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ОТЛОЖЕНИЙ

**П**ри прохождении воды в межполисном пространстве магнитного аппарата в воде образуются зародыши центров кристаллизации, которые вызывают объемную кристаллизацию солей жидкости. В результате вместо накипи образуется тонкодисперсная взвесь, частицы которой, достигнув определенного размера, образуют шлам.

### **Анализ существующих способов очистки**

В настоящее время в теплоэнергетике основным теплоносителем является пресная вода, получаемая из природных источников и содержащая большое количество различных примесей — от растворенных минеральных солей до органических соединений. При работе теплообменного оборудования примеси выделяются в твердую фазу как в виде накипи (отложения непосредственно на поверхности), так и в виде шлама. Отложения вызывают ухудшение теплопередачи, что приводит к снижению эффективности работы оборудования (перерасходу топлива, перегреву металла и т.д.).

Для предотвращения образования отложений проводят предварительную химическую обработку воды, используемой в качестве теплоносителя, но данные мероприятия не обеспечивают 100% защиты от отложений. Поэтому в теплообменном оборудовании постоянно происходит образование различных отложений, ухудшающих его работу и требующих периодической очистки.



Фактически существует два принципиальных метода очистки теплообменного оборудования — физический и химический. Обязательными требованиями для всех применяемых методов является полное удаление отложений из очищаемого оборудования и сохранение целостности его конструкций. Эти требования должны выполняться в условиях безопасности для персонала, в приемлемые сроки, с минимальным воздействием на окружающую среду.

В настоящее время используются преимущественно химические методы — химические промывки. В частности, практически на всех котельных широкое применение для очистки поверхностей нагрева получил метод кислотной химической очистки ингибированной соляной кислотой с последующим щелочением. Но при этом необходимо учитывать, что соляная кислота хорошо и быстро растворяет только карбонатные отложения. Если в отложениях присутствуют сульфатные и силикатные соли, которые фактически не растворимы соляной кислотой, то для проведения химочистки в соляную кислоту необходимо добавлять фтористые соединения ( $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{HF}$ ). Как известно, фтористые соединения токсичны и, следовательно, возникают проблемы со сточными водами.

Кроме того, образование накипных отложений по периметру труб не равномерно. Обычно с «огневой» стороны их толщина в 2—3 раза больше. Следовательно, при проведении химической очистки кислотой часть поверхности труб очистится раньше и кислота будет реагировать с чистым металлом, подвергая его коррозии. Коррозионные процессы протекают более активно в заклепочных соединениях (в клепанных барабанах), вальцованных соединениях, сварных швах и т.д.

Иногда в экранных трубах конвективного пучка возникают так называемые «глухие пробки» из накипи длиной от 200 мм и более. При кислотной очистке наличие таких пробок приводит к необходимости замены труб.

Необходимо помнить, что проведение химических очисток теплоэнергетического оборудования требует строгого соблюдения техники безопасности, т.к. все применяемые реагенты в той или иной степени ядовиты, при работе могут вызвать химические ожоги, а при подогреве раствора — дополнительные тепловые. Необходимо также помнить, что при взаимодействии моющих растворов с отложениями и металлом оборудования выделяется водород, который в смеси с кислородом воздуха может привести к образованию легковоспламеняющейся и взрывоопасной «гремучей» смеси.

Около 30 лет назад был предложен способ борьбы с отложениями с помощью комплексонов, содержащих фосфоновые группировки —  $\text{PO}(\text{OH})_2$  и комплексонов, производных от комплексонов. Данный химический метод основан на образовании прочных комплексных соединений с кальцием, магнием, железом и некоторыми другими соединениями в результате постоянного ввода в теплоноситель комплексона. При нагревании до определенной температуры эти комплексы остаются в растворенном состоянии

и поэтому соединения кальция и магния не откладываются на поверхностях нагрева в виде накипи. Но необходимо учитывать, что в жесткой воде при температуре 120–125 °С комплексы распадаются.

Таким образом, несмотря на столь широкое распространение методов химических очисток теплообменных поверхностей, нельзя не отметить присущих им серьезных недостатков:

- необходимость остановки оборудования, сбора специальных промывочных схем с трубопроводами, арматурой, насосами и емкостями;
- расход дорогостоящих реагентов и воды для собственно промывок и последующих отмывок поверхностей нагрева;
- невозможность эффективной очистки оборудования из-за неравномерного распределения накипи по поверхности нагрева, как следствие — неполное удаление накипи;
- необходимость пассивации металлических поверхностей после химочистки;
- износ металла вследствие коррозионных процессов после трех-четырех химочисток;
- образование большого объема сточных вод, зачастую содержащих токсичные вещества.

Кроме того, с первого же дня эксплуатации оборудования после химической очистки накипь начинает образовываться снова.

В последнее время все большее внимание уделяется физическим методам очистки и защиты теплообменного оборудования и в частности с использованием ультразвуковых генераторов, электрогидроимпульсных аппаратов, магнитных устройств. Среди названных методов магнитная обработка обладает следующими преимуществами:

- простое и удобное обслуживание магнитных аппаратов;
- небольшие габаритные размеры установки;
- практически исключается загрязнение окружающей среды, за счет исключения использования химических реагентов;
- накипеобразование не только предотвращается, но и удаляется старая накипь;
- за счет образования тонкого слоя магнетита снижается скорость коррозии металла.

## Магнитный способ очистки

Обработка воды магнитным способом заключается в воздействии магнитных полей на поток воды. При прохождении воды в межполюсном пространстве магнитного аппарата при наличии ферромагнетиков (например, частиц железа — прим. ред.) в пересыщенном по накипеобразованию растворе (воде) образуются зародыши центров кристаллизации, которые начинают расти, вызывая объемную кристаллизацию солей жидкости. В результате вместо накипи образуется тонкодисперсная взвесь, частицы которой, достигнув определенного размера, образуют шлам.



### **SCHNEIDER ELECTRIC ЗАПУСТИЛА В РОССИЙСКИЙ РЫНОК НОВУЮ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНУЮ СИСТЕМУ OPTILINE 45**

OptiLine 45 включает в себя решения для всех видов кабельной проводки: через потолок, по стенам, через пол. В состав нового предложения входят кабельные каналы из ПВХ и алюминия, алюминиевые мини-колонны и сервисные стойки, напольные лючки, розеточные блоки, устанавливаемые или встраиваемые в мебель и, наконец, специально разработанная для системы OptiLine 45 электроустановочная серия Altira стандарта 45x45. Данная серия является универсальной, т.к. подходит в равной степени и для открытого, и для скрытого монтажа. Широкий выбор механизмов (более 100), декоративных рамок (10 цветов), суппортов и коробок для традиционного монтажа позволяет выдержать все инсталляции в едином дизайне и реализовать большинство функций, необходимых для управления современным офисом. Прямая установка изделий Altira простым защелкиванием, без использования суппортов и адаптеров является главным отличием системы от других подобных систем. Такое техническое решение делает монтаж более простым, удобным и быстрым.

Сочетание красивого внешнего вида, высокого шведского качества и разнообразных инновационных решений делает систему привлекательной для рынка строительства и в первую очередь для рынка коммерческих зданий.

Система соответствует самым жестким требованиям по функциональности, надежности, безопасности и удобству в эксплуатации.

[www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru)

### **ОТКРЫТИЕ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «СИЛОВЫЕ МАШИНЫ — ЗАВОД «РЕОСТАТ»**

400 млн руб. составил объем инвестиций в открытие нового производства ООО «Силловые машины — завод «Реостат».

19 октября состоялось открытие нового производства тяговых электродвигателей в ООО «Силловые машины — завод «Реостат». Основной продукцией

Источниками магнитного поля в аппаратах магнитной обработки воды могут быть как постоянные магниты, так и электромагниты. Собственно аппараты подразделяются на две группы:

1. С постоянными магнитами — для обработки подпиточной воды паровых котлов низкого и среднего давления.

2. С электромагнитами на постоянном и переменном токе — для обработки воды водогрейных котлов, теплосетей, систем оборотного охлаждения.

Противонакипной эффект, получаемый при наложении магнитного поля, определяется как параметрами аппарата (магнитная индукция, скорость потока обрабатываемой воды, время воздействия и т.п.), так и во многом показателями качества обрабатываемой воды.

Метод магнитной обработки воды и предотвращения образования накипи на поверхностях нагрева теплообменных аппаратов получил свое продолжение в методе магнитоимпульсной очистки реализованный в электромагнитных пульсаторах ПЭ (ТУ РБ 99009425.001-99), разработанных Пронским Г.К. Суть метода состоит в воздействии на очищаемые поверхности переменного магнитного поля определенных оптимальных параметров по амплитуде, частоте, скорости нарастания и убывания, закона изменения во времени. Электронный блок формирует импульсный ток, поступающий на электромагнитные преобразователи. Переменное магнитное поле, создаваемое преобразователями, вызывает на поверхностях нагрева магнитострикционные колебания сдвига на межатомном уровне, приводящие к отслоению отложений. В результате происходит отслаивание, дробление, частичное превращение в сметанообразную массу солей накипи и частичное растворение ее намагниченной водой, что позволяет удалять ее из теплообменного оборудования в процессе продувок и дренирования.

Система защиты от отложений на базе ПЭ устанавливается на работающем оборудовании на весь период эксплуатации и предназначена для магнитной обработки воды с целью разрыхления накипи и шлама и препятствия в дальнейшем ее образования на поверхностях нагрева теплоэнергетического и теплообменного оборудования (водогрейные и паровые котлы, теплообменники и др.).

Напряжение питания — 36 В. Максимальная мощность — 15 Вт. Напряженность магнитного поля не более — 150 Эрстед. Применяя несколько электромагнитных пульсаторов ПЭ, можно защитить все теплообменное и теплоэнергетическое оборудование одной котельной, ЦТП и т.п. По результатам актов испытаний в промышленных условиях начало разрушения и отслаивания отложений от стенок теплообменного и теплоэнергетического оборудования начинает наблюдаться после десяти суток работы электромагнитных пульсаторов ПЭ. В дальнейшем накипь опадает или превращается в сметанообразную массу, смываемую проточной водой.

Эффективность разрушения и отслаивания накипи на поверхностях нагрева теплообменного и теплоэнергетического оборудования с малым теплонпряжением — до 95% за первый месяц работы.

Применение электромагнитных пульсаторов ПЭ позволяет эксплуатировать теплообменное и теплоэнергетическое оборудование с поддержанием его технико-экономических показателей в нормативных пределах.

В настоящее время в Белорусском теплоэнергетическом институте завершаются исследования по выбору и оптимальным условиям использования названных систем защиты для различных типов теплообменного оборудования и различных параметров.





**М. Вакар,  
ООО «Далва Консалтинг»**

## КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

**С**жатый воздух (СжВ) сегодня является вторым по важности источником энергии после электричества для очень многих промышленных предприятий. СжВ начинает свой путь в компрессоре, охлаждается, проходит стадию очистки и осушки, по сети доставляется до точек потребления, где и совершает полезную работу. На каждом этапе производства СжВ затрачиваются материальные и энергетические ресурсы, в результате его стоимость возрастает.

При применении этого источника энергии в металлургическом производстве необходимо обеспечивать стабильность ряда параметров: давления, объема, температуры, точки росы. В случае, когда стабильность данных параметров не обеспечивается, показатели бесперебойности, надежности, долговечности и эффективности работы пневмоисполнительных механизмов значительно снижаются.

Поскольку пневмоисполнительные механизмы сложно исключить из всего комплекса производства, их нестабильная работа влияет на эффективность всего процесса производства в целом.

По оценкам многих крупных предприятий, лишь 60% произведенного СжВ поступает основным потребителям. Остальные 40% производимого СжВ, а значит и потраченной для этого электроэнергии, теряются из-за следующих факторов:

- утечек в воздухопроводе, изношенных пневмопроводах;
- несанкционированно открытых дренажных кранов: чаще всего это отрезок воздухопровода, через который вместе с отводимой водомасляной эмульсией в атмосферу поступает драгоценный сжатый воздух;
- прочих источников утечек сжатого воздуха.

В конечном итоге эти непроизводительные потери удорожают само производство.

В качестве примера можно привести следующий расчет. Через отверстие диаметром в 1 мм при давлении 6 бар в атмосферу поступает 65 л/мин СжВ, при диаметре отверстия 10 мм в атмосферу поступает 6,5 м<sup>3</sup>/мин (390 м<sup>3</sup>/час) СжВ. На производство этого объема потребляется ориентировочно 37 кВт·ч. С учетом того, что на заводе длина воздухопровода может измеряться километрами, можно только догадываться, сколько электроэнергии тратится впустую.

Сжатый воздух, при халатном отношении к его использованию, из источника энергии может превратиться для потребителей в источник проблем. Это регулярный ремонт воздухопровода, частый выход из строя пневмоисполнительных механизмов, прогрев (в зимний период) замерзшего воздухопровода, а следовательно, прямое выделение капельного конденсата в огромных количествах внутри воздухопровода. Перечисленные затруднения приводят к тому, что на основную стоимость производства накладываются дополнительные затраты, которых можно было бы избежать.

Модернизация компрессорных станций, комплексов подготовки СжВ — единственное верное и необходимое решение вопроса снижения затрат на применение СжВ на производстве. Срок окупаемости комплекса подготовки СжВ сравнительно невысок: от 1 до 3 лет в зависимости от исполнения инженерного решения.

Применение современных центробежных компрессоров с системой плавного регулирования производительности обеспечивает потребление электроэнергии в соответствии с реальным расходом СжВ. Грамотно рассчитанный и спроектированный комплекс подготовки СжВ позволяет

Таблица 1

## Требования к качеству воздуха

Применение	Классы качества воздуха		
	Частицы	Влага	Остаточное содержание масла
Обычный сжатый воздух	4	4	5
Транспорт гранулированных материалов	3	4	3
Транспорт порошкообразных веществ	2	3	1
Транспорт пищи и напитков	2	3	1
Прессы	4	4	5
Упаковочные машины	4	3	3
Металлорежущие станки	4	3	5
Большие пневмодвигатели	4	4/1	5
Малые пневмодвигатели	3	3/1	3
Ручной пневмоинструмент	4	5/4	5/4
Дрели	4	5/2	5
Пистолеты-распылители	3	3/2	3
Пневмоцилиндр	3	3	5
Строительная промышленность	4	5	5
Добывающая промышленность	4	5	5
Пленочная индустрия	1	1	1

использовать произведенный СжВ на 100%. При этом обеспечиваются стабильные параметры, что продлевает жизненный цикл пневмоисполнительных механизмов. В целом оптимально рассчитанное решение вопроса подготовки СжВ и его реализация могут сэкономить до 70% затрат на его производство!

Подобные решения уже не первый год применяются на многих металлургических и алюминиевых производствах. Их эффективность можно определить косвенным путем, а именно — по частоте ремонта пневмоисполнительных механизмов, сроку их работы и смете затрат.

Компания Donaldson Ultrafilter AG (российское представительство — фирма «Далва консалтинг») отлично зарекомендовала себя в металлургической промышленности на таких предприятиях, как SAPA (Швеция), Elkem Aluminium, Elkem Mangan (Норвегия), Huta Aluminium Konin, Austria Aluminium (Германия), Alfer Aluminium (Германия), Thyssen Krupp Stahl GmbH (Германия), Выксунский металлургический завод (Россия), Николаевский глиноземный завод (Украина), ИрКАЗ (Россия), Пикалевский «Глинозем» (Россия), ВСМПО (Россия). Это далеко не полный перечень заводов, на которых были найдены индивидуальные эффективные решения по подготовке СжВ.

На первой стадии проектирования пневмосистемы предприятия рассчитывается необходимое максимальное давление и общий расход СжВ. Решение задач второго этапа связано с определением целесообразности объединения потребителей в одну или несколько линий в зависимости от необходимого давления и качества воздуха, которое обеспечивается системой фильтрации и осушки.

Нередко различные потребители сжатого воздуха требуют различного давления. Например, для прессы нужно 12 бар, для краскопульта и распылителя — 6 бар и т.д. Объединение их в одну линию с необходимым верхним пределом давления крайне неэкономично, поскольку стоимость выработки высокобарного воздуха обычно высока. Каждый избыточный 1 бар давления увеличивает удельные энергозатраты на 6—8%.

### Разделяй и экономь

Каким может быть оптимальное решение? Возможны два варианта. Если потребители СжВ с требованиями к давлению, отличающимися от требований к остальному оборудованию, немногочисленны, можно провести децентрализацию пневмосистемы, включив в ее состав компрессоры стандарта Work place. В других случаях прибегают к построению пневмосистемы из двух или более линий. Для таких случаев в теории и практике компрессоростроения есть два правила. Первое: можно объединять в одну линию потоки СжВ, отличающиеся по давлению не более чем на 1 бар. Второе: если поток более низкого качества (здесь имеется в виду и давление, и степень очистки СжВ) составляет более 15% от общего потока, пневмолинии следует разделить, в остальных случаях разделение линий не всегда оправдано экономически. Подчеркнем, что, говоря о «правиле 15%», мы учитываем не только давление, но и качество воздуха. Может случиться так, что потребители воздуха с примерно одинаковым давлением совершенно несовместимы по своим требованиям к размеру частиц и остаточному содержанию масла, температуре точки росы

Классы качества сжатого воздуха

Класс	Размер частиц, мкм	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Содержание масла, мг/м <sup>3</sup>	Точка росы, °С
1	0,1	0,1	0,01	-70
2	1	1	0,1	-40
3	5	5	1	-20
4	40	10	5	3
5	—	—	25	7
6	—	—	—	1

и т.д. Учитываемые на практике требования к качеству воздуха для некоторых видов оборудования и технологий представлены в табл. 1. В качестве критериев качества сжатого воздуха использованы данные Pneurop 6611 и DIN ISO 8571, представленные в табл. 2.

Было бы неэкономичным создавать общую пневмолинию в расчете на самое высокое качество воздуха. Часто именно по этой причине и производят СжВ различной степени очистки по отдельности, и разделение происходит на основе «правила 15%».

### Капли воды

При сжатии компрессор вместе с воздухом всасывает все примеси: пыль, влагу, пары масла, химикатов и т.д. Загрязнения, которые были распределены в 10 м<sup>3</sup>, концентрируются в 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха. В нем они присутствуют даже несмотря на фильтры, встраиваемые на входе компрессора, то есть на всасывании. Поэтому в пневмосистеме необходимы средства очистки, такие как циклонные сепараторы, конденсатоотводчики, рефрижераторные и адсорбционные осушители, различные фильтры. Наиболее серьезную проблему представляет влажность, поскольку в воде растворяются практически все примеси, содержащиеся в воздухе. Получившаяся в результате этого растворения агрессивная смесь вызывает коррозию в компрессоре и трубопроводах, а окисляющиеся частицы и продукты коррозии переносятся к оборудованию, потребляющему СжВ, вызывая его преждевременный износ.

Как правило, влага в самом компрессоре не конденсируется благодаря повышению температуры воздуха в процессе сжатия. Производители компрессоров учитывают это явление и проектируют машины для рабочих температур около 80 °С.

Влага в СжВ — это капли жидкости и пар. Отделение капельной влаги происходит в циклонном сепараторе, установленном на выходе компрессора. СжВ с капельками воды попадает в циклон, где он вовлекается во вращательное движение с высокой скоростью. Под воздействием центробежных сил капельки жидкости оседают на стенках сепаратора и стекают в коллектор, оборудуемый конденсатоотводчиком. При проектировании рекомендуется расположить циклонный сепаратор с требуемой пропуск-

ной способностью так, чтобы он был доступен для обслуживания. Появление конденсата связано и с утечками воздуха из компрессора, ресивера, осушителя и фильтров. Для слива конденсата применяют различные устройства: ручные, поплавковые, таймерные и электронные. Основным преимуществом электронных систем является встроенная система измерения уровня жидкости в приемной камере, благодаря которой они не допускают ни малейшей потери СжВ, открывая клапан только для слива жидкости. Низкая стоимость делает наиболее популярными поплавковые и таймерные устройства.

Конденсатоотводчики обязательно комбинируются с концевыми охладителями, фильтрами, осушителями, а также устанавливаются в местах возможного выпадения конденсата.

### Сбор и обработка конденсата

Основная масса компрессоров работает со смазкой и охлаждением маслом, что неизбежно приводит к загрязнению им конденсата. Экологические нормы постоянно ужесточаются, поэтому все компрессорные фирмы предлагают водно-масляные сепараторы для обработки конденсата перед сбросом его в канализацию. В их работу заложены три принципа: флотация, абсорбция и мембранная фильтрация. В простых и дешевых системах конденсат сбрасывается во флотационную камеру, где отделяется крупнокапельное масло, далее протекает сквозь волокнистый материал, поглощающий частички масляной эмульсии, и окончательно очищается в угольной секции. Естественно, такая система требует периодической смены пакетов-картриджей с волокнистым материалом и активированным углем. В более дорогих системах после флотации окончательная очистка производится высоконапорной микрофильтрацией через пористую керамическую мембрану. Серия ultraaqua auto-clean® фирмы Donaldson Ultrafilter с самоочищающейся мембраной предназначена для компрессорных станций от 90 кВт до 3 МВт.

### Осушка воздуха

При сжатии в компрессоре воздух сильно нагревается, поэтому во вспомогательное оборудование включают охладители и доохладители. Собственно осушка начинается



после циклонного сепаратора, где влага, содержащаяся в сжатом воздухе в виде пара, не могла быть удалена механическим путем.

## Осушка с охлаждением

Главная цель процесса осушки с охлаждением — понизить температуру СЖВ до уровня конденсации находящейся в нем в виде пара жидкости. Температура, при которой начинает конденсироваться содержащийся в сжатом воздухе водяной пар, называется «точкой росы».

Рефрижераторные осушители, как правило, полностью собраны и укомплектованы изготовителем. Существуют рефрижераторные осушители различных размеров, отличающиеся мощностью, объемным расходом, температурой точки конденсации влаги. Диапазон производительности по объемному расходу таких осушителей (например, фирмы Donaldson Ultrafilter) лежит в пределах от 10 до 25 000 м<sup>3</sup>/час и более. Очевидно, что с увеличением объемного расхода увеличивается потребность и в мощности встроенной холодильной машины. Основные параметры, учитываемые при выборе рефрижераторного осушителя, таковы: объемный расход воздуха, давление на входе, температура на входе, температура на выходе, точка росы под давлением, температура окружающей среды/хладагента, потребляемая мощность, перепад давления.

Считается, что использование рефрижераторных осушителей экономически выгодно в 90% случаев. Эксплуатационные расходы и затраты энергии при этом способе осушки ниже, чем при использовании других процессов осушения СЖВ.

Однако применение осушителей, основанных на принципе охлаждения, имеет свои ограничения. При отрицательных температурах (если температура окружающей среды ниже температуры замерзания воды) для надежной защиты трубопроводов и клапанов от замерзания необходимо использовать адсорбционный осушитель. При одном

и том же объемном расходе воздуха осушитель потребляет меньше энергии с ростом рабочего давления и при повышении точки росы. Больше энергии потребляется с ростом температуры сжатого воздуха на входе и с ростом температуры хладагента. Для определения необходимой точки росы полезно учитывать минимальную температуру окружающей среды, в которой будет находиться линия сжатого воздуха. Если температура точки росы всего на несколько градусов ниже минимальной температуры окружающего воздуха, то образование конденсата в оборудовании исключено. Выбор слишком низкой точки росы ведет к повышенным затратам и не всегда оправдан экономически.

При проектировании пневмосистем с рефрижераторными осушителями следует иметь в виду, что высокая температура в компрессорной станции может быть причиной снижения их производительности по сравнению с заявленной изготовителем.

## Адсорбция

В отличие от рефрижераторных осушителей воздух при адсорбционной осушке не охлаждается. Влага удерживается на поверхности гранул осушающего вещества — адсорбента. Сам процесс адсорбции не требует затрат энергии, она необходима только для восстановления (регенерации) адсорбента, то есть для удаления осажденной на его поверхности влаги. Так как для процесса регенерации необходимо время, адсорбционный осушитель состоит из двух сосудов: в одном воздух осушается, а в другом адсорбент регенерируется.

Для восстановления адсорбента на практике используются два способа: холодная и горячая регенерация.

При холодной регенерации часть потока сжатого осушенного воздуха направляется в сосуд с адсорбентом, где он поглощает и выносит влагу. Этот воздух — отработанный, и в систему он больше не возвращается. Поэтому при проектировании пневмосистемы, осушитель учиты-

вают в качестве дополнительного потребителя сжатого воздуха. Чередующиеся циклы регенерации длятся от 3 до 10 минут.

Конструкция осушителей с холодной регенерацией надежна и проста, и они могут быть спроектированы для достижения более низких (до  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) значений точки росы, чем осушители, использующие для восстановления адсорбента горячий способ. Однако они нуждаются в большом объеме СЖВ, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов. К сказанному можно добавить, что потери СЖВ на регенерацию адсорбента — величина достаточно постоянная, но ее доля в общем объеме потребляемой энергии может существенно меняться. Обычно на регенерацию адсорбента расходуется около 15% от номинальной производительности осушителя с холодной регенерацией. При оптимальной загрузке компрессора (например,  $1000\text{ м}^3/\text{час}$ ) потери составят те же 15% от всей потребляемой энергии. Если же общая потребность в СЖВ снизилась вдвое-втрое, то доля потерь составит уже 30—45%. Поэтому целесообразно выключать осушитель (точнее, остановить смену циклов) при остановках компрессора или при его работе в режиме холостого хода. Практически все модели осушителей Donaldson Ultrafilter снабжены такой функцией. Именно для того, чтобы свести фактический расход сжатого воздуха к оптимальным значениям, осушителю необходим блок управления.

При горячей регенерации для осушки адсорбента используется горячий воздух. Адсорбционные осушители с горячей регенерацией, как правило, имеют самостоятельную систему продувки адсорбента — специально для того, чтобы исключить потребление СЖВ от компрессора. При этом процессе, в зависимости от типа адсорбента, необходима температура от 150 до  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Если в осушителях с холодной регенерацией используется алюмогель или так называемая активированная глина, в «горячих» осушителях применяют силикаты, силикагель или двуокись кремния. Адсорбционная емкость, то есть способность поглощать влагу, резко падает с увеличением температуры. Например, при одном и том же расходе СЖВ размер осушителя, рассчитанного на входную температуру  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , окажется в 2 раза большим (и такой осушитель будет в 2 раза дороже), чем для температуры в  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ! В этом случае выгоднее поставить дополнительный охладитель после компрессора. Силикаты более чувствительны к температуре входящего воздуха. Верхний предел использования осушителей с горячей регенерацией составляет  $40\text{—}45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Адсорбент может выдержать от 2000 до 4000 циклов регенерации. Промежуток времени между автоматическими циклами регенерации составляет от 4 до 8 часов. На способность адсорбента поглощать влагу влияют: окисление, вызывающее утрату влагопоглощающих свойств; уменьшение поверхности гранул адсорбента; загрязнение масляными частицами.

Эксплуатация адсорбционных осушителей с горячей регенерацией более экономична, и при больших расходах СЖВ (начиная с  $300\text{—}1000\text{ м}^3/\text{мин}$ ) дополнительные инвес-

тиции на более дорогое оборудование окупаются за сроки менее 1,5 лет.

При выборе адсорбционного осушителя учитывают его эксплуатационные параметры: точку росы под давлением, максимальную температуру сжатого воздуха на входе, максимальный объемный расход сжатого воздуха и минимальное рабочее давление.

Чем ниже необходимая точка росы под давлением, тем больше энергии требуется для ее достижения. Эта энергия в основном определяет стоимость осушки. Для большинства технологических процессов и оборудования более чем достаточно точки росы  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Более того, вполне приемлема температура и на 2—3 градуса выше. Но осушка при такой температуре обычно применяется в том случае, если речь идет о компрессоре «все в одном». Если же говорить о протяженных пневмопроводах — неотъемлемой составляющей компрессорных цехов, то для них предпочтительнее более низкие значения точки росы. Иначе резко возрастает вероятность коррозии в пневмопроводах и оборудовании.

О важности роли температуры СЖВ на входе дают представление такие цифры: возрастание температуры с  $35$  до  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , то есть всего на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , приводит к увеличению влаги в сжатом воздухе на 70%.

Максимальный объемный расход (иначе говоря, пропускная способность) влияет на уровень давления. Следствием выбора слишком маленького осушителя являются потери давления при больших потоках СЖВ. В отношении рабочего давления существует такая зависимость: при меньшем давлении необходим больший осушитель, и наоборот. Речь в этом случае идет об одном и том же количестве СЖВ.

Donaldson Ultrafilter имеет в своей программе несколько серий осушителей с различной конфигурацией цикла горячей регенерации. Большое многообразие моделей призвано обеспечить максимально экономичное решение для любых конкретных условий. Для безмасляных компрессоров (турбо и «сухих винтов») применяется модель с регенерацией от тепла компрессии, то есть работающая от «бесплатного» тепла. Некоторые модели гарантированно обеспечивают точку росы  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  даже в условиях тропического климата.

Существуют две разновидности блоков управления: таймерные и контроллеры точки росы. Таймерные блоки включают осушитель только тогда, когда компрессор работает с нагрузкой. Периодичность циклов регенерации фиксированная. Контроллеры точки росы регулируют работу осушителя на основе оценки качества сжатого воздуха на выходе, а конкретнее — точки росы. Такие контроллеры совершеннее таймерных, и ими практически стандартно комплектуются осушители Donaldson Ultrafilter большого размера, но на маленьких моделях их пока применяют редко по причине высокой стоимости.

## Фильтрация

Фильтры и сепараторы, применяемые в технологии очистки сжатого воздуха, могут классифицироваться по различным параметрам:



- назначение (всасывающий фильтр, промежуточный, стерильный и т.д.);
- способ фильтрации (пористый фильтр, мембранный и т.д.);
- фильтрующий материал (тканевый фильтр, бумажный, волоконный, спеченные фильтры из частиц металла, керамики, пластика);
- качество (тонкость) фильтрации в зависимости от применяемого фильтроэлемента.

Например, в классификации фирмы Donaldson Ultrafilter имеются следующие фильтры.

- PE — фильтроэлемент для очистки от твердых пылевых частиц сжатого воздуха. Материал — пластик, удерживающая способность для частиц размером более 5 или 25 мкм — 100%.

- SB — фильтроэлемент для грубой очистки. Материал — спеченная бронза, регенерируемый, удерживающая способность для частиц более 5 или 25 мкм — 100%.

- FF — фильтроэлемент для тонкой очистки сжатого воздуха. Материал — микрофибра, задерживающая 99,999% частиц размером 0,01 мкм. Остаточное содержание масла после фильтрации — 0,1 мг/м<sup>3</sup> (0,1 промиле).

- MF — фильтроэлемент для тонкой очистки. Материал — микрофибра, задерживающая 99,99998% частиц размером 0,01 мкм. Остаточное содержание масла составляет 0,03 мг/м<sup>3</sup>.

- SMF — фильтроэлемент для тонкой очистки. Материал — микрофибра, которая задерживает 99,99999% частиц размером 0,01 мкм, остаточное содержание масла — 0,01 мг/м<sup>3</sup>.

- AK — фильтроэлемент для устранения запахов. Материал — активированный уголь. Остаточное содержание масла менее 0,003 мг/м<sup>3</sup>.

Корпуса фильтров, в зависимости от требуемой производительности (до 40 000 м<sup>3</sup>/час) и рабочего давления, изготавливаются из алюминия, углеродистой или нержавеющей стали. Все они оборудованы индикатором загрязненности фильтроэлемента — дифманометром, а также механическим или электронным конденсатоотводчиком. Модификация superplus® оборудована дифманометром-экономайзером. Это несложное, но эффективное устройство на основании записанных в него данных о мощности компрессоров, стоимости электроэнергии и сменных фильтроэлементов показывает экономически оптимальный срок замены элемента. Алгоритм несложен: сравнивается стоимость дополнительной энергии, потраченной компрессором на преодоление сопротивления фильтра, со стоимостью нового фильтрующего элемента.

Строго говоря, из СжВ можно удалить все включения. Вопрос в другом: всегда ли стоит это делать? При проектировании системы фильтрации СжВ следует руководствоваться правилом: очищать столько, сколько нужно, но не более того. Тщательная фильтрация воздуха резко удорожает эксплуатационные расходы. Например, дорогостоящие фильтры очень тонкой очистки быстро засоряются загрязняющими компонентами атмосферного воздуха, в результате чего резко падает давление в системе. Кроме того, если при проектировании системы необходимо предусмотреть только фильтры тонкой очистки, результат будет таким же. Поэтому следует перед тонкой фильтрацией очищать сжатый воздух от более крупных включений.

О том, в какой последовательности лучше располагать оборудование для очистки воздуха, об устройстве компрессорной станции и пневмолиниях, о ресиверах и других компонентах пневмосистем будет рассказано в следующем номере журнала.

В итоге с уверенностью можно сказать следующее: рассматривая СжВ в производстве как энергоноситель, нельзя не учитывать вопросы, связанные с его подготовкой. Лишь решая эти вопросы в комплексе, можно добиться значительного снижения (в некоторых случаях на 70%) затрат на производство СжВ, обеспечить полноценное, грамотное его потребление, что в свою очередь позволяет сократить производственные затраты.

нового производственного комплекса является тяговое электрооборудование для пригородных электропоездов и поездов метрополитена, других видов электротранспорта, а также для карьерных самосвалов и экскаваторов. Как сообщили в пресс-центре областной администрации, сегодня в ходе рабочей поездки в Великие Луки губернатор Псковской области Михаил Кузнецов посетил недавно открытое производство.

Во время посещения предприятия Михаил Кузнецов вместе с генеральным директором «Силковых машин» Борисом Вайнзишером осмотрели производственные площадки, побывали в спортивно-оздоровительном комплексе для работников завода, который стал подарком к открытию нового производства.

ООО «Силловые машины — завод «Реостат» — современное электротехническое производство, которое поставляет оборудование для предприятий транспортной, энергетической, судостроительной, нефтегазовой и угледобывающей промышленности. Основная продукция предприятия — низковольтная аппаратура (реостаты, резисторы, контакторы, кнопки управления), электрооборудование для вагонов метрополитена, электрооборудование для электропоездов и другая продукция.

Общий объем инвестиций в проект составил 400 млн руб. Открытие производственной площадки увеличит количество рабочих мест на предприятии на 20%. Сегодня численность персонала составляет 780 сотрудни.

[www.pln-pskov.ru](http://www.pln-pskov.ru)

## «РОСИЗОЛ» ПРЕДУПРЕЖДАЕТ

Ассоциация производителей современных изоляционных материалов «Росизол» предупреждает о массовом распространении теплоизоляционных материалов низкого качества, а также контрафактной продукции, поставляемой в основном из Китая

Ассоциация производителей современных изоляционных материалов «Росизол» предупреждает о массовом распространении теплоизоляционных материалов низкого качества, а также контрафактной продукции, поставляемой в основном из Китая. Данный факт может нанести ущерб российским потребителям и рынку теплоизоляционных материалов в целом.



**В.В. Шишов,**  
**к.т.н., доцент, чл.-корр. МАХ,**  
**С.С. Шибяев**

## ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ В КОНДИЦИОНИРОВАНИИ

**В** настоящее время ведущие фирмы-производители холодильного оборудования активно заполняют мировой рынок всевозможными системами, реализующими циклы охлаждения с промежуточным теплоносителем (ПТ). В качестве ПТ используют воду, водные растворы солей натрия, кальция, этиленгликоля, пропиленгликоля.

Существуют производственные процессы, требующие круглогодичного отвода теплоты при сравнительно высоких температурах (от 0°C и выше), такие как хранение фруктов и овощей, различных продовольственных продуктов, химические производства, охлаждение вычислительных центров, телефонных станций и др. Работа холодильных систем в межсезонье, когда температура окружающей среды опускается ниже температуры охлаждаемого объекта, кроме нерациональности самого факта работы установки, вызывает немало трудностей при ее эксплуатации (понижение давления конденсации в установке, повышение вязкости масла, влажный ход компрессора и т.п.). Использование систем с промежуточным теплоносителем (СПТ) позволяет отключать в холодное время года контур с хладагентом и производить перенос теплоты непосредственно в окружающую среду с помощью ПТ через дополнительный теплообменник, т.е. производить, так называемое, «экономное» охлаждение. Использование нулевого закона термодинамики вместо второго приводит не только к весомой

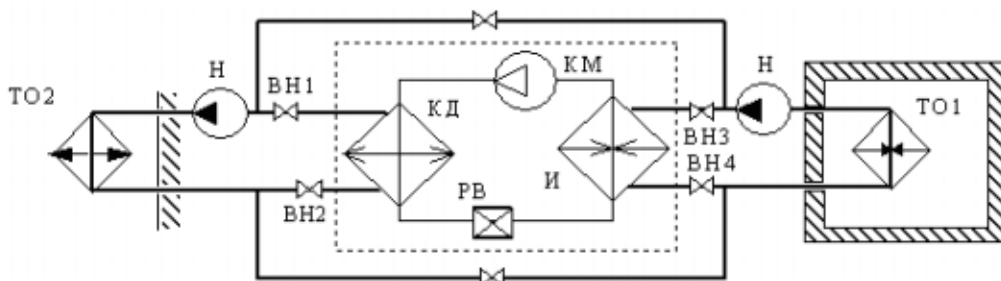
экономии электроэнергии и повышению ресурса работы компрессора, но и упрощает обслуживание установки.

На рис.1Б, В показаны наиболее часто применяющиеся СПТ для круглогодичного охлаждения помещений с рабочей температурой выше 0°C.

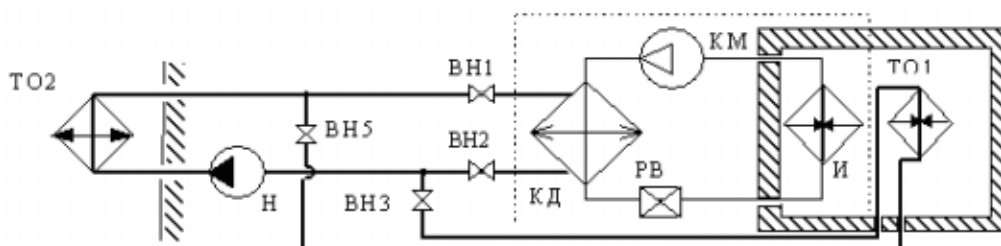
Контур с хладагентом ограничен пунктирной линией и содержит компрессор (КМ), конденсатор (КД), регулирующийся вентиль (РВ) и испаритель (И). Рассмотрим работу холодильной установки с СПТ на испарителе (рис.1В). Когда температура окружающей среды выше температуры охлаждаемого объекта, ПТ подается насосом (Н) в И, охлаждается и поступает в теплообменник ТО1 для охлаждения помещения (вентили ВН3, ВН4, ВН5 закрыты, ВН1, ВН2, ВН6 — открыты, рис.1Г). При понижении температуры окружающей среды ниже определенного предела (на 15—18K ниже температуры охлаждаемого объекта) контур с хладагентом отключается и промежуточный теплоноситель охлаждается в теплообменнике ТО2 (ВН1, ВН2, ВН4 и ВН6 закрыты, ВН3 и ВН5 открыты рис.1Д). Особый интерес представляет комбинированный режим работы системы, при котором охлаждение ПТ происходит последовательно в теплообменнике ТО2 и И (ВН6 и ВН3 закрыты, остальные — открыты или частично открыты рис.1. В).

СПТ имеет значительные эксплуатационные преимущества. Появившись под названием «рассольная система» (ПТ были водные растворы солей натрия и кальция) для реше-

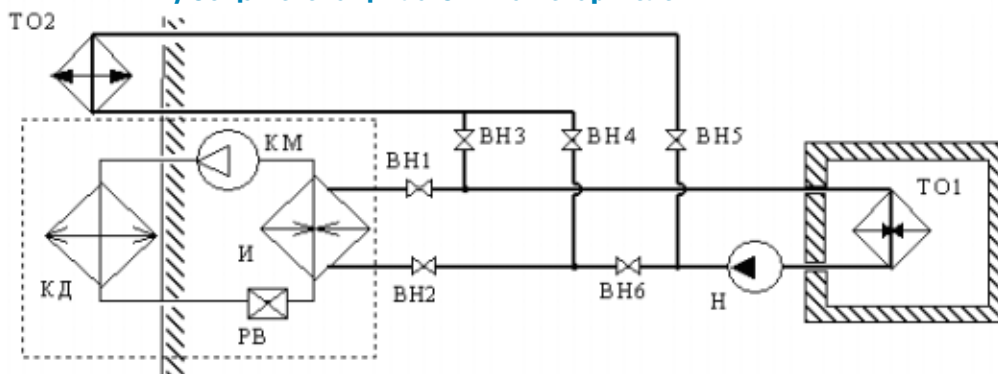
**А) Общая схема цикла СТП на испарителе и конденсаторе**



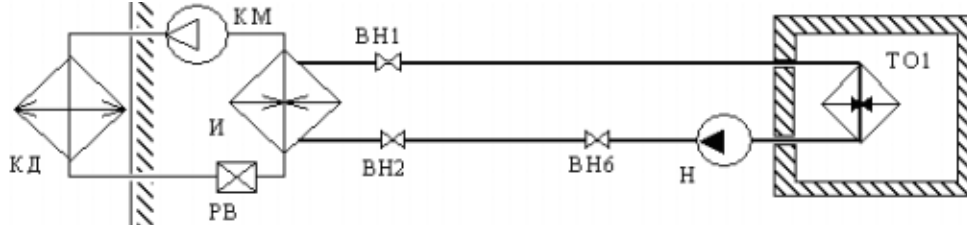
**Б) Общая схема цикла СТП на конденсаторе**



**В) Общая схема цикла СТП на испарителе**



**Г) Цикл охлаждения в теплое время года**



**Д) Цикл охлаждения в холодное время года**

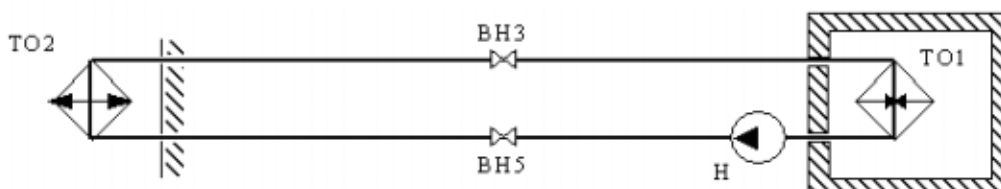


Рис. 1. Циклы с промежуточным теплоносителем

ния задачи распределения холода по холодильным камерам при большом их количестве (в системе просто регулируется температура по объектам), в дальнейшем СПТ получила широкое распространение на транспортных и других установках, где ее применение диктовалось требованиями техники безопасности. Автоматизация холодильных установок такого типа не представляет особых сложностей. За счет рационального комбинирования узлов системы можно значительно уменьшить объем холодильной установки, заполненной хладагентом. При этом повышается экологическая безопасность системы и сокращаются затраты при высокой цене новых хладагентов. Уменьшаются размеры магистралей, количество швов на холодильных трубопроводах; облегчается поиск утечек, меньше окислов в системе после монтажа, надежнее возврат масла в картер компрессора. Наконец, упрощается эксплуатация холодильных установок при использовании хладагентов — неазеотропных смесей, например, R404a, R407c и т.д.

В традиционных теплообменниках хладагент — ПТ (кожухотрубные конденсаторы и испарители) разница между температурой фазового перехода хладагента и температурой ПТ составляет около 6К. Дополнительные потери хладомощности достигают 23% для СПТ на испарителе и 7% для СПТ на конденсаторе (при температуре кипения  $t_0=+5^\circ\text{C}$  и конденсации  $t_k=+45^\circ\text{C}$ ) по сравнению с системами непосредственного охлаждения (рис. 2).

Применение эффективных пластинчатых теплообменников позволяет сократить величину недорекуперации до 3К, поэтому в СПТ с пластинчатым теплообменником (испаритель или конденсатор) потеря хладомощности составляет величину 12 и 3% соответственно. Как показала практика, неизбежное увеличение гидropотерь в пластинчатых теплообменниках не привело к заметным изменениям эффективности циклов. С другой стороны, их применение значительно улучшает массогабаритные и эксплуатационные характеристики системы.

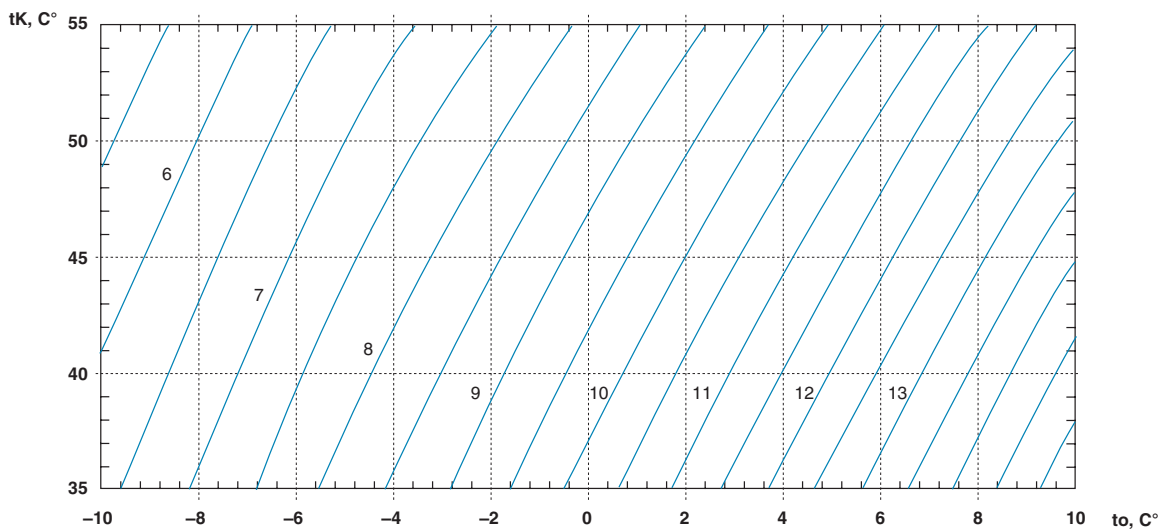


Рис. 2. Зависимость хладомощности  $Q_0$ , кВт от температуры кипения  $t_0$  и конденсации  $t_k$

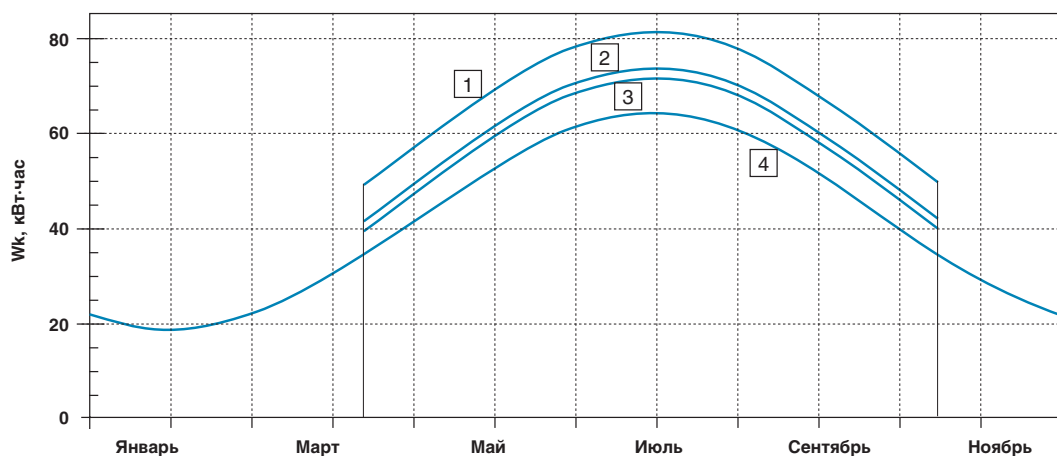
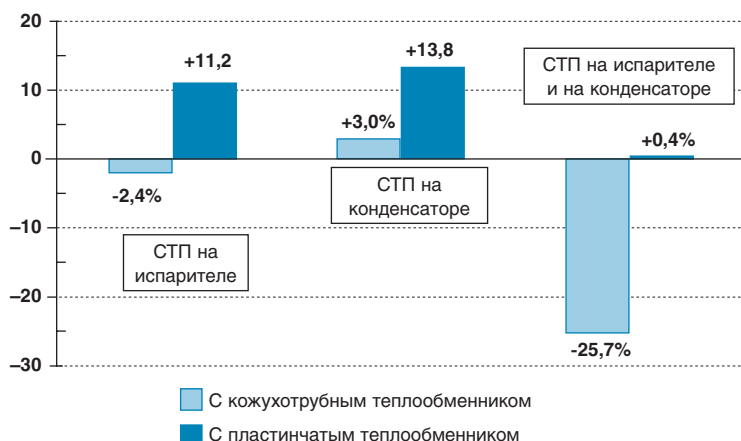


Рис. 3. Суточные затраты электроэнергии для различных систем охлаждения



**Рис. 4. Выигрыш в потреблении электроэнергии, % при использовании различных систем охлаждения**

Для более полного представления о СПТ здесь приводятся расчетные зависимости параметров работы установки с ПТ на испарителе для охлаждения помещения. Хладомощность установки принимается равной  $Q_{0,p}=10\text{ кВт}$  при температуре окружающей среды  $t_{oc}=+25^\circ\text{C}$  и охлаждаемого помещения  $t_{п}=+18^\circ\text{C}$ . Рабочее вещество в установке — фреон R22. Термодинамические свойства фреона такие, как плотность, энтальпию и энтропию определяли на основе единого уравнения состояния, кубического относительно удельного объема Пателя-Тежа [1].

Величина подогрева газа на всасывании в компрессор определяется из условия, что 25% энергии, потребляемой компрессором, передаются на подогрев фреона. Объемный коэффициент подачи компрессора определяется как функция от температуры кипения хладагента и величины подогрева на всасывании [2]. Режим «экономного» охлаждения можно рассматривать при понижении температуры окружающей среды ниже  $+1^\circ\text{C}$ . Мощность насоса считаем малой по сравнению с мощностью компрессора, поэтому затраты электроэнергии на движение ПТ через трубопроводы не учитываются.

На рис. 3 представлена расчетная зависимость потребления электроэнергии от времени года для рассматриваемого случая («экономное» охлаждение СПТ): 1 — установка СПТ на испарителе и на конденсаторе; 2 — установка СПТ на испарителе; 3 — установка СПТ на конденсаторе; 4 — установка без ПТ («непосредственное» охлаждение). Зависимость  $t_{oc}$  от времени года принимается как среднемесячное распределение температуры окружающей среды, характерное для Московской области.

Интегрируя расход электроэнергии за один год, получаем соотношения, характеризующие целесообразность применения СПТ с точки зрения энергозатрат.

В приведенном расчете не рассматривается комбинированный режим охлаждения теплоносителя. Из рис. 4 видно, что применение СПТ с пластинчатым теплообменником становится в один ряд с самыми экономичными и целесообразными способами охлаждения. Можно сделать вывод о перспективности использования систем СПТ для кондиционирования и охлаждения производственных помещений с положительными рабочими температурами. Особую выгоду сулит применение систем СПТ в странах с умеренным и холодным климатом, например, в центральных и северных районах России.

### Литература

1. Patel N. C., Teja A. S. A new cubic equation of state for fluid mixtures // Chem. Eng. Sci. — 1982. — V.37. — N3. — P.59—64.
2. Розенфельд Л. М., Ткачев А. Т. Холодильные машины и аппараты. Гос. изд. торговой литературы. М., 1960. — С.173; 656 С.

В настоящее время спрос на высококачественные минераловатные утеплители неуклонно растет. Это обусловлено тем, что накопленный в России опыт их применения наглядно показывает высокую эффективность — как в вопросах энергосбережения, так и для создания комфортных условий жизнедеятельности.

Серьезное беспокойство вызывает факт возросшего объема импортных поставок низкокачественных теплоизоляционных материалов преимущественно китайского производства. Данные материалы в большинстве случаев не соответствуют принятым в России стандартам качества и требованиям по упаковке. В действительности потребители приобретают продукцию, зачастую не имеющую необходимых сертификатов, а в ряде случаев информация о продуктах на русском языке отсутствует полностью.

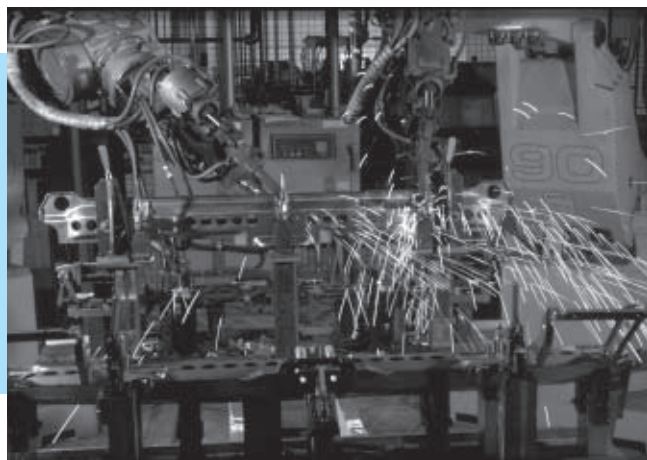
Говоря о конкретных фактах, следует отметить, что декларируемые характеристики данной продукции вводят потребителей в заблуждение. По итогам проведенных испытаний, показатель восстанавливаемости материала (способность восстанавливать первоначальную форму и размеры) в ряде случаев оказался вдвое ниже заявленных величин, что является подтверждением низкого качества данной продукции. Другие характеристики, в том числе коэффициент теплопроводности материала, также оказались хуже заявленных.

Ассоциация констатирует факт, что ряд китайских производителей поставляет также продукты-подделки широко известных в России брендов, таких как URSA и ISOVER. Проблема ввоза поддельной продукции особенно затронула Дальневосточный и Сибирский регионы России, а также Украину, Казахстан и ряд стран Восточной Европы.

Ассоциация обращает внимание на то, что случаи ввоза низкокачественной и поддельной продукции на территорию России:

- наносят ущерб российским потребителям, в том числе инвесторам и строителям, поскольку ввозимые материалы не соответствуют необходимым техническим требованиям;
- представляют собой примеры недобросовестной конкуренции, нарушающие российское законодательство;
- причиняют ущерб производителям теплоизоляционных материалов, инвестирующим средства в развитие





В.А. Янсюкевич,  
yanviktor.narod.ru

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ РАЗРЯДНИКОВ

### Область применения

Грозовые разряды, воздействуя на воздушные линии электропередачи и элементы ОРУ, создают в электроустановках большие напряжения, во много раз превосходящие номинальную величину (атмосферные перенапряжения).

Результатом атмосферных перенапряжений являются повреждения изоляции электроустановок, перекрытия фарфоровых изоляторов на линиях и подстанциях, пробой внутренней изоляции аппаратов и обмоток трансформаторов и машин и т.д.

Атмосферные перенапряжения возникают при грозовых разрядах вблизи от электроустановок (индуктивные перенапряжения) и при прямых ударах молнии в линии электропередачи или открытые подстанции.

Индуктивное перенапряжение представляет серьезную опасность для установок напряжением до 35 кВ, так как амплитуда этих перенапряжений лежит в пределах 300-500 кВ, а импульсная прочность изоляции электроустановок 35 кВ составляет около 200 кВ.

Наиболее опасным для электроустановок всех напряжений являются прямые удары молнии, которые сопровождаются протеканием очень больших токов (от десятка до нескольких сотен тысяч ампер) и возникновением перенапряжений, в десятки раз превышающих номинальное напряжение любой величины.

Для защиты изоляции от индуктивных атмосферных перенапряжений на линиях электропередачи в ОРУ и в ЗРУ, связанных с воздушными линиями, применяют аппараты, называемые разрядниками.

Кроме атмосферных перенапряжений в электроустановках возникают коммутационные перенапряжения.

Коммутационные перенапряжения возникают в процессе коммутации электрических цепей с помощью выключателей.

Кроме вышесказанного в электрических сетях с изолированной нейтралью возникают перенапряжения в результате замыкания одной из фаз на землю.

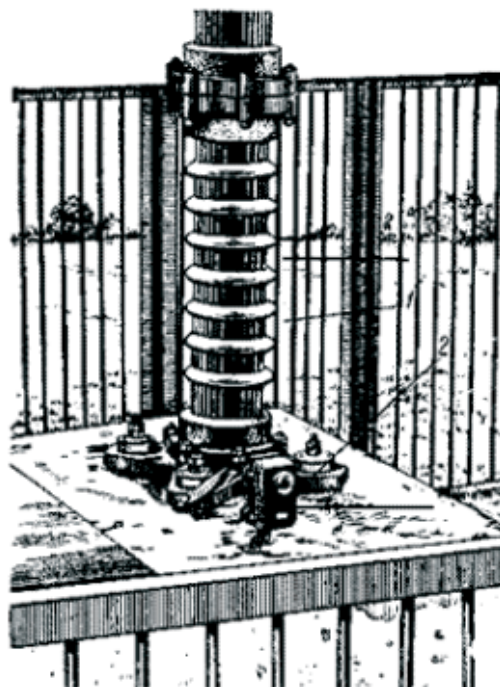
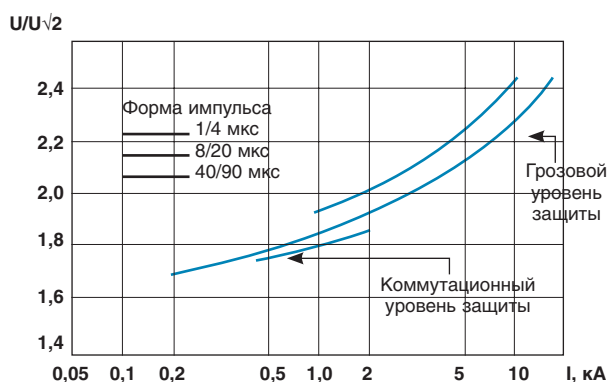


Рис. 1. Разрядник с регистратором срабатывания



**Рис. 2. Относительные вольтамперные характеристики ОПН типов Н. КС. Т и У. (Для ОПН-РС шкала Ix0,5)**

В сетях с воздушными линиями наибольшее число перенапряжений приходится на долю грозовых (80% случаев), перенапряжений от замыканий на землю гораздо меньше — около 10%, и менее всего коммутационных перенапряжений — примерно 5% случаев.

В кабельных сетях на первом месте стоят перенапряжения от дуговых замыканий на землю (80% случаев), на втором месте — коммутационные перенапряжения (около 10%) и около 10% повреждений приходится на долю феррорезонансных перенапряжений, грозовые перенапряжения в кабельные сети практически не проникают.

Уровни и вероятность появления коммутационных перенапряжений зависит от типа и качества настройки коммутационной аппаратуры.

В качестве аппаратов защиты электрических сетей от перенапряжений применяются так же, как ОПН (ограничитель перенапряжений).

Вольтамперные характеристики ОПН представлены на рис. 2.

Кроме типа коммутационного аппарата возникновение коммутационного перенапряжения значительно зависит от типа нагрузки, которую данный аппарат отключает или включает.

Для примера приведены некоторые значения перенапряжений (кратность номиналу) в зависимости от нагрузки и типа коммутационного аппарата:

- Электродвигатель 175 кВт при пуске — МВ — кабель 70 мм<sup>2</sup>—9,8 Уном
- Электродвигатель 210 кВт при пуске — МВ — кабель 70 мм<sup>2</sup>—8,3 Уном
- Электродвигатель 520 кВт при пуске — МВ — кабель 70 мм<sup>2</sup>—6,7 Уном
- Электродвигатель 210 кВт при пуске — ВозВ — кабель 340 мм<sup>2</sup>—7,2Уном
- Электродвигатель 110 кВт при пуске — ВВ — кабель 100 мм<sup>2</sup>—5,1 Уном
- Трансформатор 2500 кВА холостой ход — ВВ — кабель 240 мм<sup>2</sup>—6,1 Уном

- Трансформатор 250 кВА холостой ход — ВВ — кабель 70 мм<sup>2</sup>—6,0 Уном

Как видно из приведенных выше примеров, проблему коммутационных перенапряжений следует решать установкой дополнительных аппаратов на все коммутационные приборы.

### Объект испытания

На рис. 3 представлен элемент вентильного разрядника РВС на напряжение 30 кВ.

Вентильные разрядники устанавливаются в распределительных устройствах станций и подстанций всех напряжений. Вентильный разрядник состоит из искровых промежутков и переменного, зависящего от напряжения сопротивления, материалом которого является вилит, состоящий из прессованной смеси порошка графита и корборунда.

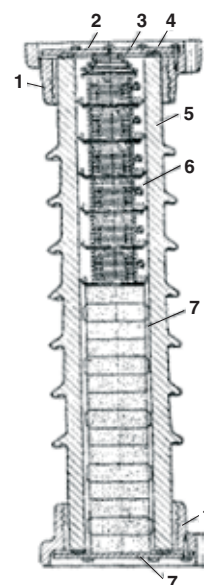
Вилитовые сопротивления, помещаемые в разрядник, изготавливают в виде круглых дисков толщиной в 20мм. Диаметр дисков зависит от типа и характеристик разрядника.

Разрядник РВС состоит из блока искровых промежутков 6 (рис. 3) и блока вентильных дисков 7, помещенных в фарфоровый корпус 5. Корпус армируется с концов чугунными фланцами 1, которые закрыты с торцов стальными дисками 2 на болтах. Стальные диски и уплотняющие прокладки 4 обеспечивают герметичность фарфорового корпуса. Спиральная пружина 3 создает надежный контакт между деталями разрядника: верхним диском 2, искровыми промежутками 6, вилитовыми дисками 7 и нижним стальным диском 2.

При возникновении перенапряжений достаточной величины происходит пробой искровых промежутков разрядника, отделяющих вилитовые диски от сети. В результате пробоя искрового промежутка сеть оказывается соединенной с землей через вилитовые диски. В первый момент пробоя искрового промежутка к вилитовым дискам приложено максимальное напряжение, поэтому сопротивление их будет наименьшим, а ток замыкания на землю — наибольшим. После того как разряд произошел, напряжение сети по отношению к земле значительно снижается, а сопротивление вилитовых дисков увеличивается.

Напряжение, приложенное к разряднику, оказывается недостаточным для поддержания дуги на искровом промежутке, и при первом прохождении тока через нуль протекание его через разрядник прекращается.

Подключение разрядника на землю производится непосредственно или через регистратор



**Рис. 3. Элемент разрядника РВС**

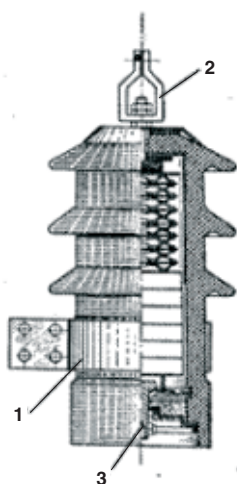


Рис. 4. Разрядник РВП-6

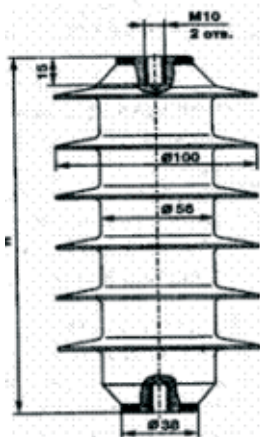


Рис. 5. Ограничитель перенапряжения ОПН-РС/ TEL 6-10 кВ

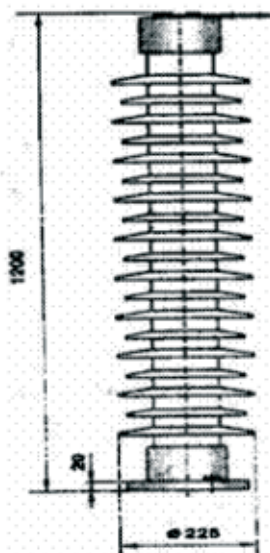


Рис. 6. ОПН-У/TEL на напряжение 110 кВ

срабатывания типа РВО (регистратор срабатывания вентильного разрядника), который снабжен счетным устройством, позволяющим судить о числе срабатывания разрядника (рис. 1).

Разрядники РВП по устройству аналогичны разрядникам РВС (рис. 4).

Разрядники РВП изготавливают на напряжение 3,6 и 10 кВ. Для крепления к опорам разрядник снабжен стальным хомутом 1 (рис. 4). Для подвешивания на провод служит подвеска 2.

Ограничители перенапряжений серии TEL представляют собой разрядники без искровых промежутков, в которых активная часть состоит из металлооксидных нелинейных резисторов, изготавливаемых из окиси цинка с малыми добавками окислов других металлов.

Высоконелинейная вольтамперная характеристика резисторов позволяет длительно находиться под действием рабочего напряжения, обеспечивая при этом глубокий уровень защиты от перенапряжений.

По сравнению с вентильными разрядниками ограничители перенапряжений серии TEL имеют следующие преимущества:

- Глубокий уровень ограничения для всех видов волн перенапряжений.
- Отсутствие сопровождающего тока после затухания волны перенапряжения.
- Простота конструкции и высокая надежность в эксплуатации.
- Стабильность характеристик и устойчивость к старению.
- Способность к рассеиванию больших энергий.
- Непрерывное подключение к защищаемой сети.
- Стойкость к атмосферным загрязнениям.
- Малые габариты, вес и стоимость.

Резисторы опрессовываются в оболочку из полимерных материалов, которая обеспечивает заданную механическую прочность и изоляционные характеристики. Полимерный корпус обеспечивает надежную защиту от всех внешних воздействий на протяжении всего срока службы.

В нормальных режимах ток через ограничитель носит емкостной характер и составляет доли миллиампера. При возникновении волн перенапряжений резисторы ограничителя переходят в проводящее состояние и ограничивают дальнейшее нарастание напряжения на выводах. Когда перенапряжение снижается, ограничитель возвращается в непроводящее состояние.

При профилактических испытаниях изоляции электрооборудования распределительных устройств повышенным напряжением ограничители должны отключаться с принятием мер, исключающих их пробой на потенциальные выводы.

Ограничители типа ОПН-РС/TEL (рис. 5) предназначены для защиты электрооборудования в сетях напряжений 6—10 кВ переменного тока с изолированной или компенсированной нейтралью. Ограничители типа ОПН-У/TEL 110 кВ предназначены для защиты трансформаторов, электрооборудования распределительных устройств от перенапряжений всех видов в сетях напряжением 110 кВ переменного тока с заземленной нейтралью (рис. 6). Ограничители типа ОПН-У/TEL 220 кВ применяются в сетях напряжением 220 кВ (рис. 7).

## Определяемые характеристики

### Внешний осмотр

При внешнем осмотре разрядников и ОПН проводится их осмотр на предмет наличия сквозных или поверхностных трещин, скола фарфора (более 25%), оплавления или ожогов глазури, стойкого загрязнения поверхности, пористости материала, трещин в металлических шапках и фланцах. При внешнем осмотре также проверяется: состояние армировочной замазки и влагостойкого покрытия; надежность армировки металлических деталей разрядников; параллельность колпачка и фланца. При наличии данных дефектов разрядники бракуются.

ОПН с изоляцией из полимерных материалов осматриваются на предмет наличия сколов, оплавлений материала, загрязнения поверхности и т.п. дефектов.

## Измерение сопротивления изоляции

Измерение сопротивления изоляции проводится перед включением в работу и при выводе в плановый ремонт оборудования, к которому подключены защитные аппараты, но не реже 1 раза в 6 лет. Кроме того, измерение сопротивления изоляции проводится ежегодно в преддверии грозовых периодов на тех разрядниках и ОПНах, которые служат для защиты электрооборудования от грозовых перенапряжений (ОРУ, РУ системы шин или секции).

Сопротивление разрядников РВН, РВП, РВО, GZ должно быть не менее 1000 МОм.

Сопротивление элементов разрядников РВС должно соответствовать требованиям заводской инструкции. Сопротивление элементов разрядников РВМ, РВРД, РВМГ, РВМК должно соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Сопротивление имитатора пропускной способности не должно отличаться более чем на 50% от результатов заводских измерений или предыдущих измерений в эксплуатации.

Сопротивление изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатывания должно быть не менее 1 МОм.

Сопротивление ограничителей перенапряжения с номинальным напряжением до 3 кВ должно быть не менее 1000 МОм.

Сопротивление ограничителей перенапряжения с номинальным напряжением 3—35 кВ должно соответствовать требованиям заводских инструкций.

Сопротивление ограничителей перенапряжения с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм и не должно отличаться более чем на  $\pm 30\%$  от данных, приведенных в паспорте или полученных в результате предыдущих измерений в эксплуатации.

## Измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении

Измерение проводится у разрядников с шунтирующими резисторами при вводе в эксплуатацию, а у разрядников с магнитным гашением дуги дополни-

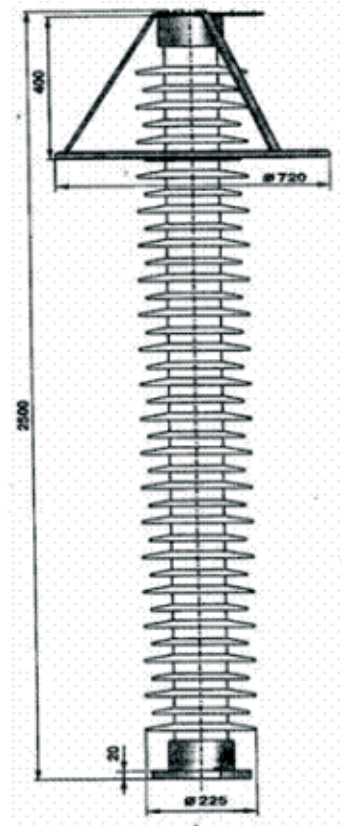


Рис. 7. ОПН-У/TEL 220 кВ

Таблица 1

Тип разрядника или элемента	Сопротивление (МОм)		Допустимое отклонение в эксплуатации от данных заводских испытаний или первоначальных измерений
	Не менее	Не более	
РВМ-3 РВМ-6 РВМ-10 РВМ-15 РВМ-20	15 100 170 600 1000	40 250 450 2000 10000	$\pm 30\%$
РВРД-3 РВРД-6 РВРД-10	95 210 770	200 940 5000	В пределах значений «не менее» и «не более»
Элемент разрядника РВМГ 110М 150М 220М 330М 400 500	400 400 400 400 400 400	2500 2500 2500 2500 2500 2500	$\pm 60\%$
Основной элемент разрядника РВМК-330, 500 Вентильный элемент разрядника РВМК-330, 500	150 0,010	500 0,035	$\pm 30\%$
Искровой элемент разрядника РВМК-330, 500	600	1000	$\pm 30\%$
Элемент разрядника РВМК-750М	1300	7000	$\pm 30\%$
Элемент разрядника РВМК-1150 (при температуре не менее 10°C в сухую погоду)	2000	8000	$\pm 30\%$



Таблица 2

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение (кВ)	Ток проводимости при температуре разрядника 200С (мкА)	
		Не менее	Не более
РВС-15	16	450	620
РВС-15*	16	200	340
РВС-20	20	450	620
РВС-20*	20	200	340
РВС-33	32	450	620
РВС-35	32	450	620
РВС-35*	32	200	340
РВМ-3	4	380	450
РВМ-6	6	120	220
РВМ-10	10	200	280
РВМ-15	18	500	700
РВМ-20	28	500	700
РВЭ-25М	28	400	650
РВМЭ-25	32	450	600
РВРД-3	3	30	85
РВРД-6	6	30	85
РВРД-10	10	30	85
Элемент разрядника РВМГ-110М, 150М, 220М, 330М, 400, 500	30	1000	1350
Основной элемент разрядника РВМК-330, 500	18	1000	1350
Искровой элемент разрядника РВМК-330, 500	28	900	1300
Элемент разрядника РВМК-750М	64	220	330
Элемент разрядника РВМК-1150	64	180	320

\* — разрядники для сетей с изолированной нейтралью и компенсацией емкостного тока замыкания на землю, выпущенные до 1975 года.

тельно не реже 1 раза в 6 лет. Внеочередное измерение тока проводимости проводится для окончательной оценки состояния разрядника в случае, когда при измерении мегаомметром обнаружено изменение сопротивления на величину, более указанной в таблице 1.

Значения допустимых токов проводимости вентильных разрядников приведены в таблице 2.

Примечание: для приведения токов проводимости разрядников к температуре +20°С следует внести поправку, равную 3% на каждые 10 градусов отклонения (при температуре выше 20°С поправка отрицательная).

### Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений

Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений производится:

#### 1. перед вводом в эксплуатацию:

- для ограничителей класса напряжения 3—110 кВ приложении наибольшего длительно допустимого фазного напряжения;
- для ограничителей класса напряжения 150, 220\*, 330, 500 кВ при напряжении 100 кВ частоты 50 Гц.

#### 2. в процессе эксплуатации:

- для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше без отключения от сети 1 раз в год перед грозовым периодом;

- для ограничителей, установленных в нейтрали трансформатора 110 кВ, при выводе его из работы, но не реже 1 раза в 6 лет;

- для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше при выводе из работы на срок более 1 месяца.

Предельные значения тока проводимости, при которых ограничитель выводится из работы, указаны в таблице 3.

### Проверка элементов, входящих в комплект приспособления для измерения тока проводимости ограничителя перенапряжений под рабочим напряжением

Проверка производится на отключенном от сети ограничителе перенапряжений.

Проверка электрической прочности изолированного вывода производится для ограничителей ОПН-330 и 500 кВ перед вводом в эксплуатацию и при выводе в ремонт оборудования, к которому подключен ограничитель, но не реже 1 раза в 6 лет.

Проверка производится при плавном подъеме напряжения частоты 50 Гц до 10кВ без выдержки времени.

Проверка электрической прочности изолятора ОФР-10—750 производится напряжением 24 кВ частоты 50 Гц в течение 1 минуты.

Измерение тока проводимости защитного резистора производится при напряжении 0,75 кВ частоты 50 Гц. Значение тока должно находиться в пределах 1,8—4,0 мА.



Таблица 3

Тип ограничителя перенапряжений	Наибольшее рабочее напряжение частоты 50 Гц (кВ)	Ток проводимости при температуре 20°C (мА)	
		Значение, при котором необходимо ставить вопрос о замене ограничителя	Предельные значения, при которых ограничитель должен быть выведен из работы
ОПН-110У1 ОПН-1-110ХЛ4 ОПН-110ПН	73 73 73	1,0 2,0 0,9	1,2 2,5 1,2
ОПН-150У1 ОПН-150ПН	100 100	1,2 1,1	1,5 1,5
ОПН-220У1 ОПН-1-220ХЛ4 ОПН-220ПН	146 146 146	1,4 2,0 1,3	1,8 2,5 1,8
ОПН-330 ОПН-330ПН	210 210	2,4 2,2	3,0 3,0
ОПН-500У1 ОПН-500ПН	303 303	4,5 3,4	5,5 4,5
ОПН-750 ОПНО-750	455 455	6,0 4,5	7,2 5,5

\*для ограничителей перенапряжения 220 кВ допускается измерять ток проводимости при напряжении 75 кВ частоты 50 Гц.

### Измерение пробивного напряжения вентильных разрядников

Измерение производится при наличии установки, обеспечивающей ограничение времени приложения напряжения.

Значение пробивных напряжений разрядников приведены в таблице 4.

### Проверка герметичности разрядников

Проверка герметичности производится в случае проведения капитального ремонта разрядника со вскрытием. Проверка производится при разрядении 300-400 мм рт. ст. измерение давления при перекрытом вентиле за 1—2 часа не должно превышать 0,5 мм рт. ст.

Таблица 4

Тип разрядника или элемента	Действующее значение пробивного напряжения при частоте 50 Гц (кВ)	
	Не менее	Не более
РВП, РВО-6	16	19
РВП, РВО-10	26	30,5
РВС-15	35	51
РВС-20	42	64
РВС-33	66	84
РВС-35	71	103
РВМ-6	14	19
РВМ-10	24	32
РВМ-15	33	45
РВМ-20	45	59
РВРД-3	7,5	9
РВРД-6	15	18
РВРД-10	25	30
Элемент разрядников РВМГ-110М, 150М, 220М, 330М, 400, 500	60,5	72,5
Основной элемент РВМК-330, 500	44,5	50
Искровой элемент разрядников РВМК-330, 500	76	81
Элемент разрядника РВМК-750М	163	196
Элемент разрядника РВМК-1150	181	212

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

## Условия испытаний и измерений

Испытание разрядников и ОПН производят при температуре окружающей среды не ниже +20°C, если температура отличается от этого значения, то в результаты испытаний вводят поправочный коэффициент.

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

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

## Средства измерений

Измерение сопротивления изоляции разрядников производят:

- на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением менее 3 кВ — мегаомметрами на напряжение 1000 В.
- на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением 3 кВ и выше — мегаомметрами на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатываний измеряется мегаомметром на напряжение 1000—2500 В.

Измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении производится с использованием испытательных установок, которые обеспечивают пульсацию выпрямленного напряжения при испытании не более 5%. При отсутствии установок с такими характеристиками используют установки типа АКИ-50 или АИИ-70, применяя для сглаживания пульсации специальные приспособления (схема представлена на рисунке). При этом необходимо уделять внимание измерению тока проводимости в первичной цепи измерительного трансформатора.

Измерение тока проводимости ОПН производится с применением испытательных установок АИИ-70, АИД-70, в состав которых входят: высоковольтный трансформатор, регулирующий элемент и средства измерений.

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

## Порядок проведения испытаний и измерений

### Измерение сопротивления изоляции

Схема для измерения сопротивления изоляции вентильных разрядников и ОПНов представлена на рис. 8.

### Измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении

Схема для измерения токов проводимости вентильных разрядников представлена на рис. 9.

Выпрямленное напряжение для измерения токов проводимости разрядников получают от испытательной установки соответствующего напряжения.

Значение сопротивления защитного резистора выбирают в соответствии с характеристикой испытательного трансформатора. Для измерений токов используют магнитоэлектрический микроамперметр, который включают в цепь заземления разрядника. Для измерения выпрямленного напряжения применяют вольтметры с добавочным резистором.

Измерение испытательного напряжения по вольтметру в первичной цепи испытательного трансформатора с пересчетом напряжения по коэффициенту трансформации при холостом ходе недопустимо, так как при этом не учитывается искажение формы кривой напряжения, а также падение напряжения в обмотках трансформатора и в защитных резисторах.

Результат измерения токов проводимости вентильных разрядников с шунтирующими резисторами в значительной мере зависит от глубины пульсации выпрямленного напряжения.

Для уменьшения пульсации выпрямленного напряжения применяются сглаживающие конденсаторы, значения емкости которых выбираются в соответствии с таблицей 5.

В качестве сглаживающих конденсаторов могут быть использованы любые, в частности косинусные конденсаторы на номинальное напряжение 10,5 кВ. При испытаниях разрядников 15 кВ и выше необходимо включать два конденсатора последовательно.

При проведении испытания с использованием испытательной установки АИД-70 для достоверности необходимо выполнить два измерения: первое измерение необходимо выполнить после подключения сглаживающего конденсатора и зафиксировать ток (без подключения разрядника),

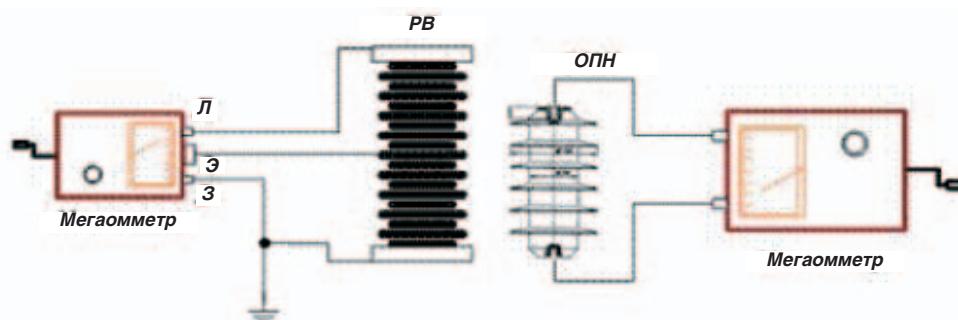
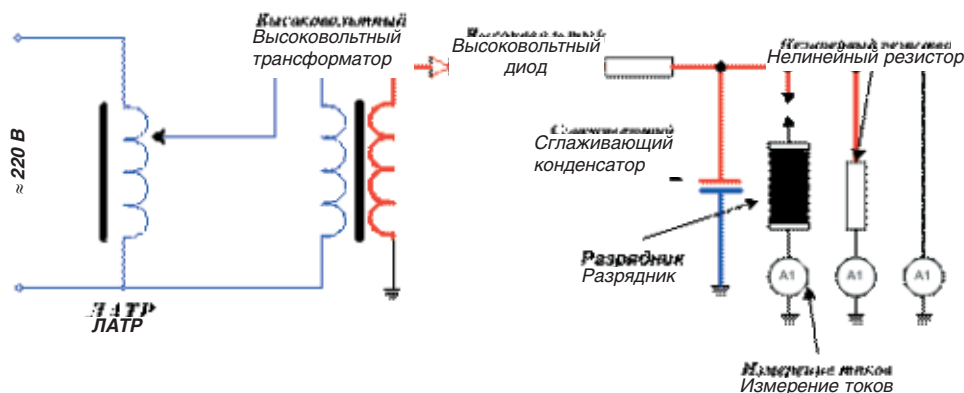


Рис. 8. Измерение сопротивления изоляции разрядников и ОПН



**Рис. 9. Измерение токов проводимости разрядников**

и второй опыт проводится уже с подключенным разрядником, и из общего тока утечки вычитается зафиксированное значение тока после проведения первого опыта. Разница между токами будет действительным током утечки разрядника.

Измерение токов проводимости вентильных разрядников следует производить после дождливого периода в сухую погоду при температуре выше +15°C.

Поверхность фарфоровых деталей разрядников должна быть чистой и сухой. Перед измерениями фарфор должен быть протерт тряпкой, смоченной в бензине.

### Измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений

Схема для измерения токов проводимости ОПН представлена на рис. 10.

Измерение пробивного напряжения вентильных разрядников проводится по схеме на рис. 10 с обеспечением ограничения времени приложения напряжения на испытываемый объект.

### Обработка данных, полученных при испытаниях

Первичные записи рабочей тетради должны содержать следующие данные:

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

Все данные испытаний сравниваются с требованиями НТД и на основании сравнения выдается заключение о пригодности объекта к эксплуатации.

### Меры безопасности при проведении испытаний и охрана окружающей среды

Пред началом работ необходимо:

- Получить наряд (разрешение) на производство работ.
- Подготовить рабочее место в соответствии с характером работы: убедиться в достаточности принятых мер безопасности со стороны допускающего (при работах по наряду) либо принять все меры безопасности самостоятельно (при работах по распоряжению).

• Подготовить необходимый инструмент и приборы.

• При выполнении работ действовать в соответствии с программами (методиками) по испытанию электрооборудования типовыми или на конкретное присоединение. При проведении высоковольтных испытаний на стационарной установке действовать в соответствии с инструкцией.

Пред окончанием работ необходимо:

- Убрать рабочее место, восстановив нарушенные в процессе работы коммутационные соединения (если таковое имело место).
- Сдать наряд (сообщить об окончании работ руководителю или оперативному персоналу).
- Сделать запись в рабочую тетрадь для последующей работы с полученными данными.
- Оформить протокол на проведенные работы

Проводить измерения с помощью мегаомметра разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнической лаборатории. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения проводятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В — по распоряжению.

**Таблица 5**

Тип разрядника	Номинальное напряжение (кВ)	Наименьшее рекомендуемое значение емкости (мкф)
РВС	15—220	0,1
РВМ	3—35	0,2
РВРД	3—10	0,2
Элемент разрядника РВМГ	—	0,2

# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

В тех случаях, когда измерения мегаомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей (штанг). В электроустановках напряжением выше 1000 В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

## Проведение работ с подачей повышенного напряжения от постороннего источника при испытании разрядников

К проведению испытаний электрооборудования допускается персонал, прошедший специальную подготовку и проверку знаний и требований, содержащихся в разделе 5.1 Правил безопасности, комиссией, в состав которой включаются специалисты по испытаниям электрооборудования с соответствующей группой.

Испытания электрооборудования, в том числе и вне электроустановок, проводимые с использованием передвижной испытательной установки, должны выполняться по наряду.

Проведение испытаний в процессе работ по монтажу или ремонту оборудования должно оговариваться в строке «Поручается» наряда.

Испытания электрооборудования проводит бригада, в составе которой производитель работ должен иметь

группу IV, член бригады — группу III, а член бригады, которому поручается охрана, — группу II.

Массовые испытания материалов и изделий (средства защиты, различные изоляционные детали, масло и т.п.) с использованием стационарных испытательных установок, у которых токоведущие части закрыты сплошным или сетчатым ограждениями, а двери снабжены блокировкой, допускается выполнять работнику, имеющему группу III, единолично в порядке текущей эксплуатации с использованием типовых методик испытаний.

Рабочее место оператора испытательной установки должно быть отделено от той части установки, которая имеет напряжение выше 1000 В. Дверь, ведущая в часть установки, имеющую напряжение выше 1000 В, должна быть снабжена блокировкой, обеспечивающей снятие напряжения с испытательной схемы в случае открытия двери и невозможность подачи напряжения при открытых дверях. На рабочем месте оператора должна быть предусмотрена отдельная световая, извещающая о включении напряжения до и выше 1000 В, и звуковая сигнализация, извещающая о подаче испытательного напряжения. При подаче испытательного напряжения оператор должен стоять на изолирующем ковре.

Передвижные испытательные установки должны быть оснащены наружной световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при наличии напряжения на выводе испытательной установки.

Допуск по нарядам, выданным на проведение испытаний и подготовительных работ к ним, должен быть выполнен только после удаления с рабочих мест других бригад, работающих на подлежащем испытанию оборудовании, и сдачи ими нарядов допускающему. В электроустановках, не имеющих местного дежурного персонала, производителю работ разрешается после удаления бригады оставить наряд у себя, оформив перерыв в работе.

При необходимости следует выставлять охрану, состоящую из членов бригады, имеющих группу III, для предотвращения приближения посторонних людей к испытательной установке, соединительным проводам и испытательному оборудованию. Члены бригады, несущие охрану, должны находиться вне ограждения и считать испытываемое оборудование находящимся под напряжением. Покинуть пост эти работники могут только с разрешения производителя работ.

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

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

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

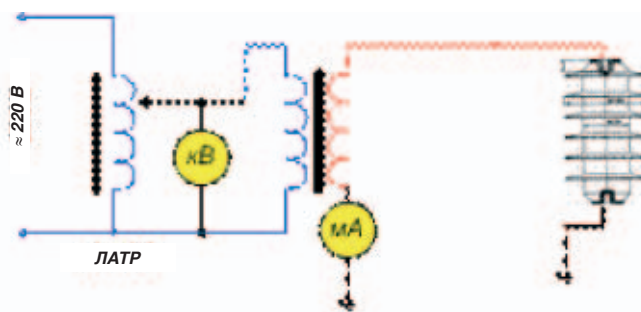


Рис. 10. Измерение тока проводимости ОПН

При сборке испытательной схемы прежде всего должно быть выполнено защитное и рабочее заземление испытательной установки. Корпус передвижной испытательной установки должен быть заземлен отдельным заземляющим проводником из гибкого медного провода сечением не менее 10 мм<sup>2</sup>. Перед испытанием следует проверить надежность заземления корпуса.

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

Сечение медного провода, применяемого в испытательных схемах заземления, должно быть не менее 4 мм<sup>2</sup>.

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

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

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

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

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

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

Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- Проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений;
- Проверить, все ли члены бригады и работники, назначенные для охраны, находятся на указанных им местах, удалены ли посторонние люди и можно ли подавать испытательное напряжение на оборудование;
- Предупредить бригаду о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано всеми членами бригады, снять заземление с вывода испытательной установки и подать на нее напряжение 380/220 В.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением, и проводить какие-либо пересоединения в испытательной схеме и на испытываемом оборудовании не допускается.

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле, входить и выходить из передвижной лаборатории, прикасаться к кузову передвижной лаборатории.

После окончания испытаний производитель работ должен снизить напряжение испытательной установки до нуля, отключить ее от сети напряжением 380/220 В, заземлить вывод установки и сообщить об этом бригаде словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки и снимать ограждения.

высокотехнологичного производства и создание рабочих мест в Российской Федерации.

Ассоциация производителей современных изоляционных материалов «Росизол» заявляет о том, что будет выявлять факты несоответствия свойств продукции заявленным характеристикам и доводить данную информацию до сведения потребителей.

Ассоциация «Росизол» предостерегает потребителей, строителей и инвесторов от использования низкокачественной и контрафактной продукции ряда китайских производителей и призывает приобретать только сертифицированную качественную продукцию от надежных компаний-производителей.

#### Краткая справка:

Ассоциация производителей современных изоляционных материалов «Росизол» объединяет ведущих производителей высококачественных строительных материалов: Isover, Knauf, Linerock, Rockwool, URSA.

Ключевой целью ассоциации является популяризация энергосберегающих технологий, современных строительных решений, основанных на применении высококачественных материалов. Ассоциация осуществляет деятельность, направленную на пропаганду и продвижение современных стандартов качества теплоизоляционных материалов.

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

## НОВАЯ СЕРИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Автоматические переключатели серии 3SAQ5 корпорации SASSIN — это новое устройство автоматического включения резервного питания в сетях электроснабжения, которое полностью управляет операциями автоматического переключения между выключателями основной и резервной линий. При неисправности основной линии ее автоматический выключатель отключается в соответствии с уставками задержек, включается генератор и замыкается автоматический выключатель резервной линии. Все переключатели имеют металлический корпус, выдерживающий до 100А.

Серия 3SAQ3 автоматических силовых переключателей подходит для



# ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Заказчик \_\_\_\_\_  
 Объект \_\_\_\_\_

Дата проведения испытания:  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2004г.

## Протокол № \_\_\_\_ испытания вентильных разрядников и ОПН

### 1. Паспортные данные:

Тип	Номинальное линейное напряжение 1 элем., кВ	Конструктивное выполнение		Дополнительные данные
		число элементов на фазу	ном. напр. элем. на фазу (кВ)	

### 2. Результаты испытаний:

Место установки	Фаза	Порядковый № элемента, считая сверху	Зав. № элемента и показания регистратора	Сопrotивление изоляции, (МОм)	Измерение токов проводимости (утечки)		Пробивное напряжение промышлен. частоты, (кВ)
					выпрямл. напряж (кВ)	ток провод. (мкА)	

### 3. Условия окружающей среды при проведении измерений:

- 3.1. Температура воздуха +20 °С  
 3.2. Влажность 75 %  
 3.3. Атмосферное давление 750 мм. рт. ст.

### 4. Нормативный документ: ПТЭЭП.

### 5. Измерительные приборы:

Наименование	Тип	Зав. №	Характеристики		Дата поверки
			Диапазон	Погрешность	

6. Дополнительные испытания: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 7. Заключение на соответствие требованиям НТД:

*Данные измерений и испытаний соответствуют нормам НТД.*  
 \_\_\_\_\_  
*Годнo к эксплуатации.*

8. Примечание: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Испытания произвели: «\_\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_»  
 «\_\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_»  
 Начальник электролаборатории «\_\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_»  
 (подпись) (фамилия)

Отчет №	Протокол №	Страница протокола	Страниц протокола	Страница отчета
		1	1	



# СТОИМОСТЬ ЭНЕРГОЗАТРАТ МОЖНО УМЕНЬШИТЬ, УПРАВЛЯЯ НАГРУЗКОЙ

*Суммарное потребление электроэнергии определяется не только током нагрузки, но и способом потребления мощности. Сдвиги времени подключения нагрузки можно использовать для снижения стоимости потребляемой энергии.*

**З**атраты на энергию можно снизить, эффективным средством для этого является управление коммутацией нагрузки.

«Цель регулирования нагрузки состоит в том, чтобы постоянно снижать потребление энергии в процессе производства, — говорит Герман Редер, руководитель отдела планирования на предприятии Freudenberg Service KG в Вайнгейм (Германия). — И это не нарушая производственного процесса и не ухудшая качества продукции».

Чтобы достичь этой цели начинают с детальных исследований на каждом участке системы регулирования нагрузки. Так как, только имея реальные показатели энергопотребления, можно предложить конкретные мероприятия по эффективному использованию энергии. Для системы регулирования важен анализ потребления энергии каждые 15 минут. Энергоснабжающие компании используют эти данные для расчета цены на предоставленную мощность. Так, они измеряют кумулятивное среднее значение потребляемой энергии в течение 15 мин, а для расчета цены используют наибольшее из этих средних значений за месяц.

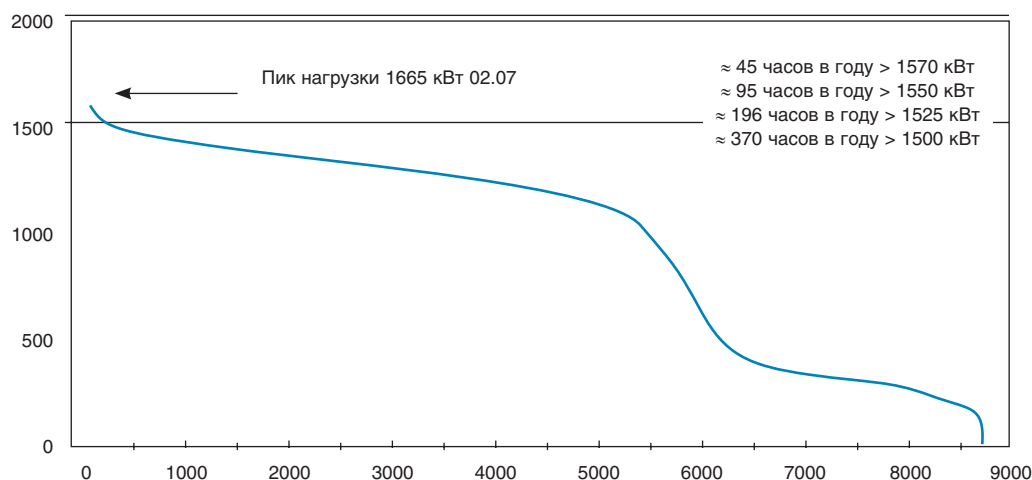
Некоторые поставщики идут дальше, беря для расчетов не максимальное среднее значение за месяц, а наибольшее среднее значение потребления энергии за год.

«Отсюда легко представить, как высоко может подскочить стоимость энергии, — говорит Ремер, — если одиночный пик нагрузки положить в основу расчета потребленной энергии!»

«Хорошая система управления нагрузкой снижает потребляемую мощность и одновременно — стоимость энергии. При этом исходят из того, чтобы пики нагрузки сдвинуть в области ее провалов или во временные интервалы, где потребление мало. Общий объем затраченной энергии в таком случае сохраняется неизменным в определенных пределах. Это напоминает работу бульдозера по сглаживанию неровностей почвы — пиков нагрузки.

### **В качестве исходных взяты данные о нагрузке за последние два года**

Первым шагом в реализации регулирования нагрузки является оценка режима работы предприятия. При этом используются показатели поставщиков электроэнергии, а также характеристики нагрузки за последние два года. За этот период определяют наибольшие значения нагрузки в каждые три месяца, чтобы из них рассчитать наибольшее значение потребления за год, как среднее значение квартальных средних значений.



**Рис. 1. Число часов в году**

Годовая характеристика электрической нагрузки показывает в течение скольких часов в году происходит превышение определенных значений потребления. «С ее помощью можно найти, с какой величины потребляемой энергии (или с какого предела) экономически целесообразно применять регулирование нагрузки», — говорит Вайт Грюневальд, сотрудник отдела планирования Freudenberg Service KG.

Рассмотрим, например, кривую графика нагрузки выбранного года для конкретного предприятия, которая показывает, что в течение 45 часов в году происходит превышение значения 1570 кВт, это соответствует 180 четвертьчасовым промежуткам времени, в которые регулированием нужно выравнять нагрузку (рис. 1). Подробное рассмотрение графика для дня пика нагрузки показывает отчетливые броски тока в рабочие часы перед обедом, которые существенно превышают нормальное дневное потребление. При этом в процессе производства потребляемая мощность достигает 1700 кВт, что почти равно максимальному значению, определяемому поставщиком энергии. Но, так как указанные броски нагрузки кратковременны, с поставщиком обычно договариваются о меньшем значении потребляемой мощности, которое берется для расчетов расхода энергии. И это значение гарантированно обеспечивается действием системы регулирования нагрузки.

Сравнение суточных графиков нагрузки в конце недели и в рабочие дни на рассматриваемом предприятии показывает, что нагрузка в выходные дни составляет 25% нагрузки рабочего дня. Однако Грюневальд считает эту нагрузку слишком высокой: «Она должна составлять максимум 10% среднего значения за неделю, что равно приблизительно 150 кВт». Разумеется, система регулирования нагрузки в этом случае отключает часть неответственных потребителей.

После того, как получен общий вид графика нагрузки, приступают к его детализации: рассматриваются конкрет-

ные группы потребителей, и для них определяются средние значения нагрузки на каждом 15-минутном интервале в течение года.

Нагрузка разделяется на двигательную (электропривод) и отопительную. Это разделение очень важно, так как отопительная нагрузка обладает большим потенциалом для экономии энергии.

В нашем примере вся присоединяемая мощность разделяется на 3000 кВт — мощность двигателей, — и 2000 кВт — отопительная нагрузка. Здесь имеются большие возможности для регулирующих отключений.

Грюневальд рекомендует распределить затраты на потребленную энергию и электрическую мощность по зонам таким образом, чтобы расход энергии каждого участка технологического процесса на предприятии соответствовал определенной зоне. При этом отфильтровываются энергоинтенсивные зоны.

Сброс нагрузки в нашем случае означает сдвиг ее в другой интервал времени графика нагрузки. На практике это означает отключение части электрооборудования, т.е. его электроснабжение на несколько минут прерывается. Однако какое электрооборудование можно отключить без проблем, без отрицательного влияния на производственный процесс?

Чтобы это определить, нужно до конца измеряемого периода непрерывно рассчитывать среднее значение нагрузки каждого четвертьчасового периода на основании постоянно определяемых мгновенного значения мощности и величины потребленной энергии.

Вычислитель нагрузки рассчитывает разность между действительной мощностью нагрузки и ее предельным допустимым значением. Таким образом определяется мощность электрооборудования, которое должно быть отключено или подключено системой регулирования нагрузки. Так обеспечивается предельная для данного промежутка времени величина электропотребления.

Для того, чтобы исключить ненужные отключения оборудования и эффективно реагировать на изменения нагрузки, вычислитель нагрузки должен как можно подробнее протоколировать сообщения о работе потребителей. Кроме того, необходим диалог с потребителями. Только в таком случае можно установить, какая машина должна быть отключена на 5 минут с тем, чтобы не допустить ухудшения качества продукции.

На основании данных о реальном состоянии оборудования и диалога с электропотребителями определяется нагрузка, которую можно отключать.

Эта нагрузка распределяется по группам: оборудование, отключаемое без проблем; потребители, которые после отключения должны быть снова подключены на основании определенных критериев (например, по условию минимальной температуры); оборудование, которое после отключения можно не подключать совсем.

Сброс нагрузки осуществляется, таким образом, не по жестко установленной схеме, а дифференцированно: для каждой группы потребителей свободно устанавливается, в какой момент и на какое время они должны быть отключены.

## **Сброс нагрузки осуществляется ступенчато и по принятым критериям**

Сброс нагрузки на практике осуществляется следующим образом. На каждом 15-минутном интервале устройство отключения отслеживает тенденцию изменения нагрузки в течение первых 8 минут. В случае потребления энергии, большей установленного граничного значения, отключается первая группа потребителей с наименьшим приоритетом. Если необходимо, с учетом тенденции изменения нагрузки в течение 20—30 секунд отключаются последующие группы потребителей. Одна группа потребителей остается отключенной не более 5 минут.

В конце измеряемого периода снова подключаются все группы потребителей, и снова отслеживается тенденция изменения нагрузки. Для того, чтобы не нарушить производственный процесс, оборудование отключается на возможно короткое время.

Успех регулирования нагрузки зависит напрямую не только от качества анализа и компетентных сообщений, но, главным образом, от доверия пользователей системы. Так как при ухудшении качества продукции или неудовлетворительной надежности режима работы претензии будут предъявлены, скорее всего, к кратковременным остановкам машин, связанным с системой регулирования нагрузки. Пользователь, поэтому, должен быть готовым к обслуживанию системы регулирования, отвечать за ее исправность, обучаться работе с ней или нести затраты на обслуживание со стороны.

Получение данных и рекомендаций о состоянии потребителей, как правило, связано с относительно небольшими материальными и финансовыми затратами. Затраты на анализ, по сравнению с возможной экономией энергии и расчетов за нее, малы и амортизируются быстро.

В рассматриваемом примере имеем 46 потребителей с мощностью более 2 кВт, а в сумме 70 потребителей, которые могут участвовать в сбросе нагрузки. Свыше 70% потребителей принадлежит к группе, которую можно отключать без проблем, и только немногим более 2% потребителей относится к группе, которую можно не подключать снова.

Суммарно расчетная отключаемая мощность всех потребителей составляет 230 кВт. При стоимости одного киловатта в 90 евро, годовая экономия составит свыше 20 тыс. евро.

Чтобы определить, стоит ли применять регулирование нагрузки на собственном предприятии, нужно связанные с этим затраты сравнить с расчетным потенциалом экономии. Как правило, получить такие расчеты нетрудно. При этом важно иметь в виду надежность работы оборудования.

Если доработка, связанная с техникой регулирования нагрузки, на оборудовании необходима, можно договориться с заводами-изготовителями о внесении таких изменений.

Для того, чтобы установить и эксплуатировать систему регулирования нагрузки, недостаточно только единовременных затрат, так как каждое новое оборудование, каждый новый потребитель, которые предполагается использовать на предприятии, должен быть оценен в отношении такого регулирования и соответственно подключен к системе.

## **Оборудование должно быть подготовлено для регулирования нагрузки**

Уже при приобретении электропотребителя должна быть предусмотрена секция шины для регулирования нагрузки, например, через управление по хранимой в памяти программе производственных машин. Так как более поздняя установка таких устройств может оказаться неизмеримо дороже. Систему регулирования нагрузки нужно устанавливать при остановленном оборудовании.

При выборе системы и ее компонентов, советует Ремер, нужно согласовывать ее программное и аппаратное обеспечение с уровнем потребляемой энергии на предприятии. Регулирование нагрузки не должно быть дорогим. Критерием выбора должно быть число задействованных потребителей. Лучше всего поменьше использовать потребителей с большой единичной мощностью, но и большое число отключаемых потребителей должно обсчитываться и оцениваться.

При этом нужно иметь в виду, что система пригодна для расширения, если новые потребители смогут без проблем быть встроены в нее. Для этого могут быть использованы уже установленные системы шин или именуемые сети передачи данных.

*Материал для журнала «Главный энергетик» предоставлен редакцией журнала Instandhaltung*





**Д.В. Парфентьев ,  
Б.А. Иванов,  
к.т.н., доцент кафедры  
ЭАТП УГТУ Ухта,  
ООО «Газпромтрансгаз Ухта»**

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

### **Предпосылки внедрения низковольтных ЧРП на объектах водоснабжения**

Вопросы энергосбережения, улучшения показателей качества технологических процессов в последние годы весьма актуальны и требуют грамотных научно-технических решений. В существующих условиях доля электрической энергии, потребляемой электродвигателями, достигает 70% от затрат на доставку воды потребителям. Внедрение ЧРП на насосные станции позволит существенно снизить потребляемую электроприводом электроэнергию. Также следует отметить технико-экономические показатели ЧРП, такие как: плавный пуск насосов (отсутствие гидравлических ударов в трубопроводе, снижение напора), высокая надежность работы насосных агрегатов, автоматизация и диспетчерское управление, полная электрическая защита электродвигателя, и т.д., что в отдельных случаях имеет особое значение по отношению к прямой экономии. Частотно-регулируемый электропривод позволяет оптимизировать характеристики трубопроводной сети (давление, расход или температура) в соответствии с текущими требованиями, экономить тепло в системах горячего водоснабжения за счет снижения потерь и постоянной циркуляции воды, продлить ресурс теплофикационного и электротехнического оборудования, уменьшить затраты на ремонтные работы.

Вышеназванные задачи имеют технический, организационный и финансовый характер, от их решения зависит

качество проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации ЧРП. Внедрение частотно-регулируемого привода на насосных станциях условно можно разбить на несколько этапов и подразделов, в каждом из них есть свои особенности и очередность. Рассмотрим основные аспекты внедрения ЧРП, выделяя критерии технической и экономической целесообразности. На рис.1 приведены последовательные шаги по внедрению частотно-регулируемого привода на объектах водоснабжения.

### **Техническое обследование трубопроводной сети**

Подавляющее большинство водоснабжающих насосных станций было спроектировано с использованием принципа дросселирования водного потока, который основан на управлении производительности насосного агрегата с помощью запорной арматуры. Этот способ экономически невыгоден, хотя и довольно удобен с точки зрения эксплуатации. Для технико-экономического обоснования внедрения ЧРП необходимо провести обследование трубопроводной сети с целью выявления фактических энергозатрат при работе насосных агрегатов (рис. 2). Часто на станциях установлены насосы с характеристиками, превышающими текущие потребности водоснабжения. Этот запас, зарезервированный на возможное расширение трубопроводной сети, гасится посредством задвижек. Переменный характер

расхода или давления в трубопроводе также косвенно указывает на необходимость регулирования производительности насоса.

В связи с этим, при наблюдении за работой сети водоснабжения необходимо учесть ряд факторов, возникающих при использовании этого метода:

- количество энергии, теряемое на задвижке;
- потребление электроэнергии при работе электродвигателя;
- качественное и своевременное измерение рабочих характеристик насоса.

Началом проектирования систем автоматизации и управления насосных станций является определение потребности, временного интервала, а также диапазона регулирования характеристик трубопровода (расход  $Q$ , давление  $P$ , температуры  $T$ ). С этой целью проводят исследование и наблюдение (технический мониторинг) трубопроводной сети: выполняют замеры давления, расхода, в тепловых сетях — температуры. Для получения полноценной картины работы трубопровода замеры рекомендуется выполнять через определенные интервалы в течение заданного промежутка времени, учитывая неравномерный характер пиковых значений водозабора потребителей; также следует измерять активную мощность электродвигателя в те же интервалы времени. Для удобства анализа данных, результаты замеров следует заносить в табличной форме. Согласно замерам впоследствии несложно построить графики изменения давления, производительности насоса, мощности двигателя; рассчитать потери мощности на запорной арматуре и электродвигателе при дроссельном регулировании.

## Разработка технического задания

Следующим этапом проектирования насосных станций должна стать разработка технического задания (ТЗ), включающего в себя технические характеристики частотно-регулируемого привода, показатели качества регулирования, технико-экономичес-



Рис. 1. Аспекты внедрения ЧРП на объектах водоснабжения

кие требования, обоснованный выбор оборудования, степень автоматизации и диспетчеризации, влияние ЧРП на электрическую сеть, подготовку нормативно-технической документации и т.д. Основой для разработки ТЗ являются результаты анализа технического обследования трубопроводной сети и насосного парка станции, технических требований и экономических возможностей эксплуатирующей организации.

Выбор комбинации насосов и способа регулирования в зависимости от характеристики объекта определяет индивидуальный расчет текущей рабочей точки и, соответственно, текущее энергопотребление по каждому насосу и характеристики насосной станции в целом. В подавляющем большинстве на насосных станциях реализован следующий принцип работы насосных агрегатов: один (два) в работе, второй (третий) — в резерве, третий (четвертый) — в ремонте. Для таких вариантов работы насосного оборудования как нельзя лучше подходят станции группового управления частотным электроприводом (СГУ-ЧЭ), работающие в автоматическом режиме. В таких станциях используется один преобразователь частоты для группы насосных агрегатов; регулирование производительности насоса происходит на одном насосе, в случае увеличения водоразбора подключаются резервные насосы (каскадное регулирование давления и расхода). Благодаря преобразователю частоты (ПЧ) происходит плавный пуск насосов, в трубопроводе отсутствуют гидравлические удары,

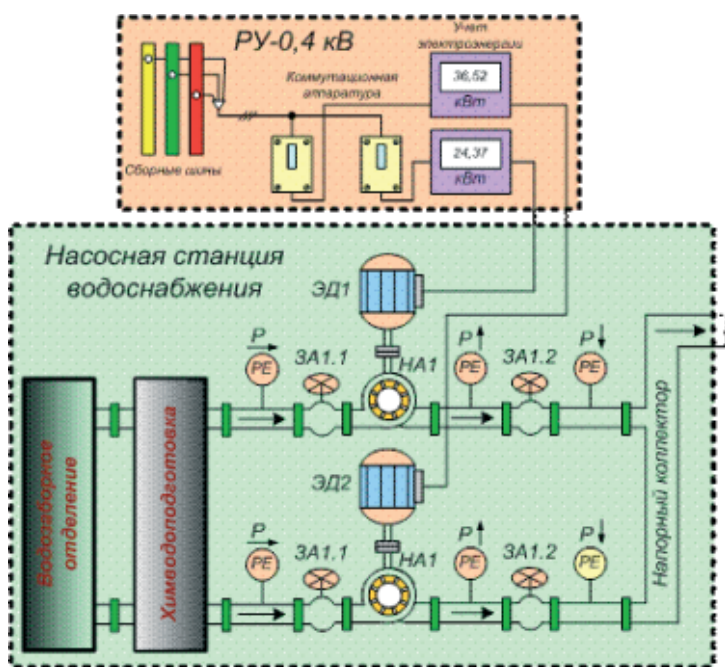


Рис.2. Функциональная схема работы насосной станции без ЧРП

а в сети электроснабжения большие пусковые токи; логический контроллер, входящий в состав СГУ-ЧЭ, позволяет выполнять выдачу управляющих воздействий на объекты станции, а панель управления и сигнализации (видеотерминал) обеспечивает ручное управление и контроль над насосной станцией, визуальный контроль нормальных и аварийных режимов работы станции. Использование ПЧ и контроллера позволяет реализовать необходимые алгоритмы автоматизации и сопряжение СГУ-ЧЭ с информационно-управляющими SCADA-системами предприятия.

По требованиям ТЗ разрабатываются структурные, функциональные и принципиальные электрические схемы; составляется и обрабатывается модель системы управления и регулирования ЧРП, подготавливается нормативная и техническая документация.

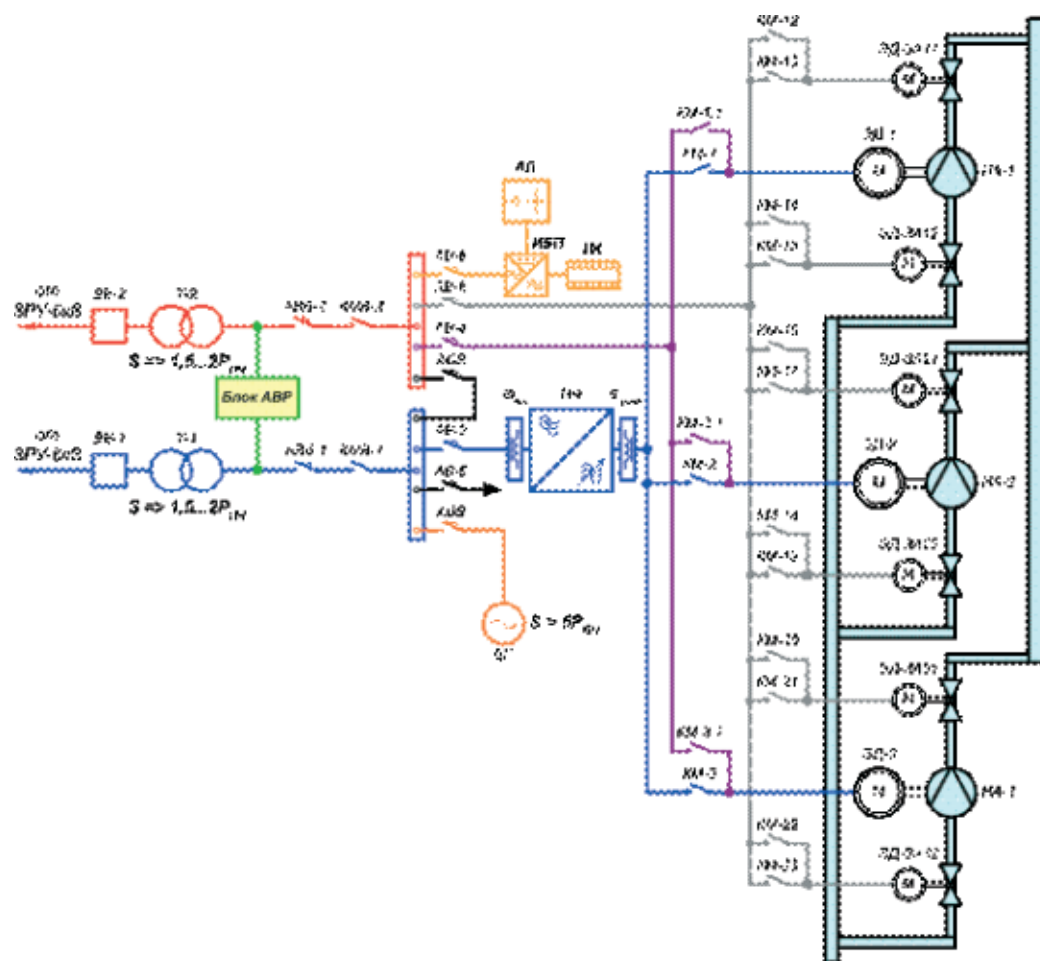


Рис. 3. Совмещенная схема электроснабжения насосной станции

## Электроснабжение станции управления ЧРП

При проектировании СГУ-ЧЭ также нужно учитывать необходимость изменения схемы электроснабжения насосной станции для обеспечения надежности питания оборудования. Использование двух независимых питающих линий с устройством автоматического включения резерва (АВР) позволит снизить вероятность полного отключения электрооборудования станции (ПУЭ 1.2.17). Также на базе устройства АВР реализуются защиты от токов короткого замыкания и перегрузок, от повышения/понижения напряжения, небаланса фаз и неправильного чередования фаз.

Мощность питающих трансформаторов должна обеспечивать отклонение напряжения от номинального на величину не более  $\pm 10\%$  и компенсировать воздействие гармонических токов. Схожие требования относятся и к локальным источникам мощности — автономным электростанциям. Полная мощность питающего дизель-генератора должна перекрывать 5 раз мощность преобразователя частоты [1].

В связи с тем, что электрическая сеть подвержена различным негативным функциональным изменениям (отклонения, колебания, несимметрия напряжений), для работы логического контроллера необходимо предусмотреть наличие электронного стабилизатора напряжения либо источника бесперебойного питания (UPS). Ошибочная выдача управляющих сигналов вследствие колебаний напряжения может привести к серьезной аварии на трубопроводе или недотпуску воды потребителям. Управление преобразователем частоты, электродвигателями, коммутационными аппаратами, запорной арматурой должно быть независимо от качества питающей сети и по возможности должно иметь резервный источник питания. На рис. 3 приведена совмещенная схема электроснабжения насосной станции, которая отражает типовое построение станции группового управления электродвигателями на базе преобразователя частоты и логического контроллера.

**Уровень автоматизации и диспетчерское управление ЧРП** зависят от реальных требований технологического процесса, удаленности объекта, наличия и количества обслуживающего персонала, финансовых возможностей заказчика и др. При определении объема автоматизации сооружений водоснабжения учтены производительность, режим работы, степень ответственности, требования к надежности, перспектива сокращения численности обслуживающего персонала, улучшение условий труда работающих, а также снижение потребления электроэнергии, расхода воды и реагентов [2].

Потенциальные решения автоматического управления предусматривают работу СГУ-ЧЭ по заданным алгоритмам регулирования в автоматическом режиме, с возможностью дистанционного управления и контроля над работой комплекса водоснабжения. Эти задачи осуществляются с помощью каналов связи между СГУ-ЧЭ и диспетчерским пунктом, с отображением насосной станции и трубопроводов в виде мнемосхемы на панели или программы управления (ПУ) на ПЭВМ диспетчера, контролирующего и управля-

ющего объекты водоснабжения в режиме реального времени. На ПУ должна быть предусмотрена индикация всех режимов работы (автоматический, ручной, аварийный) СГУ-ЧЭ и параметров технологического процесса, а также сигнализация по электропитанию.

Неотъемлемой частью автоматического управления СГУ-ЧЭ является использование **алгоритмов «выживания»**. Работа таких алгоритмов должна не допускать выход из строя электрических машин, датчиков, электропривода задвижек, трубопроводов, котлов, накопительных емкостей и другого оборудования. Вариантов алгоритмов спасения функций электротехнического и технологического оборудования объектов водоснабжения **великое** множество и, несомненно, их обязательно следует учитывать при проектировании систем автоматического управления ЧРП. В качестве примера таких алгоритмов можно предложить схемные решения:

- предохранение запорной арматуры от заклинивания;
- исключение снижения уровня воды в накопительных резервуарах;
- отключение насосных агрегатов при прорывах или закупорки трубопроводов, а также предотвращение «сухого хода»;
- защита от затопления, пожара оборудования или критического снижения температуры на объекте;
- защита от отклонений показателей качества электроэнергии;
- автоматическая защита от обрыва каналов связи с датчиками;
- автоматический перепуск двигателей через заданные интервалы времени;
- защита от перегрева преобразователя частоты и электродвигателя.

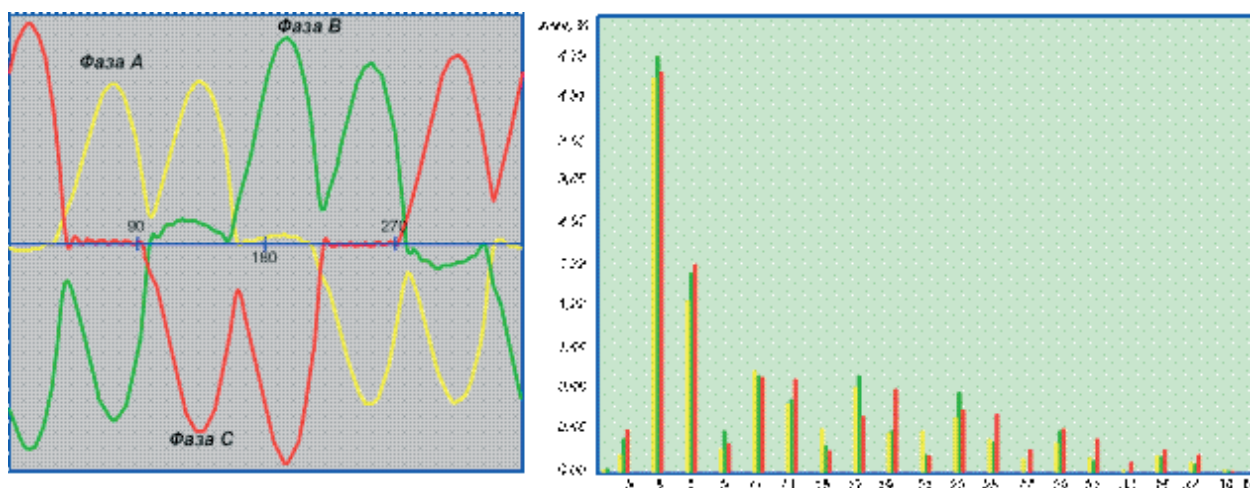
Для систем водоснабжения, сооружения которых территориально разобщены, следует предусматривать диспетчерское управление, выполняющее:

- оперативное управление и контроль технологического процесса и оборудования;
- поддержание необходимых режимов работы СГУ-ЧЭ и оптимизацию технологических параметров;
- своевременное обнаружение, локализацию и устранение аварий.

## Оценка влияния ЧРП на качество электроэнергии

Исследования и опыт эксплуатации показывают, что частотно-регулируемые асинхронные электроприводы вносят ряд особенностей при построении схем электроснабжения и оказывают влияние на протекание электромагнитных и электромеханических процессов в установившихся и динамических режимах работы энергосети. Преобразователи частоты представляют собой установки, содержащие устройства силовой электроники с нелинейными вольтамперными характеристиками. Процессы высокочастотной коммутации IGBT-транзисторов сопровождаются скачкообразным изменением параметров цепей, при-





**Рис. 4. Осциллограммы токов (выход ПЧ) и графики амплитудных спектров напряжений (ввод ПЧ)**

водят к искажениям форм напряжения и тока, как в сети электроснабжения, так и в электродвигателях. Искажения сопровождаются генерированием высших гармоник, перенапряжениями на статоре двигателя и в кабельных линиях (рис. 4).

Наличие высших гармонических составляющих приводит к перегреву оборудования распределенной сети электропитания, снижению  $\cos \varphi$ , снижению электрического и механического КПД, ухудшению характеристик защитных автоматов и завышению требуемой мощности автономных энергетических установок. Несинусоидальность напряжения и тока вызывает в трансформаторах увеличение потерь мощности; сокращается срок службы изоляции электрооборудования. Оптимальным решением по устранению влияния ПЧ на качество электроэнергии является использование пассивных фильтров для сглаживания высших гармоник напряжения и тока. В этой связи, при проектировании СГУ-ЧЭ необходимо детально рассчитать и заложить фильтрующие устройства на входе и выходе с ПЧ.

### Выбор основного оборудования для ЧРП

Согласно [1] и ГОСТу Р 51137—98 «Электроприводы регулируемые асинхронные для объектов энергетики» производится выбор главного компонента СГУ-ЧЭ — преобразователя частоты. Также настоятельно рекомендуются для изучения и применения международные и национальные стандарты стран, регламентирующие применение ЧРП: EN (Европейские нормы), IEC (Международный электротехнический стандарт) IEEE (Институт инженеров электриков и электронщиков США) и др.

### Электродвигатели для ЧРП

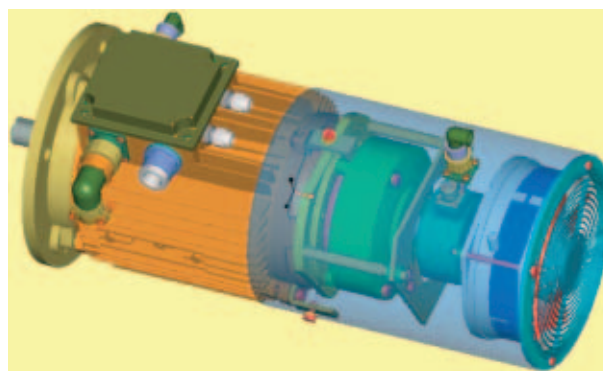
В настоящее время является неоспоримым тот факт, что преобразователи частоты с широтно-импульсной модуляцией оказывают негативное воздействие на работу подключаемых асинхронных электродвигателей (АД). Высокочастотная коммутация в ПЧ генерирует высшие гармоники амплитуд напряжения и тока, вызывает вол-

новые переходные процессы и импульсные перенапряжения в системе ПЧ-двигатель, обуславливает появление подшипниковых токов в двигателе. Также по некоторым оценкам, использование обычных серийных АД в частотном приводе приводит к снижению КПД и требует завышения их установленной мощности на 15—20% при работе в динамических режимах.

Минимизировать, а в отдельных случаях вообще исключить, возникновения вышеназванных явлений должно использование специальных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором нового поколения. Также, нельзя не учесть технические аспекты проектирования электродвигателя, работающих в частотно-регулируемом приводе: форма пазов ротора, число пар полюсов, номинальное напряжение и охлаждения [3] (рис. 5).

Электродвигатели нового поколения должны обладать:

- Усиленной изоляцией обмоток статора (особенно начальных витков) для защиты от перенапряжений и высших гармонических составляющих тока.
- Встроенными датчиками температуры и независимыми автономными вентиляторами для обеспечения необходимого охлаждения двигателя в режиме регулирования.



**Рис. 5. Асинхронный электродвигатель для частотно-регулируемого привода**



- Подшипниками с изолированным внутренним или наружным кольцом, имеющие диэлектрическое покрытие ролики с целью исключения возникновения подшипниковых токов, увеличивающих износ подшипников. Также должны соответствовать требованиям работы двигателя в зоне различных скоростей смазка подшипников и балансировка ротора.

- Пониженной глубиной пазов ротора вследствие плавного частотного пуска электродвигателя. Другими словами, задача обеспечения определенной кратности пускового и максимального момента при проектировании ЧРП не должна учитываться.

- Нестандартным номинальным напряжением основной гармоники. Величина напряжения должна выбираться из конкретных задач по регулированию скорости приводного механизма.

- Число пар полюсов должно оптимально соответствовать требуемому диапазону регулирования частоты, стоимости асинхронного двигателя и потребляемой им энергии.

Де-факто, проблемы использования стандартных АД для ЧРП в условиях водоснабжающих комплексов обстоят несколько иным образом. На объектах водоснабжения на данный момент практически все установленные электродвигатели — стандартного исполнения, и вполне успешно работают в составе частотно-регулируемого привода. Безусловно, они не предназначены для работы с ПЧ, однако, серьезных нарушений в их работоспособности не было обнаружено. Имеют место такие факторы как незначительное снижение сопротивления изоляции и нагрев статора АД, что не является серьезными проблемами. Следует отметить, что в России относительно небольшой опыт эксплуатации ЧРП, и проблемы применения типовых АД в настоящее время продолжают изучаться и анализироваться.

## Выбор вспомогательного оборудования для ЧРП

По итогам проектных расчетов и анализа смоделированных схем управления СГУ-ЧЭ выбирается логи-



Рис. 6. Модификации насосных агрегатов для комплектных станций ЧРП

ческий контроллер с ПИД-регулятором для выработки сигналов управляющего воздействия, устройства для борьбы с нарушениями в энергосети (фильтры входного напряжения, радиопомех, электромагнитного излучения, R-L-C-фильтр), датчики технологических параметров (датчики давления, расходомеры, уровнемеры), панель местного управления ЧРП с управляющей и сигнальной арматурой.

К вспомогательному оборудованию частотно-регулируемого электропривода относятся коммутационная и релейная аппаратура, измерительные приборы, преобразователи сигналов, блоки питания, сигнальная арматура, кабельная продукция, приточная и вытяжная вентиляция, дистанционный пульт управления ПЧ и т.д. Их подбор производится в соответствии с техническими правилами на эти устройства. Правильный выбор основного и вспомогательного электрооборудования, соответствующего внешним воздействиям (окружающая температура, атмосферная влажность и др.), является необходимым не только для правильного функционирования, но также для обеспечения надежности защитных мер.

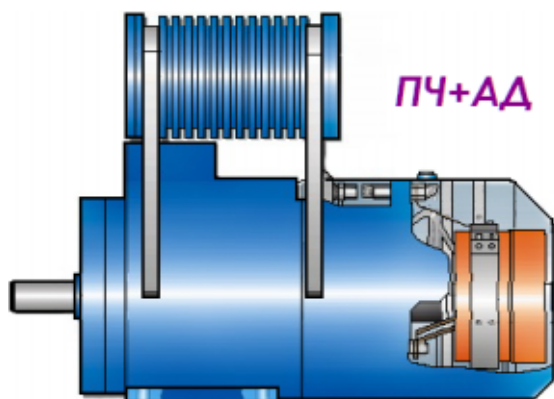
В настоящее время существуют **комплектные СГУ-ЧЭ**, внедрение которых будет максимально обеспечивать требования по оптимизации технологических параметров трубопровода. Условия проектирования комплектных ЧРП представляют собой производство мероприятий полной замены всех главных элементов насосных станций: исполнительного механизма (насоса), приводной машины (электродвигателя), запорной арматуры и трубопроводной обвязки. В этом случае насос и АД представляют собой одно целое — рабочее колесо расположено непосредственно на валу двигателя — полумуфты отсутствуют, насос и АД на одной раме, отпадает необходимость в операциях по центровке, снижена вибрация (рис. 6). Рабочее колесо изготовлено по измененной техно-

логии, учитывающей особый характер производительности и напора насосного агрегата. Также модифицирована электроприводная электрическая машина: усилена изоляция обмоток статора, используются подшипники с изолированным внутренним кольцом, мощность электродвигателя точно подобрана под насосный агрегат и т.д.

Также известны другие варианты комплектных СГУ-ЧЭ — это интегрированные моноблоки (рис. 7), совмещенные в одном габарите электродвигатель и преобразователь частоты с целью получения новых функций. Такое техническое решение позволяет осуществлять непосредственное управление двигателем по месту его работы, оперативную коррекцию параметров привода непосредственно на рабочем месте, сокращение количества и длины соединительных кабелей и т.д. Области применения таких блоков — универсальные электроприводы с повышенными динамическими свойствами, глубоким регулированием скорости вращения и возможностью контроля и регулирования момента.

Интегрированный моноблок — это совмещенные в одном габарите электродвигатель и преобразователь частоты с целью получения новых функций:

- непосредственное управление двигателем по месту его работы;
- оперативная коррекция параметров привода непосредственно на рабочем месте;
- сокращение количества и длины соединительных кабелей;
- балансировка ротора на повышенную частоту вращения;
- улучшенные условия охлаждения блока управления;
- усиленная изоляция обмотки;
- специальные подшипники SKF;
- встроенные термодатчики;
- независимое принудительное охлаждение;
- датчик обратной связи (энкодер);
- независимость работы блока управления от различных помех в условиях производства.



**Рис. 7. Интегрированный моноблок (преобразователь частоты совместно с электродвигателем)**

Комплектная СГУ-ЧЭ включает в себя электроприводные задвижки и часть трубопроводной обвязки для обеспечения требуемой синхронизации и совместимости с насосными агрегатами и процессом регулирования выходных координат. К минусам комплектных СГУ-ЧЭ можно отнести относительные сложности по наладке и техническому обслуживанию, эти работы чаще всего проводят специалисты фирмы-изготовителя, однако это не должно быть препятствием при выборе таких станций — расходы на эти виды работ незначительно увеличивают срок окупаемости станции, и не столь существенны по сравнению с экономией энергоресурсов и продлению ресурса оборудования.

## Разработка нормативно-технической документации

Важнейшим аспектом монтажных, наладочных и эксплуатационных работ является полная и исчерпывающая техническая и нормативная документация. К ней относятся техническое задание, паспорта и инструкции на ПЧ, контроллер, выключатели и другое оборудование, принципиальные электрические и монтажные схемы, технический паспорт СГУ-ЧЭ, инструкции по эксплуатации, программы пуско-наладочных работ, алгоритмы действий персонала в аварийных ситуациях и др. В техническом паспорте указываются технические данные, комплект поставки, назначение и состав оборудования станции, особенности работы станции, указание мер безопасности, подготовка и порядок работы, техническое обслуживание, правила хранения и транспортирования, гарантийные обязательства фирмы-изготовителя. В инструкции по эксплуатации включаются назначение и технические данные станции управления частотным электроприводом, описания работы станции в автоматическом и ручном режиме, работа вспомогательного оборудования, порядок выполнения оперативных переключений, возможные неисправности, сигнализация СГУ-ЧЭ, действия в аварийных ситуациях, требования безопасности.

## Обучение и подготовка персонала

Обучение специалистов, занимающихся монтажом, наладкой и обслуживанием станций группового управления ЧРП включает в себя изучение:

- принципов построения, структурные, функциональные и электрические схемы силовой части преобразователя, подключение силовых цепей преобразователя;
- моделирование разомкнутых и замкнутых структур управления скоростью, регулирования момента АД, подключение управляющих и вспомогательных цепей преобразователя;
- программного обеспечения преобразователя, установки основных параметров АД, ПЧ, схем управления с помощью панели управления, диагностические функции;
- параметрирования режимов работы СГУ-ЧЭ;
- этапы пуска, наладки и технического обслуживания частотного электропривода.

63 <<

автоматического переключения большинства источников энергии и источников электроснабжения. Хорошие параметры дугогасителя обеспечивают управляемость переключателей даже при включенном состоянии, а контакты большого размера придают переключателям устойчивость и безопасную электропроводность.

Силовые переключатели серии 3SAQ3 обладают целостной конструкцией, которая отсутствует в традиционных переключателях. Переключатели дополнены установкой главных контактов и электрическо-механической централизованной контрольной системой, которая может обеспечить двухскоростным переключателям отсутствие электризации.

[www.energy-etc.ru](http://www.energy-etc.ru)

**КОМПАНИЯ «ИЭК»: ЗНАКОМЬТЕСЬ — «БРИКС»!**

Новую серию электроустановочных изделий представляет компания «ИЭК». Серия выключателей и розеток, предназначенных для открытого монтажа, получила название «БРИКС». Новинка выполнена в соответствии с требованиями современных стандартов. Корпус изделий серии «БРИКС» выполнен из АБС-пластика, основание самого механизма — из стеклонеполненного полиамида, а контактная группа — из фосфористой бронзы. Использование современных материалов обеспечивает надежность и долговечность изделий.

Конструкция розетки и выключателя серии «БРИКС» отличается простотой и удобством монтажа на любом типе поверхности как горячем, так и негорючем. Это обеспечивается за счет металлической пластины для крепления. Специалисты, занимающиеся электромонтажом, оценят выштампованные вводы для проводников с 4-х сторон изделия, а также клеммы для присоединения защитного проводника. Это не только выполнение обязательных требований, предъявляемых к проводке электроосвещения, но и удобство для работы электромонтажника.

Розетки серии «БРИКС» поставляются с защитными шторками, одноместные, двух-, трех- и четырехместные. Вся серия электроустановочных изделий «БРИКС» выполнена в двух цветах — белом и коричневом. Изделия сертифицированы в установленном порядке, сертификаты РОСС PL. ME01.

**Монтаж и наладка ЧРП**

Монтажные и наладочные работы электрической части станции группового управления частотным электроприводом проводятся персоналом фирмы-изготовителя с организационным участием со стороны эксплуатации. Все электрооборудование должно быть смонтировано таким образом, чтобы облегчить его функционирование, осмотр и обслуживание, а также доступ к местам его присоединения. Особое внимание следует уделять проверке состояния изоляции электрических машин, правильности присоединения проводов по схеме, пригонке муфт и соединению агрегатов с центровкой валов, качеству контактных соединений, установке датчиков давления и расходомеров, качеству заземления, а также соответствию адресной маркировки на кабельной продукции и надписей на оборудовании проектным данным и реальным условиям.

**Тестовый режим работы СГУ-ЧЭ**

Завершающим этапом внедрения ЧРП на насосные станции является тестовый режим работы. Эти операции выполняет фирма-изготовитель совместно с электротехническим и теплотехническим персоналом эксплуатации. При тестировании проводятся диагностика монтажных работ, рабочие испытания оборудования, тестовые пуски электродвигателей в режиме регулирования, сравнение показаний счетчиков электрической энергии, установленных на питающих линиях станции с показаниями счетчика MW·h в преобразователе частоты.

Тестирование регулируемого режима должно осуществляться по Программе испытаний и ввода в работу СГУ-ЧЭ, согласно местным условиям, в максимально вероятных изменениях технологических параметров. Программа должна включать в себя проверку автоматического и ручного управления насосными агрегатами, имитацию аварийных ситуаций, почасовые замеры потребляемой электроэнергии, технологических параметров, измерение уровня радиопомех, вырабатываемых ПЧ, симуляцию провалов напряжения на питающих вводах станции и питания логического контроллера, заклинивание запорной арматуры, ошибочные действия персонала, кратковременное отсутствие охлаждения ПЧ и АД, повышение температуры окружающей среды и т.д. Результаты тестового режима работы СГУ-ЧЭ должны быть проанализированы и обобщены; при необходимости вносятся коррективы в алгоритм управления, сигнализацию и системы учета и контроля параметров станции.

**Эксплуатация и техническое обслуживание ЧРП насосных станций**

Эффективная работа частотно-регулируемого электропривода зависит не только от качества оборудования станции, но и от грамотной эксплуатации и своевременного технического обслуживания. Отдельные компоненты СГУ-ЧЭ являются достаточно сложными устройствами, в связи с этим обслуживающий персонал электро- и водоснабжения служб должен получить соответствующую компетенцию по работе со станцией группового управления частотным электроприводом, знать порядок действий при аварии, проводить профилактические работы по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии.

**Литература**

1. ВРД 39—1.10—052-2001. Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого привода мощностью до 500 кВт. — М.: ОАО «Газпром» (Управление энергетикой), 1999. — 48 с.
2. Пособие по проектированию автоматизации и диспетчеризации систем водоснабжения (к СНиПу 2.04.02—84), 1992. — 32 с.
3. Беспалов В.Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 3/2006.

**Н. И. Лепешкин,**  
заместитель генерального  
директора  
ОАО «Центрэлектроремонт»

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДОКУМЕНТАЦИИ НА РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

**К**ак известно, на любом электроремонтном предприятии, в том числе и выполняющем ремонт электрических машин, нет серийного производства с отработанной документацией и технологией, вместо этого: единичный ремонт, широкая номенклатура ремонтируемого оборудования и, как правило, отсутствие технической документации (обмоточных данных), особенно для крупных электрических машин. По этим причинам выполняется большой объем работ, предшествующий самому ремонту, т.к. для каждой электрической машины необходимо определить: количество материалов на ремонт, трудоемкость и стоимость ремонта, но прежде всего необходимо подготовить техническую документацию на ремонт, служащую источником для получения всех остальных документов. Особенно много времени занимает разработка технической документации для крупных электрических машин, т.к. кроме технологической требуется конструкторская документация на оснастку и приспособление для изготовления обмоток из прямоугольного провода.

При отсутствии обмоточных данных, как правило, проводится дефектировка электрической машины. Но даже самая тщательная дефектировка не дает гарантии, что вы правильно восстановили обмоточные данные, т.к. двигатель уже мог быть в ремонте, при котором могла быть допущена ошибка и возможно, именно по этой причине электродвигатель вышел из строя. В этом случае даже



если вы все правильно замерите и подсчитаете, вы повторите ошибки своего предшественника (частый случай для многоскоростных двигателей с полюсно-переключаемыми обмотками). Поэтому после дефектировки необходимо всегда выполнять поверочный электромагнитный расчет, что также требует времени, а на восстановление обмоточных данных по сердечнику статора или якоря (в случае если электродвигатель придет в ремонт вообще без обмотки) понадобится еще больше времени, да и не на каждом предприятии имеется специалист соответствующей квалификации.



Как видим, любое ремонтное предприятие вынуждено тратить много времени на подготовительные работы, и от того, насколько оперативно и качественно предприятие проводит эти работы, зависят сроки и качество ремонта, а в конечном счете — будут ли на предприятии заказы на ремонт или нет.

Все работы, связанные с подготовкой технической документации, расчету материалов, определению трудоемкости и стоимости ремонта, резко упростились после внедрения программ по разработке документации на ремонт электрических машин с помощью ЭВМ.

Сделано было следующее. В компьютер были введены обмоточные данные всех ранее отремонтированных электрических машин, а также тех машин, на которые имеются заводские обмоточные данные, скопившиеся в архиве почти за 60 лет. В настоящее время введена вся необходимая информация на более чем 20 000 электрических машин, т.е. создана база данных, которая является источником для всех получаемых документов. Для облегчения работы, электрические машины были разделены по конструктивным особенностям на 3 группы, и для каждой группы разработана собственная программа, а именно:

**Программа №1 Разработка документов на ремонт асинхронных двигателей с обмоткой из круглого провода.**

**Программа №2 Разработка документов на ремонт электрических машин переменного тока с обмотками из прямоугольного провода, с номинальным напряжением от 380 до 10500 В.**

**Программа №3 Разработка документов на ремонт электрических машин постоянного тока с обмоткой якоря как из круглого, так и из прямоугольного провода.**

При отсутствии в базе данных сведений на какую-либо электрическую машину программы позволяют выполнить соответствующие **расчеты по восстановлению обмоточных данных** по имеющимся геометрическим размерам сердечника статора (якоря) и паспортным данным (требуемым параметрам) электрической машины: мощность, напряжение, частота вращения, система возбуждения (для машин постоянного тока). На основе рассчитанных обмоточных данных ведется дальнейшая разработка всей необходимой документации для проведения ремонта.

**Программа №1** предназначена для получения из базы данных документации на ремонт:

- статоров 3-фазных асинхронных двигателей общего промышленного назначения;
- статоров 3-фазных многоскоростных асинхронных двигателей:
  - на 2 частоты вращения: 1500/3000 об/мин.; 750/1500 об/мин.; 500/1000 об/мин.; 1000/1500 об/мин.; 750/1000 об/мин.;

- на 3 частоты вращения: 1000/1500/3000 об/мин.; 750/1500/3000 об/мин.; 750/1000/1500 об/мин.;
- на 4 частоты вращения 500/750/1000/1500 об/мин.;
- на 2 любые частоты вращения с двумя независимыми обмотками;
- статоров и роторов 3-фазных двигателей с фазным ротором;
- статоров лифтовых двигателей.

**База данных программы №1** содержит все необходимые сведения более чем на 7000 односкоростных, около 500 многоскоростных, 300 электродвигателей с фазным ротором и около 50 лифтовых электродвигателей. Основные серии, внесенные в базу данных: А; АО; АО2; ВАО; 4А; АИР; АИС; МТВ; МТН; 4АК; 4АКН; 5А; 5АН, 6А. Все двигатели старых серий пересчитаны на новые сечения проводов, а многоскоростные электродвигатели пересчитаны на современные схемы с равносекционными обмотками, применяемыми в сериях 4А и АИР

**Перечень документов**, выдаваемый программой №1:

- расчет обмотки статора 3-фазного асинхронного двигателя (для одно — и двухслойных обмоток);
- расчет обмотки фазного ротора со вспынной обмоткой;
- расчет обмотки фазного ротора с волновой стержневой обмоткой;
- расчет обмоток статора лифтового двигателя;
- спецификация на основные материалы для ремонта статора;
- расчет трудоемкости капитального ремонта электродвигателя.

В первых двух документах кроме обмоточных данных помещены некоторые величины, полученные расчетным путем, а именно: средняя длина витка, ширина катушки, коэффициент заполнения паза, ток статора при соединении в звезду и в треугольник, плотность тока, ток холостого хода, сопротивление фазы постоянному току, масса обмоточного провода. Знание этих величин облегчает работу при выполнении обмоточных работ и испытаниях электрических машин.

Спецификация содержит перечень основных материалов, требуемых для ремонта статора (8 позиций) с указанием их количества.

В расчете трудоемкости ремонта показана длительность и разряд работ на 17 операциях, а также суммарная трудоемкость.

В технической документации для многоскоростных электродвигателей даны структурные схемы соединения катушечных групп и схемы подключения электродвигателей к сети на различные частоты вращения, а для двухскоростных электродвигателей с частотами вращения 1000/1500 и 750/1000 об/мин., как наиболее сложных, даны и развернутые схемы обмоток статоров.

В расчете обмоточных данных фазных роторов с волновой стержневой обмоткой даны развернутые схемы с указанием номеров стержней, к которым присоединяются выводные концы и поворотные соединения (номер стержня соответствует номеру паза, в котором он лежит).



При наличии электродвигателя в базе данных все расчетные величины находятся в памяти ЭВМ, а вся работа по получению нужных документов для требуемого электродвигателя сводится к их распечатке.

Поиск нужного двигателя в базе данных и распечатка для него всех документов занимает 3...4 минуты.

При отсутствии сведений для какого-либо электродвигателя в базе данных программа позволяет восстановить его обмоточные данные. Рассмотрим вариант, когда обмотка из статора вынута и никаких записей не сохранилось, кроме того, двигатель зарубежной фирмы, и поэтому обмоточные данные получить невозможно, в банк данных этот двигатель не внесен. Но нам известны паспортные данные этого двигателя: мощность, напряжение, частота вращения, частота тока и, наконец, мы имеем сам сердечник статора.

После ввода паспортных данных и размеров сердечника статора (исходных данных) ЭВМ начинает вычислять определенные величины, а мы повторяем эти значения, записывая их на специально предусмотренных местах. Можем поставить и другое значение какой-либо величины, и тогда именно внесенная величина уже будет участвовать в дальнейших расчетах. Такой метод расчета позволяет при изменении той или иной величины видеть, как изменяются все остальные, тем самым проанализировать их взаимосвязь, а также при необходимости проводить и поверочный расчет. Рекомендуемые значения индукции во всех элементах сердечника статора, плотности тока, тока холостого хода, диаметра провода, а также коэффициент заполнения паза, количество параллельных проводов в витке и параллельных ветвей в фазе, на которые необходимо ориентироваться при расчете, представлены на экране, и именно для двигателя с параметрами и размерами сердечника статора, которые вы ввели в начале расчета. После того, как вы убедились, что действительные значения расчетных величин мало отличаются от их рекомендуемых значений, расчет можно считать законченным. Все данные на вновь рассчитанный двигатель автоматически попадают в базу данных, и для него можно распечатать все документы.

По существу проводить дефектировку электродвигателя уже нет необходимости, так как его легче рассчитать. Пусть вас не смущает такое смелое утверждение. Все программы построены так, что считаются и введенные в базу данных двигатели, для которых обмоточные данные уже известны, а таких двигателей в Программе №1 более 7000, и нам легко сравнить их с соответствующими данными, полученными после расчета. Для 90% электродвигателей имеет место полное совпадение рассчитанных величин с реально существующими, для остальных отклонения настолько малы, что они никак не могут отразиться на работе двигателя.

Количество материалов и трудоемкость ремонта программа считает без вашего участия.

Аналогично рассчитываются двигатели с полюсно-переключаемыми обмотками на 2, 3 и 4 частоты вращения, а также двигатели с фазным ротором.

Время расчета односкоростного двигателя вместе с вводом исходных данных занимает 5...7 минут, многоскоростного 10...15 минут.

Легко выполняются такие частные расчеты как переход на другой диаметр провода (имеющийся в данный момент на складе), на другое напряжение, на другую частоту вращения или частоту тока. После приобретения определенного навыка можно рассчитать обмоточные данные двигателя при неизвестной мощности и частоте вращения, т.к. эти параметры тесно связаны с геометрическими размерами сердечника статора.

В принципе программа позволяет спроектировать совершенно новый статор на заданную мощность, частоту вращения и напряжение с оптимальными электромагнитными соотношениями. При определенном навыке такой расчет займет не более 30 минут.

**Программа №2** предназначена для получения документации из базы данных на ремонт статоров 3-фазных асинхронных и синхронных электрических машин напряжением от 380 В. до 10 500 В. с двухслойной равносекционной петлевой обмоткой из прямоугольного провода. Вид паза открытый или полукруглый.

**База данных** программы содержит все необходимые сведения более чем на 6000 электрических машин, выпущенных за последние 50 лет отечественной промышленностью. В базу данных внесены также сведения более чем на 600 электрических машин производства иностранных фирм.



**Перечень документов**, выдаваемый программой №2:

- обмоточные данные;
- технические указания на изготовление катушки обмотки статора;
- технические указания на ремонт статора;
- расчет намагничивающей обмотки для испытаний активной стали;
- схема внутримашинных соединений;
- спецификация на материалы для изготовления комплекта обмотки статора;
- спецификация на материалы для ремонта статора;
- рабочие чертежи катушки обмотки статора;
- рабочие чертежи шаблона для намотки катушек, «Лодочка»;
- рабочие чертежи универсального шаблона для намотки катушек;
- рабочие чертежи растяжного станка;
- рабочие чертежи приспособления для формовки катушек обмотки статора после растяжки;
- рабочие чертежи пресс-формы для опрессовки и термообработки прямолинейных частей статорных катушек;
- рабочие чертежи шаблона для установки пресс-форм;
- рабочие чертежи макета для проверки геометрической формы; катушек;
- расшифровка трудозатрат на изготовление обмотки;
- расшифровка трудозатрат на ремонт статора;
- калькуляция на изготовление обмотки;
- калькуляция на ремонт статора (ротора);
- протокол согласования цены ремонта.

Таким образом мы можем получить полный комплект документов на ремонт любой электрической машины, имеющейся в базе данных программы. Требуемое время для комплектации всех перечисленных документов, кроме чертежей, не более 10 мин. Время печати чертежей зависит от характеристики компьютера. При использовании компьютера с процессором 500 МГц и оперативной памятью 128 МГб понадобится около 30 минут.

Для восстановления обмоточных данных (для отсутствующих в базе данных электрических машин) по известным паспортным данным (мощность, напряжение, частота вращения) и размерам сердечника статора в программе предусмотрены расчеты:

- электромагнитный расчет;
- расчет геометрических размеров катушки статора.

После выполнения этих расчетов можно получить полный комплект документации для этой электрической машины.

Электромагнитный расчет электрических машин с прямоугольным проводом мало чем отличается от расчета электродвигателей с круглым проводом. Также необходимо ввести в компьютер паспортные данные машины и все размеры сердечника статора и далее соглашаться со всеми расчетными величинами, которые предложит программа. Отличие лишь в том, что в этих машинах нет такой характе-

ристики как коэффициент заполнения паза, поэтому вычисляются толщина корпусной изоляции и допуск на укладку по высоте паза.

Ручной расчет средней длины витка катушки статора занимает много времени. На ЭВМ такой расчет происходит автоматически, так как средняя длина витка считается сразу же после того, как были внесены данные в электромагнитном расчете. Тем не менее бывают случаи, когда среднюю длину витка вычислить все же надо. Дело в том, что программа предлагает такие размеры катушки, при которых лобовые части обмотки расположены наиболее компактно, естественно при соблюдении требований по обеспечению нормальной вентиляции лобовых частей обмотки. Напомним, что в исходные данные мы вводим только размеры сердечника и нам не были известны расстояния до подшипниковых щитов, а потому и был избран вариант расчета, обеспечивающий минимально допустимый вылет лобовых частей. Учитывая, что иногда требуется точно повторить размеры катушек в фирменном исполнении, в расчет вводится требуемая длина катушки и сразу же вычисляются новые значения средней длины витка и расстояние между лобовыми частями катушек. Оба расчета займут не более 10 минут.

Все изменения, которые вы вносите по ходу расчета, влияют на все остальные расчеты, в которые входит измененная величина. Например, вы изменили шаг обмотки, соответственно изменятся: индукция во всех элементах машины, геометрические размеры катушки, количество материалов на изготовление комплекта обмоток, трудоемкость их изготовления, все чертежи оснастки, наконец, расчетная цена ремонта.

**Программа №3** предназначена для получения документации из базы данных на ремонт электрических машин постоянного тока с катушечной обмоткой якоря из круглого или прямоугольного провода. Тип обмотки якоря: волновая, петлевая, лягушечья.

**База данных** программы содержит все необходимые сведения на более чем 6000 электрических машин постоянного тока.

**Перечень документов**, выдаваемый программой:

- обмоточные данные;
- технические указания на ремонт якоря;
- схема обмотки якоря;
- чертеж катушки якоря (провод прямоугольный);
- схема соединений катушек индуктора;
- таблица испытательных напряжений;
- рабочие чертежи оснастки для изготовления одновитковых и 2-витковых катушек якоря из прямоугольного провода;
- приспособление для гибки провода на ребро (формовка головок);
- приспособление для «развала» головок;
- приспособление для формовки волновой обмотки (горбыль);

- приспособление для формовки петлевой обмотки (горбыль);

- приспособление для плоской формовки лягушечьей обмотки якоря;

- приспособление для прогиба лобовых частей катушек якоря после плоской формовки.

Приспособления для формовки якорных обмоток на «горбыле» разработаны в двух вариантах: классический и упрощенный в случае когда необходимо сделать 1 или 2 комплекта обмоток и изготавливать классический «горбыль» не целесообразно.

Для восстановления обмоточных данных якоря и магнитной системы по известным паспортным данным (мощность, частота вращения, напряжение, система возбуждения) и размерам сердечника якоря в программе предусмотрены расчеты:

- расчет обмотки якоря с круглым проводом;
- расчет обмотки якоря с прямоугольным проводом;
- расчет заполнения паза якоря и выбор конструкции изоляции;
- расчет независимой обмотки возбуждения;
- расчет независимой обмотки возбуждения при наличии стабилизирующей обмотки;
- расчет независимой (параллельной) обмотки возбуждения при наличии компенсационной обмотки;
- расчет обмотки дополнительных полюсов;
- расчет обмотки дополнительных полюсов при наличии компенсационной обмотки;
- расчет стабилизирующей обмотки, включаемой параллельно с обмотками дополнительных полюсов;
- расчет последовательной обмотки возбуждения;
- расчет стеклобандажей;
- расчет проволочных бандажей.

После выполнения расчетов можно получить документацию в объеме, указанном в перечне документов.

Программа выполняет чертежи оснастки для изготовления одновитковых и 2-витковых катушек якоря из прямоугольного провода. Для формовки волновой и петлевой обмоток выдаются чертежи «горбыля», который необходимо изготавливать индивидуально для каждого нового типа якоря. Приспособления для гибки провода на ребро и для развала головок универсальны и при смене 1 или 2 деталей пригодны для изготовления всех типов обмоток.

Все размеры на чертежах оснастки вычисляются автоматически на основе размеров сердечника якоря и обмоточных данных, которые были внесены или рассчитаны ранее. На всех чертежах в штампе красным шрифтом печатается код, который должен быть один и тот же. Если код на чертеже другой, это означает, что вы ошиблись при наборе кода, и этот чертеж предназначен для другого двигателя. Отсутствие кода в штампе означает, что эта деталь универсальна, т.е. подходит для оснастки на любой двигатель.

Требуемое время для комплектации всех перечисленных документов, кроме чертежей — не более 20 минут. Время печати полного комплекта чертежей — около 40 минут.

Расчет обмотки якоря и катушек индуктора по известным паспортным данным (мощность, частота вращения, напряжение, система возбуждения) и размерам сердечника якоря достаточно сложен и происходит он в «недрах» Программы. Для пользователя расчет не представляет особого труда. Расчет обмотки якоря сводится к подбору витков в секции и параллельных проводов в витке так, чтобы получаемая индукция под главным полюсом и линейная нагрузка максимально приблизились к рекомендуемым (расчетные и рекомендуемые значения этих величин выведены на экран). Предложенные программой размеры провода уточняются при расчете заполнения паза якоря.

Расчеты катушек индуктора построены по следующему принципу. Программа на основе введенных исходных данных и данных, которые были получены при расчете обмотки якоря, предлагает требуемые значения: поперечного сечения витка, количества витков в катушке и МДС полюса. После ввода стандартных размеров провода (ближайшего к предложенному сечению) программа предложит другое значение требуемой МДС. Расчетчику остается только изменить число витков в катушке так, чтобы значение действительной МДС отличалось от требуемой как можно меньше. Время расчета по каждому виду обмоток магнитной системы — не более 5 минут.

Время, требуемое для выполнения расчетов всех обмоток для одной электрической машины, — не более 1 часа.

Главными результатами внедрения программ можно считать следующее:

1. Получен удобный архив технической документации на 20000 электрических машин. Время поиска нужной машины в базе данных — не более 2 минут.
2. Сокращено время разработки технической документации и документов для оформления договоров на ремонт в десятки раз.
3. Расчет электрических машин освоен сотрудниками даже теми, кто до этого их никогда не считал.
4. Отпала необходимость дефектировать электродвигатели со всыпной обмоткой с целью определения обмоточных данных, т.к. их стало легче восстановить расчетом.

Для освоения программ составлено «**Руководство по разработке документации для ремонта электрических машин на ЭВМ**». Руководство содержит подробное описание и порядок работы по всем программам.

Каждой программе посвящена отдельная часть, состоящая из 3-разделов. В первом разделе каждой части даны общие сведения о возможностях программы и объеме получаемой документации. Во втором разделе — о работе с программой в режиме получения документации из имеющейся базы данных (без расчетов). В третьем разделе — о работе с программой при отсутствии необходимой электрической машины в базе данных. В каждой части приведены примеры расчета и полный комплект документов на ремонт конкретной электрической машины.



## СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРИКА

**М.: Изд-во «КОЛОС», 2007. — 464 с.**

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

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

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

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

материал содержится в главе «Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений».

Во втором разделе помещены таблицы физических величин, единиц и констант, обозначений электрических схем, необходимые для работы каждому электрику сведения об электрических материалах и электрических измерениях, температурных режимах работы и степенях защиты электрооборудования, режимах работы нейтрали. Здесь же приведены примеры расчета сечений проводов и жил кабелей до и выше 1 кВ, рекомендации по выбору плавких предохранителей и автоматических выключателей, сечений проводов и жил кабелей.

В книге 464 страницы, выпущена она в твердом переплете. Приобрести ее можно по адресу:

107996, Москва, ул. Садовая-Спасская, д. 18, Издательство «Колос», тел. 607-22-95, тел/факс отдела реализации 975-55-27, 607-19-45. E-mail: koloc1918@mail.ru

### **ОАО «Центрэлектроремонт» предлагает справочники**

1. Двигатели асинхронные трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из круглого провода. Объем — 340 страниц формата А4.

2. Двигатели (генераторы) трехфазные напряжением до 660 В с обмоткой статора из прямоугольного провода. Объем — 160 страниц.

3. Двигатели (генераторы) постоянного тока напряжением до 460 В с обмоткой якоря из круглого провода. Объем — 478 страниц.

4. Роторы фазные с волновой стержневой обмоткой. Обмоточные данные, схемы, цена ремонта. Объем — 112 страниц.

5. Роторы синхронные с явновыраженными полюсами. Обмоточные данные, материалы, трудоемкость и цена ремонта. Объем — 90 страниц.

Справки по тел.: (499) 264 85 20.



**РОЩИН В. А.**

## СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Производственно-практическое пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2007—112 с.



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

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

**ОСИКА Л. К.**

## ОПЕРАТОРЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Производственно-практическое пособие М.: ЭНАС, 2007. — 192 с.



В книге рассмотрены возможности организации бизнеса в сфере коммерческого учета электроэнергии на современном этапе рыночных преобразований в отечественной энергетике. Проведен анализ законодательной базы и практики регулирования рыночных отношений в сфере коммерческого учета. Исследован предмет бизнеса операторов коммерческого учета (ОКУ) с точки зрения его эффективности и востребованности рыночным сообществом.

Приведены доступные автору материалы, связанные с деятельностью ОКУ в зарубежных странах, прежде всего, в Великобритании.

Даны примеры развития бизнеса российских ОКУ в регионах и в общенациональном масштабе.

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

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

**Отдел реализации:**

Тел./факс: (495) 913-66-20 (21)

115114, Москва, Дербеневская набережная, д. 11.

E-mail: [adres@enas.ru](mailto:adres@enas.ru), [www.enas.ru](http://www.enas.ru)

**Склад-магазин:**

115201, Москва, Каширский проезд, д. 9, стр. 1.

Метро «Варшавская».

Тел. 8-499-610-0910





**Постановление Госгортехнадзора РФ  
от 5 июня 2003 г. № 60**

**«Об утверждении Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов»**

Госгортехнадзор России постановляет:

1. Утвердить Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.
2. Направить Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов на государственную регистрацию в Министерство юстиции Российской Федерации.

Начальник  
Госгортехнадзора России

В. М. Кульчев

Зарегистрировано в Минюсте РФ 18 июня 2003 г.  
Регистрационный № 4702

**Правила  
устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок,  
воздухопроводов и газопроводов  
(утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 5 июня 2003 г. № 60)**

*Настоящим Правилам присвоен шифр ПБ 03—581—03*

- I. Общие положения
- II. Основные требования к компрессорным установкам
- III. Обслуживание и ремонт компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов

**I. Общие положения**

1.1. Настоящие Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов устанавливают требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма при эксплуатации стационарных компрессорных установок на опасных объектах, использующих сжатый воздух и инертные газы.

1.2. Правила разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 30. Ст.3588), Положением о Федеральном горном промышленном надзоре России, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 03.12.01 № 841 (Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 50. Ст.4742), Общими правилами промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 18.10.02

№ 61-А, зарегистрированными Минюстом России 28.11.02 № 3968 («Российская газета» № 231 от 05.12.02), и предназначены для применения всеми организациями независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющими деятельность в области промышленной безопасности и поднадзорных Госгортехнадзору России.

Постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 401 постановление Правительства РФ от 3 декабря 2001 г. № 841 признано утратившим силу и специально уполномоченным органом в области промышленной безопасности является Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

1.3. Правила предназначены для применения:

а) при проектировании, монтаже, эксплуатации, ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, консервации и ликвидации стационарных компрессорных установок в производствах, использующих сжатый воздух и инертные газы. Специфика производств, а также специальные требования и ограничения, действующие на объектах, учитываются при разработке проектной, конструкторской и эксплуатационной документации на компрессорные установки;

б) при проведении экспертизы промышленной безопасности компрессорных установок.

1.4. Настоящие Правила распространяются на проектируемые, вновь изготавливаемые и реконструируемые стационарные поршневые, ротационные и винтовые маслозаполненные и сухие компрессорные установки, а также на действующие стационарные компрессорные установки мощностью от 14 кВт и выше, воздухопроводы и газопроводы, работающие на воздухе и инертных газах с давлением от 2 до 400 кгс/см<sup>2</sup>.

1.5. Правила не распространяются на холодильные и кислородные компрессорные установки, а также компрессорные установки, работающие на взрывоопасных, токсичных, радиоактивных газах и газах ацетиленового ряда.

1.6. В организациях с действующими стационарными компрессорными установками, не отвечающими требованиям настоящих Правил, разрабатываются дополнительные мероприятия, направленные на обеспечение их безопасной эксплуатации. Дополнительные мероприятия согласовываются и утверждаются в установленном порядке.

1.7. Руководство по эксплуатации стационарной компрессорной установки разрабатывается в соответствии с технической документацией заводов-изготовителей, технологическими регламентами, настоящими Правилами и требованиями других нормативных документов по промышленной безопасности.

## II. Основные требования к компрессорным установкам

2.1. В помещениях компрессорных установок не допускается размещать аппаратуру и оборудование, технологически и конструктивно не связанные с компрессорами.

2.2. Не допускается размещение компрессоров в помещениях, если в смежном помещении расположены взрывоопасные и химически опасные производства, вызывающие коррозию оборудования и вредно воздействующие на организм человека.

2.3. В отдельных случаях компрессорные установки производительностью до 10 м<sup>3</sup>/мин с давлением воздуха до 8 кгс/см<sup>2</sup> могут устанавливаться в нижних этажах многоэтажных производственных зданий при наличии достаточной расчетной прочности перекрытий, обеспечивающей невозможность их разрушения в случае аварий. Эти установки отделяются от производственных участков глухими несгораемыми стенами.

Не допускается установка компрессорных установок под бытовыми, административными и подобными им помещениями.

2.4. Проходы в машинном зале должны обеспечивать возможность монтажа и обслуживания компрессора и электродвигателя и должны быть не менее 1,5 м, а расстояние между оборудованием и стенами зданий (до их выступающих частей) — не менее 1 м.

2.5. Полы помещения компрессорной установки следует выполнять из несгораемого износостойчивого материала, ровными с нескользящей поверхностью, маслоустойчивыми.

2.6. Двери и окна помещения компрессорной установки должны открываться наружу.

2.7. В помещении компрессорной установки следует предусматривать площадки для проведения ремонта компрессоров, вспомогательного оборудования и электрооборудования. Для выполнения ремонтных работ на компрессорной установке помещения следует оборудовать соответствующими грузоподъемными устройствами и средствами механизации.

2.8. В помещении компрессорной установки следует предусматривать специальные места для хранения в закрытом виде обтирочных материалов, инструмента, прокладок и т.п., а также для хранения недельного запаса масла.

2.9. Помещение компрессорной установки следует оснащать вентиляцией в соответствии с требованиями нормативно-технических документов по промышленной безопасности.

2.10. Каналы и проемы в компрессорном помещении следует закрывать вровень с полом съемными плитами. Проемы, углубления и переходы, которые не закрываются, следует ограждать перилами высотой не менее 1 м с расположенной внизу сплошной металлической зашивкой высотой 15 см. Полы площадок и ступени лестниц следует изготавливать из рифленой стали.

2.11. Все трубопроводы компрессорной установки должны отвечать требованиям нормативно-технических документов по промышленной безопасности.

2.12. Машинный зал компрессорной установки следует оснащать средствами оперативной, в том числе диспетчерской связи.

В машинном зале следует предусмотреть наличие аптечки первой помощи и питьевой воды.

2.13. Для уменьшения влияния вибраций, вызываемых работой компрессора следует соблюдать следующие условия:

а) площадки между смежными фундаментами компрессоров должны быть вкладными, свободно опирающимися на фундаменты;

б) трубопроводы, присоединяемые к машине, не должны иметь жесткого крепления к конструкциям зданий; при необходимости применения таких креплений следует предусматривать соответствующие компенсирующие устройства;

в) трубопроводы, соединяющие цилиндры компрессора с оборудованием (буферные емкости, промежуточные холодильники), должны обеспечивать компенсацию деформаций.

2.14. Температура воздуха после каждой ступени сжатия компрессоров в нагнетательных патрубках не должна превышать максимальных значений, указанных в инструкции завода-изготовителя, а для компрессоров технологического назначения должна соответствовать предусмотренной в технологических регламентах.

2.15. Воздушные компрессоры производительностью более 10 м<sup>3</sup>/мин следует оборудовать концевыми холодильниками и влагомаслоотделителями.

2.16. Все движущиеся и вращающиеся части компрессоров, электродвигателей и других механизмов необходимо ограждать.

2.17. Для разгрузки электродвигателя при запуске компрессора на нагнетательных линиях до воздухохраника или газосборника (до обратных клапанов) следует устанавливать индивидуальные ответвления с запорной арматурой для сброса воздуха или газа, или предусматривать другие, надежно действующие устройства.

2.18. Корпуса компрессоров, холодильников и влагомаслоотделителей необходимо заземлять.

2.19. Все компрессорные установки следует снабжать контрольно-измерительными приборами:

а) манометрами, устанавливаемыми после каждой ступени сжатия и на линии нагнетания после компрессора, а также на воздухохраниках или газосборниках; при давлении на последней ступени сжатия 300 кгс/см<sup>2</sup> и выше должны устанавливаться два манометра;

б) термометрами или другими датчиками для указания температуры сжатого воздуха или газа, устанавливаемыми на каждой ступени компрессора, после промежуточных и концевого холодильников, а также на сливе воды. Замер температуры должен производиться стационарными ртутными (в металлическом кожухе) или электрическими термометрами и самопишущими приборами. Не допускается применение переносных ртутных термометров для постоянного (регулярного) замера температур;

в) приборами для измерения давления и температуры масла, поступающего для смазки механизма движения.

**Примечание.** Рекомендуется применение приборов дистанционного контроля давлений и температур с сигнализацией отклонений от заданных норм, а также применение регистрирующих приборов.

2.20. Средства измерения, входящие в системы контроля, управления, сигнализации и противоаварийной защиты проходят поверку (калибровку) в соответствии с требованиями Закона Российской Федерации от 27.04.93 № 4871-1 «Об обеспечении единства измерений» (Ведомости Съезда народных депутатов и Верховного Совета Российской Федерации. 1993. 10 июня. № 23. Ст.811).

2.21. На воздухохраниках или газосборниках следует применять манометры диаметром не менее 150 мм, класса точности не ниже 2,5.

2.22. Необходимо применять манометры с такой шкалой, чтобы при рабочем давлении стрелка их находилась в средней трети шкалы. На циферблате манометра должна быть нанесена красная черта по делению, соответствующему высшему допускаемому рабочему давлению.

2.23. Манометры следует снабжать трехходовым краном. При давлении выше 25 кгс/см<sup>2</sup> вместо трехходового крана решается установка отдельного штуцера с запорным устройством для подсоединения второго манометра.

2.24. Не допускаются к применению манометры в случаях, когда:

а) отсутствует пломба или клеймо;

б) просрочен срок проверки манометра;

в) стрелка манометра при его выключении не возвращается к нулевому показанию шкалы на величину, превышающую половину допустимой погрешности для данного манометра;

г) разбито стекло или имеются другие повреждения манометра, которые могут отразиться на правильности его показаний.

2.25. Каждая точка замера температуры должна иметь отдельный термометр. Точки замеров определяются проектом.

2.26. Каждый компрессор следует оснащать системой противоаварийной защиты, обеспечивающей звуковую и световую сигнализацию при прекращении подачи охлаждающей воды, повышении температуры сжимаемого воздуха или газа выше допустимой и автоматическую остановку компрессора при понижении давления масла для смазки механизма движения ниже допустимой.

2.27. Предохранительные клапаны следует устанавливать после каждой ступени сжатия компрессора на участке охлажденного воздуха или газа. Если на каждый компрессор предусмотрен один воздухохраник и на нагнетательном трубопроводе отсутствует запорная арматура, предохранительный клапан после компрессора может устанавливаться только на воздухо- или газосборнике.

2.28. Размеры и пропускная способность предохранительных клапанов выбираются так, чтобы не могло образоваться давление, превышающее рабочее более чем на 0,5 кгс/см<sup>2</sup> при рабочем давлении до 3 кгс/см<sup>2</sup> включительно, на 15% при рабочем давлении от 3 до 60 кгс/см<sup>2</sup> и на 10% при рабочем давлении свыше 60 кгс/см<sup>2</sup>.

Установка предохранительных клапанов должна отвечать требованиям нормативно-технических документов по промышленной безопасности.

Регулировку предохранительных клапанов следует производить на специальных стендах лицами, допущенными к самостоятельному обслуживанию компрессорных установок, с записью о проведенной регулировке в эксплуатационной документации.

2.29. Натяжные гайки пружинных предохранительных клапанов пломбируются, а грузы рычажных предохранительных клапанов закрепляются, закрываются металлическими кожухами и пломбируются.

2.30. На нагнетательном трубопроводе к воздухо- или газосборнику следует устанавливать обратный клапан.

При расположении оборудования, требующего систематического обслуживания, на высоте более 1,8 м, следует предусматривать устройства для удобства и безопасного его обслуживания.

2.31. Смазка компрессора и применяемые масла должны соответствовать инструкции завода-изготовителя либо рекомендации специализированной организации.

2.32. Каждая поступающая партия компрессорного масла должна иметь паспорт-сертификат с указанием физико-химических свойств масла. Перед применением масло из каждой партии подвергается лабораторному анализу.

2.33. Доставку масла в машинный зал следует производить в специальных сосудах для каждого вида масла (ведрах и бидонах с крышками и т.п.).

2.34. Не допускается использование для других целей сосудов, предусмотренных для транспортирования и хранения компрессорного масла. Сосуды следует содержать в чистоте и периодически очищать от осадков.

2.35. В необходимых случаях, определяемых проектом, компрессорные установки снабжаются устройствами централизованной подачи масла, а также аварийным сливом масла.

2.36. Отработанное масло может быть допущено к повторному использованию только после его регенерации и положительных результатов лабораторного анализа на соответствие его физико-химических свойств технической документации на масло.

Отработанное масло следует сливать в емкость, находящуюся вне помещения компрессорной установки.

2.37. Заливку масла в смазочные устройства следует производить через воронки с фильтрами.

2.38. Масляные фильтры в системе принудительной смазки и приемную сетку масляного насоса очищать в сроки, предусмотренные графиком, но не реже одного раза в два месяца.

2.39. Масляный насос и лубрикатор следует очищать не реже одного раза в полтора месяца.

2.40. Компрессорные установки следует оборудовать надежной системой воздушного или водяного охлаждения. Режим работы системы охлаждения должен соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

2.41. В воде системы охлаждения компрессорных установок не допускается содержание растительных и механических примесей в количестве свыше 40 мг/л. Общая жесткость воды должна быть не более 7 мг-экв/л. Систему охлаждения компрессорных установок следует оснащать водоочистителями, если отсутствует вода необходимого качества.

2.42. Для контроля за системой охлаждения на трубопроводах, отводящих нагретую воду от компрессора и холодильников, на видных местах следует устанавливать:

а) при замкнутой системе охлаждения — реле протока со стеклянными смотровыми люками или контрольными кранами с воронками;

б) при открытой циркуляционной системе охлаждения — сливные воронки.

2.43. Для спуска воды из системы охлаждения и рубашек компрессора следует предусматривать соответствующие спускные приспособления.

2.44. Разводка охлаждающей системы трубопроводов в помещении компрессорной установки выполняется преимущественно в каналах (туннелях). Размеры каналов (туннелей) должны быть удобными для выполнения ремонтных работ и обслуживания расположенных в них арматуры и трубопроводов охлаждающей системы. Каналы (туннели) должны иметь дренаж.

2.45. Забор (всасывание) воздуха воздушным компрессором следует производить снаружи помещения компрессорной станции на высоте не менее 3 м от уровня земли.

Для воздушных компрессоров производительностью до 10 м<sup>3</sup>/мин, имеющих воздушные фильтры на машине, допускается производить забор воздуха из помещения компрессорной станции.

2.46. Для очистки всасываемого воздуха от пыли всасывающий воздухопровод компрессора оснащается фильтром, защищенным от попадания в него атмосферных осадков.

Конструкция фильтрующего устройства должна обеспечивать безопасный и удобный доступ к фильтру для его очистки и разборки.

Фильтрующее устройство не должно деформироваться и вибрировать в процессе засасывания воздуха компрессором.

2.47. Фильтрующие устройства могут быть индивидуальными или общими для нескольких компрессоров. В последнем случае для каждого компрессора следует предусмотреть возможность отключения его (в случае ремонта) от общего всасывающего трубопровода.

2.48. Для предприятий, где возможна большая запыленность всасываемого воздуха, компрессорные установки следует оборудовать фильтрами и другим специальным оборудованием в соответствии с проектной документацией.

2.50. В компрессорах, снабженных концевыми холодильниками, следует предусматривать влагомаслоотделители на трубопроводах между холодильником и воздухоотборником. Допускается совмещение концевого холодильника и влагомаслоотделителя в одном аппарате.

2.51. При необходимости иметь глубоко осушенный воздух, помимо концевых холодильников, компрессоры оборудуются специальными осушительными установками. Осушительные установки, работающие по методу вымораживания влаги при помощи холодильных установок, необходимо располагать в изолированных от компрессорной установки помещениях.

Осушительные установки, работающие по методу поглощения влаги твердыми сорбентами и с использованием нетоксичных и невзрывоопасных хладагентов, могут размещаться в машинном зале компрессорной установки.

2.52. Для сглаживания пульсаций давлений сжатого воздуха или газа в компрессорной установке следует предусматривать воздухохранилища или газохранилища (буферные емкости).

2.53. Воздухохранилище или газохранилище следует устанавливать на фундамент вне здания компрессорной установки и ограждать.

Расстояние между воздухохранилищами должно быть не менее 1,5 м, а между воздухохранилищем и стеной здания — не менее 1,0 м.

Ограждение воздухохранилища должно находиться на расстоянии не менее 2 м от воздухохранилища в сторону проезда или прохода.

2.54. Допускается в обоснованных случаях присоединение к одному воздухохранилищу нескольких компрессоров с установкой на нагнетательных линиях обратных клапанов и запорной арматуры. Перед запорной арматурой на нагнетательных линиях следует устанавливать предохранительные клапаны.

2.55. Для проведения периодических осмотров и ремонтов воздухохранилищ необходимо предусматривать возможность отключения от сети каждого из них.

2.56. Масло и вода, удаляемые при продувке влагомаслоотделителей и воздухохранилищ, отводятся в специально оборудованные устройства (сборники), исключающие загрязнение производственных помещений, стен здания и окружающей территории маслом.

### III. Обслуживание и ремонт компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов

3.1. Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования с учетом конкретных условий его эксплуатации определяется проектной и эксплуатационной документацией.

3.2. Не допускается оставлять работающие компрессоры (кроме полностью автоматизированных) без надзора лиц, допущенных к их обслуживанию.

3.3. Вход в помещение компрессорной установки посторонним лицам не допускается: снаружи у входной двери устанавливается сигнализация для вызова обслуживающего персонала установки, а также вывешиваются предупреждающие знаки и плакаты.

3.4. Не допускается хранение легковоспламеняющихся жидкостей в помещении машинного зала компрессорной установки.

3.5. Перед пуском каждого компрессора машинист обязан осмотреть установку, убедиться в ее исправности, проверить систему смазки и охлаждения и произвести пуск в соответствии с инструкцией.

3.6. Каждую смену следует контролировать расход масла для смазки цилиндра и сальников компрессора. Расход масла на каждую точку смазки не должен превышать указанного в заводской инструкции.

3.7. На компрессорных установках следует вести ежедневную запись расхода смазочного масла.

3.8. Все предохранительные клапаны компрессорной установки общепромышленного назначения, работающие на давлении до 12 кгс/см<sup>2</sup>, следует ежедневно проверять путем принудительного их открытия под давлением. Сроки проверки предохранительных клапанов, работающих при давлении свыше 12 кгс/см<sup>2</sup>, устанавливаются технологическим регламентом и эксплуатационной документацией. После закрытия клапаны должны сохранять герметичность.

3.9. При отсутствии автоматической продувки ручную продувку влагомаслоотделителей (промежуточных и конечного) производить два раза в смену, если заводской инструкцией не предусмотрен более короткий период продувки; воздухохранилища или газохранилища, входящие в компрессорную установку следует продувать не реже одного раза в смену при наличии конечного холодильника и влагомаслоотделителя и не реже двух раз в смену при их отсутствии.

3.10. Компрессор немедленно останавливается в следующих случаях:

- а) в случаях, специально предусмотренных в инструкции завода-изготовителя;
- б) если манометры на любой ступени компрессора, а также на нагнетательной линии показывают давление выше допустимого;
- в) если манометр системы смазки механизма движения показывает давление ниже допустимого нижнего предела;
- г) при внезапном прекращении подачи охлаждающей воды или другой аварийной неисправности системы охлаждения;
- д) если слышны стуки, удары в компрессоре или двигателе или обнаружены их неисправности, которые могут привести к аварии;
- е) если температура сжатого воздуха выше предельно допустимой нормы, установленной паспортом завода-изготовителя;
- ж) при пожаре;
- з) при появлении запаха гари или дыма из компрессора или электродвигателя;
- и) при заметном увеличении вибрации компрессора, электродвигателя других узлов.

3.11. После аварийной остановки компрессора пуск его может быть произведен с разрешения лица, ответственного за безопасную эксплуатацию компрессорной установки.

3.12. Во время работы компрессорной установки следует контролировать:

- а) давление и температуру сжатого газа после каждой ступени сжатия;
- б) температуру сжатого газа после холодильников;
- в) непрерывность поступления в компрессоры и холодильники охлаждающей воды;



- г) температуру охлаждающей воды, поступающей и выходящей из системы охлаждения по точкам;
- д) давление и температуру масла в системе смазки;
- е) величину тока статора, а при синхронном электроприводе — тока ротора электродвигателя;
- ж) правильность действия лубрикаторов и уровень масла в них. Показания приборов через установленные инструкцией промежутки времени, но не реже чем через два часа, должны регистрироваться в журнале учета работы компрессора.

В журнале следует записывать время пуска и остановки компрессора, причину остановки, замеченные неисправности, проведение периодических проверок предохранительных клапанов и манометров, проведение спуска конденсата и масла из влагомаслоотделителей, воздухохоборников и других емкостей, а также внеплановые чистки масляных и воздушных фильтров.

Журнал работы регулярно проверяется и подписывается ежесуточно лицом, ответственным за безопасную эксплуатацию компрессорной установки.

3.13. Воздушные фильтры следует проверять в сроки, предусмотренные инструкцией по эксплуатации компрессорной установки.

3.14. Следует производить регулярный наружный осмотр оборудования компрессорной установки, обтирку и очистку ее наружных поверхностей от пыли и грязи. Не допускаются утечки масла и воды, особенно попадание масла на фундамент. Причины утечек при их обнаружении должны оперативно устраняться.

В качестве обтирочных материалов применяется хлопчатобумажный или льняной материал.

3.15. Ремонт и очистка оборудования и трубопроводов, находящихся под давлением, не допускается.

3.16. Воздушные висциновые фильтры после 1000 ч работы, но не реже одного раза в два месяца, следует тщательно очищать от скопившейся пыли и после просушки смазывать висциновым или другими аналогичными маслами. Промывку фильтра следует производить в дизельном топливе или в слабом растворе горячей щелочи с последующей тщательной промывкой водой.

Сухие воздушные фильтры следует очищать согласно инструкции завода — изготовителя фильтра.

**Примечание:** рекомендуется очистку и смазку ячеек висцинового фильтра производить поочередно, с таким промежутком времени, чтобы полный период между чистками каждой ячейки не превышал 1000 ч.

3.17. Осмотр клапанных коробок воздушного компрессора на отсутствие нагара производится не реже чем после 1000 ч работы. В случае обильного нагарообразования необходимо выявить причину и устранить ее, а все клапанные коробки тщательно очистить от нагара.

3.18. Очистку воздухохоборников, влагомаслоотделителей, промежуточных и концевых холодильников и нагнетательных воздухопроводов всех ступеней от масляных отложений следует производить по инструкции не реже одного раза за 5000 ч работы компрессора способом, не вызывающим коррозию металла.

Рекомендуется очистку воздухопроводов и аппаратов производить 3%-ным раствором сульфанола. После очистки производится продувка сжатым воздухом в течение 30 мин (не менее).

**Примечание:** Для компрессорных станций, где установлены компрессоры без смазки полостей сжатия, или в установках, где предусмотрена специальная очистка сжатого воздуха от масла в капельном виде, а также если температура воздуха в воздухохоборнике и воздухопроводах не превышает 50°C, осмотр и очистка воздухохоборников и воздухопровода производится не реже одного раза в год.

Не допускается применять для очистки воздухохоборников, влагомаслоотделителей и другого оборудования горючие и легковоспламеняющиеся жидкости.

3.19. При внутреннем осмотре, чистке или ремонте влагомаслоотделителей, воздухогазоборников или других аппаратов их следует отключить от соответствующей сети заглушками с хвостовиками, полностью освободить от оставшегося там газа или воздуха и продуть чистым воздухом в течение 10 мин (не менее).

Все люки аппарата во время нахождения внутри работающего следует открыть и весь аппарат непрерывно вентилировать.

Работника для работ внутри аппарата необходимо снабдить спецодеждой (комбинезоном) и защитными очками. Внутренний осмотр, чистка или ремонт аппарата следует производить не менее чем двумя работниками, из которых один должен находиться снаружи и непременно следить за состоянием работающего внутри.

Работы внутри аппарата могут производиться только по разрешению лица, ответственного за безопасную эксплуатацию, который должен проинструктировать работающих в соответствии с требованиями нормативно-технических документов по промышленной безопасности.

3.20. Применение открытого огня в помещении компрессорной станции не допускается. Производство монтажных и ремонтных работ с применением открытого огня и электросварки в помещении компрессорной станции, производится в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на проведение этих работ.

3.21. Результаты ремонтных работ следует отражать в эксплуатационной документации на компрессорную установку.

3.22. Каждая компрессорная установка или группа однородных компрессорных установок оснащается следующей технической документацией:

- а) паспортом (формуляром) на компрессорную установку;

б) схемой трубопроводов (сжатого воздуха или газа, воды, масла) с указанием мест установок задвижек, вентилей, влагонаслоотделителей, промежуточных и концевых холодильников, воздухоотделителей, контрольно-измерительных приборов, а также схемы электрокабелей, автоматики и т.п.; схемы вывешиваются на видном месте;

в) инструкцией (руководством) по безопасному обслуживанию компрессорной установки;

г) журналом учета работы компрессора;

д) журналом (формуляром) учета ремонтов компрессорной установки, в который следует также заносить результаты проверки сваренных швов;

е) паспортами-сертификатами компрессорного масла и результатами его лабораторного анализа;

ж) паспортами всех сосудов, работающих под давлением;

з) графиком ремонтов компрессорной установки;

и) журналом проверки знаний обслуживающего персонала.

3.23. Конструктивные изменения компрессоров, газопроводов, холодильников и прочей аппаратуры могут быть выполнены после согласования с заводом-изготовителем или специализированной организацией технической документации.

3.24. В качестве прокладочных материалов для соединений трубопроводов следует применять материалы, устойчивые к воздействию влаги, масла, а также температуры не менее чем на 50°C выше температуры газа в трубопроводе.

3.25. В устройстве наружных нагнетательных воздухогазопроводов следует исключать возможность их внутреннего обмерзания.

3.26. Необходимо предусматривать возможность свободного температурного расширения трубопровода, предотвращающего его деформацию и разуплотнение соединений, а также возникновение дополнительных усилий на соединенное с ним оборудование.

3.27. На трубопроводы, проложенные вблизи теплоизлучающих аппаратов, следует наносить теплоизоляцию.

3.28. Трубопроводы следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от электрокабелей, электропроводов и другого электрооборудования.

3.29. Воздухопроводы и газопроводы следует укладывать с уклоном 0,005 в сторону линейных водоотделителей. Следует исключать образование застойных зон и участков, где могут скапливаться конденсат или масло.

3.30. На отдельных участках трубопроводов, где возможно скопление воды и масла, следует устанавливать линейные водоотделители с автоматической или ручной продувкой, доступные для обслуживания.

Все устройства для удаления скапливающегося в воздухопроводе масла и воды необходимо регулярно проверять обслуживающим персоналом. В случае замерзания этих устройств отогревание их разрешается производить горячей водой, паром или горячим воздухом. Применение для этой цели открытого источника огня не допускается.

3.31. На воздухопроводах не допускается наличие глухих отводов и заглушенных штуцеров, способствующих скоплению и возможному самовоспламенению масляных отложений.

3.32. Арматура, устанавливаемая на трубопроводах, должна быть доступна для удобного и безопасного обслуживания и ремонта.

3.33. Аппараты и трубопроводы с температурой поверхности выше +45°C, располагаемые на рабочих местах и в местах основных проходов, должны иметь тепловую изоляцию. Стенки цилиндров компрессора изоляции не подлежат.

3.34. Вентили, задвижки, клапаны должны быть в полной исправности и обеспечивать возможность быстрого и надежного прекращения доступа воздуха или газа.

Арматуру следует пронумеровывать и наносить ясно видимые стрелки, указывающие направление вращения маховиков, а также стрелки, обозначающие «открыто» и «закрыто».

3.35. Техническое освидетельствование и техническое диагностирование оборудования следует проводить в соответствии с нормативно-технической документацией.

3.36. Пробное давление при гидравлическом испытании трубопроводов должно выдерживаться в течение 5 мин, после чего давление снижается до рабочего. При рабочем давлении производится осмотр трубопровода и проверка сварных швов.

Результаты испытания считаются удовлетворительными, если во время испытания не произошло падения давления по манометру, а в сварных швах, трубах, корпусах, арматуре и т.п. не обнаружено признаков разрыва, течи и запотевания.

Трубопроводы, проложенные в непроходных каналах и давлением свыше 100 кгс/см<sup>2</sup>, испытываются в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

При отрицательных температурах наружного воздуха гидравлические испытания производятся на горячей воде с немедленным сливом ее после испытания.

3.37. Записи проведенных чисток трубопроводов, текущего осмотра и ремонта, а также результаты пневматического и гидравлического испытания трубопроводов заносятся в журнал (формуляр) учета ремонта компрессорной установки с составлением актов (протоколов).

3.38. Во время ремонта трубопровода ремонтируемая его часть должна быть отсоединена от сети с обеих сторон и очищена от скопившихся осадков масла.

После ремонта и очистки необходимо удостовериться в том, что в трубопроводе не осталось каких-либо посторонних предметов.



Номер госрегистрации: В9301966  
Акт № 50  
Дата принятия: 15.10.96 г.  
Комитет по муниципальному хозяйству.  
Рекомендация.

Утверждены  
Приказом Комитета  
Российской Федерации  
по муниципальному хозяйству  
от 15.10.93 № 50

(Продолжение, начало в №№10, 11)

## Часть I

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НОРМИРОВАНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ЖИЛИЩНОГО, ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВ ОБЩАЯ ЧАСТЬ

#### 2.1.13. Диспетчерское обслуживание

##### Примерный перечень выполняемых работ

Осуществление оперативного руководства эксплуатацией систем водоснабжения (канализации), сооружений, оборудования и контроль ритмичной, бесперебойной их работы с соблюдением заданных режимов. Осуществление мероприятий по максимальной водоотдаче системы водоснабжения в районе возникшего крупного пожара. Анализ показателей работы подразделений. Выявление причин отклонений производственного процесса от установленных режимов и графиков, причины аварий. Руководство ликвидацией аварий. Оперативное корректирование технологических режимов работ сооружений, сетей, устройств и оборудования. Ведение учета и отчетности. Представление руководству ежесуточной информации о результатах работы. Поддержание оперативной связи с пожарной службой, органами Госсаннадзора и по регулированию использования и охране вод.

##### Примерный перечень профессий

Начальник диспетчерской службы, диспетчер.

Таблица 13

Количество диспетчерских, ед.	Нормативная численность, чел.
До 3	2—7
4—6	7—9
6—8	9—11

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## 2.2. Нормативы численности рабочих

### 2.2.1. Водопровод

#### 2.2.1.1. Насосные станции

##### Примерный перечень работ

Обслуживание насосных установок. Пуск, регулирование режима работы и остановка двигателей и насосов. Наблюдение за бесперебойной работой насосов, приводных двигателей, арматуры и трубопроводов обслуживаемого участка, а также за давлением воды в сети. Осмотр, регулирование насосов, водонапорных устройств, контрольных приборов, автоматики и предохранительных устройств. Определение неисправностей в работе оборудования насосных установок и их устранение. Ведение записей в журнале о работе установок. Выполнение текущего ремонта насосного оборудования и участие в более сложных видах ремонта оборудования.

Ремонт, регулировка, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей.

Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

##### Примерный перечень профессий

Машинист насосных установок, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования.

Таблица 14

Производительность насосной станции, тыс. куб. м в сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	6—7
свыше 50 до 150	7—9
свыше 150 до 300	9—13
свыше 300 до 500	13—15
свыше 500	2,5 чел. на 100 тыс. куб. м в сутки

**Примечание.** При одновременном обслуживании совмещенных насосных станций одним и тем же персоналом производительность насосных станций определяется по суммарной производительности одновременно обслуживаемых насосных станций.

#### 2.2.1.2. Очистные сооружения водопровода

##### Примерный перечень работ

Обслуживание установок по приготовлению нескольких видов реагентов. Приготовление рабочих растворов реагентов. Перекачка раствора реагентов в рабочие баки и подача их в дозирующие устройства. Соблюдение заданной дозировки реагентов. Регулирование работы дозирующих устройств и обслуживание автоматических систем дозирования. Обслуживание механических мешалок. Эксплуатация лебедок, насосов, компрессоров и других механизмов реагентного хозяйства.

Обслуживание компрессоров. Установление и поддержание наивыгоднейшего режима работы компрессоров. Наблюдение за исправностью двигателей, компрессоров, приборов, вспомогательных механизмов и другого оборудования. Составление дефектных ведомостей на ремонт оборудования. Выполнение ремонта компрессоров. Ведение отчетно-технической документации о работе обслуживаемых компрессоров.

Обслуживание фильтров. Промывка и сортировка загрузочных материалов. Чистка сеток и решеток, поверхностей очистных сооружений, каналов, камер, колодцев, удаление продуктов очистки. Наблюдение за качеством промывки и очистки водопроводных очистных сооружений. Технологическая промывка фильтров, контактных осветлителей. Наблюдение за работой технологического и вспомогательного оборудования очистных сооружений, выявление отклонений от заданного режима. Контроль качества технологической и санитарной обработки сооружений, профилактического и аварийного ремонтов.

Обслуживание установок по приготовлению хлораторных, аммиачных, фтораторных растворов и установок сернистого газа. Поддержание устанавливаемых доз хлора, аммиака, сернистого газа, фтора. Контроль за постоянным расходом

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

хлора, аммиака, сернистого газа, фтора, распределение их по аппаратам, переключение аппаратов. Наблюдение за работой оборудования, механизмов. Определение остаточного хлора, фтора и крепости раствора хлорной извести, гипохлорида кальция. Обеспечение бесперебойной работы оборудования хлораторных, фтораторных, аммиачных установок и установок сернистого газа. Обслуживание механических мешалок различных типов. Проверка пригодности порожних баллонов, мелкий текущий ремонт баллонов. Хранение баллонов в установленном порядке, поддержание постоянной температуры в помещении хлораторной. Транспортировка баллонов от расходного склада до хлораторной и обратно. Смена баллонов, участие в работе по текущему ремонту оборудования и установок. Устранение утечки газов из баллонов, бочек и аппаратуры в аварийных ситуациях. Производство слесарных работ оборудования, запорной арматуры, фторопроводов. Ведение журнала расхода хлора, фтора, аммиака и сернистого газа.

Ремонт, регулировка, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей.

Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

Проведение разнообразных химико-бактериологических анализов воды по утвержденным методикам. Определение прозрачности, цветности, щелочности и т.п. воды. Ведение контрольно-учетных записей.

Отбор проб воды вручную с помощью пробоотборников и специальных приспособлений. Проведение анализов проб. Укупорка проб, оформление этикеток к ним, обеспечение сохранности их доставки в лабораторию. Мойка и хранение посуды, используемой для отбора проб. Ведение учета отобранных проб.

## Примерный перечень профессий

Коагулянтник, машинист компрессорных установок, оператор на фильтрах, оператор хлораторной установки, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, лаборант химико-бактериологического анализа, пробоотборщик.

Таблица 15

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м в сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	14—18
свыше 50 до 100	18—23
свыше 100 до 150	23—28
свыше 150 до 200	28—33
свыше 200 до 250	33—37
свыше 250 до 300	37—42
свыше 300 до 400	42—47
свыше 400 до 500	47—53
свыше 500 до 700	53—59
свыше 700	3,5 чел. на каждые последующие 100 тыс. куб. м/сутки

### 2.2.1.3. Водопроводная сеть

#### Примерный перечень работ

Обход магистральных водопроводов, коллекторов и напорных водопроводных трубопроводов, уличных и смотровых колодцев. Технический осмотр сетей, коллекторов, водоводов, напорных трубопроводов, эстакад-камер переключения и других сооружений. Дача заключения об их техническом состоянии. Составление графика обхода. Ведение журнала обхода сооружений с отметкой в нем всех обнаруженных недостатков. Устранение утечек и неисправностей в сети, не требующих вызова специальных бригад.

Выполнение работ по ремонту водопроводной сети, конопатке, заливке свинцом и различными заменителями растробов труб. Определение характера повреждений на сетях и магистральных. Выключение отдельных участков трубопроводов. Промывка трубопроводов. Регулировка работы задвижек на сетях и магистральных труб. Установка, регулирование и ремонт механических приводов. Снятие показаний давлений по манометру.



# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Ручная, дуговая, плазменная и газовая сварка деталей, узлов, конструкций и трубопроводов. Кислородная, плазменная и газовая резка деталей.

## Примерный перечень профессий

Обходчик водопроводно-канализационной сети, слесарь аварийно-восстановительных работ, электрогазосварщик.

Таблица 16

Протяженность водопроводной сети, км	Нормативная численность на 10 км
До 50	2,5
Свыше 50 до 100	2
Свыше 100 до 250	1,5
Свыше 250	1

**Примечания.** 1. При обслуживании сетей в особых климатических условиях зимы и в условиях повышенной сейсмичности к нормативам численности могут применяться поправочные коэффициенты, которые устанавливаются на местах в зависимости от конкретных условий эксплуатации сетей.

2. Численность рабочих рассчитывается на общую протяженность водопроводной сети предприятия. При обслуживании водопроводной сети в нескольких населенных пунктах численность рабочих определяется отдельно по каждому населенному пункту.

### 2.2.1.4. Контроль и учет расхода воды

#### Примерный перечень работ

Контроль и снятие показателей водомерных счетчиков всех систем и калибров, установленных на водопроводной сети. Производство расчета за использованную воду в соответствии с действующими тарифами и оформление счета по установленной форме. Регулировка напорных задвижек вручную на водопроводных вводах, а также в колодцах. Пломбирование обводных задвижек на водомерных узлах. Определение утечки воды через неисправные сантехприборы у абонентов, на вводах и на внутридворовых сетях. Выявление неоформленных абонентов. Контроль за соблюдением абонентами правил и норм пользования водопроводом.

Профессия: контролер водопроводного хозяйства.

Таблица 17

Вид учета расхода воды, объекты обслуживания	Норма обслуживания, ед. в месяц
1. По показателям водомеров при ежемесячной съемке показателей:	
а) жилые дома и домоуправления	460 водомеров
б) жилые дома частного сектора	700 водомеров
в) предприятия	300 водомеров
2. Безвозмездный учет расхода воды при оплате по счетам	1500 абонентов

### 2.2.1.5. Сооружения для хранения и запаса воды

#### Примерный перечень работ

Обслуживание водонапорных насосов, резервуаров. Отпуск воды населению из водоразборных будок. Снятие показаний водомера. Почасовой учет наличия воды в баках башен или резервуарах с ведением журнала о наличии воды. Участие в работах по очистке баков и резервуаров с соблюдением правил санитарной обработки. Увеличение или сокращение подачи воды по отдельным районам, а также использование пожарного запаса воды по распоряжению дежурного диспетчера. Обеспечение чистоты в будке и прилегающей к будке территории в пределах ограждения.

Профессия: водораздатчик.

Таблица 18

Количество одновременно обслуживаемых агрегатов подкачки	Нормативная численность, чел.
до 3	4—5
4—5	5—7
6—10	7—10
11—15	10—13
свыше 15	2 чел. на каждые последующие 10 агрегатов подкачки

## 2.2.1.6. Агрегаты подкачки

### Примерный перечень работ

Обслуживание насосных установок. Пуск, регулирование режима работы и остановка двигателей и насосов. Наблюдение за бесперебойной работой насосов, приводных двигателей, арматуры и трубопроводов обслуживаемого участка, а также за давлением воды в сети.

Осмотр, регулирование насосов, водонапорных устройств, контрольных приборов, автоматики и предохранительных устройств. Определение неисправностей в работе оборудования насосных установок и их устранение. Ведение записей в журнале о работе установок. Выполнение текущего ремонта насосного оборудования и участка в более сложных видах ремонта оборудования.

Ремонт, регулировка, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей.

Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

### Примерный перечень профессий

Машинист насосных установок, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования.

Таблица 19

Количество одновременно обслуживаемых агрегатов подкачки	Нормативная численность, чел.
до 3	4—5
4—5	5—7
6—10	7—10
11—15	10—13
свыше 15	2 чел. на каждые последующие 10 агрегатов подкачки

## 2.2.1.7. Водозаборы подземных вод

### Примерный перечень работ

Обслуживание скважинных насосных установок. Пуск, регулирование режима работы и остановка двигателей и скважинных насосов. Наблюдение за бесперебойной работой насосов, двигателей, арматуры и трубопроводов обслуживаемого участка, а также за давлением воды в сети. Осмотр, регулирование насосов, водонапорных устройств, контрольных приборов, автоматики и предохранительных устройств. Определение неисправностей в работе оборудования скважинных насосных установок и их устранение. Ведение записей в журнале о работе установок. Выполнение текущего ремонта насосного оборудования и участие в более сложных видах ремонта оборудования. Ремонт, регулировка, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей. Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## Примерный перечень профессий

Машинист насосных установок, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования.

Таблица 20

Количество работающих скважин	Нормативная численность, чел.
До 5	3—6
6—10	6—10
11—15	10—14
16—30	14—17
31—50	17—21
Свыше 50	2,5 чел. на каждые последующие 10 скважин

### 2.2.1.8. Водозапорные сооружения

#### Примерный перечень работ

Обслуживание гидротехнических сооружений и наблюдение за состоянием уровня воды в них. Регулирование подачи воды из рек и водоемов в отстойники и производственные магистрали. Профилактический осмотр и смазка подъемных приспособлений и запорной арматуры. Устранение неисправностей в работе шлюзового оборудования. Обогревание электроотомок решеток в зимний период.

Профессия: оператор водозапорных сооружений.

Таблица 21

Вид обслуживаемых сооружений	Нормативная численность
Плотина, водохранилище	3 чел. на одно сооружение
Каналы	4 чел. на 10 км
Трубопроводы	0,5 чел. на 10 км

### 2.2.1.9. Озонаторные станции

#### Примерный перечень работ

Ведение технологического процесса озонирования воды по показаниям приборов и визуально по характеру разряда в озонаторном котле. Регенерация наполнителя осушительной установки. Включение и регулирование озонаторной станции в соответствии с заданным режимом. Контроль за концентрацией озона в воде и производственном помещении станции. Определение неисправностей отдельных элементов станции.

Профессия: озонаторщик.

Норматив численности: 1 чел. в смену на озонаторную станцию.

### 2.2.2. Канализация

#### 2.2.2.1. Насосные станции

#### Примерный перечень работ

Обслуживание насосных установок. Пуск, регулирование режима работы и остановка двигателей и насосов. Наблюдение за бесперебойной работой насосов, приводных двигателей, арматуры и трубопроводов обслуживаемого участка, а также за давлением сточной воды. Осмотр, регулирование насосов, водонапорных устройств, контрольных приборов, автоматики и предохранительных устройств. Определение неисправностей в работе оборудования насосных установок и их устранение. Ведение записей в журнале о работе установок. Выполнение ремонта насосного оборудования.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Ремонт, регулировка, испытание, монтаж и наладка контрольно-измерительных приборов и механизмов. Определение причин и устранение неисправностей приборов. Составление дефектных ведомостей.

Ремонт, осмотр и техническое обслуживание электрооборудования.

## Примерный перечень профессий

Машинист насосных установок, слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования.

Таблица 22

Производительность насосной станции, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	5—6
свыше 50 до 150	6—8
свыше 150 до 300	8—11
свыше 300 до 500	11—15
свыше 500	2,5 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

### 2.2.2.2. Канализационные сети

#### Примерный перечень работ

Обход канализационной сети, коллекторов и напорных трубопроводов, уличных и смотровых колодцев. Технический осмотр сетей, коллекторов, напорных трубопроводов и других сооружений. Дача заключения об их техническом состоянии. Составление графика обхода. Ведение журнала обхода сооружений с отметкой в нем всех обнаруженных недостатков. Устранение утечек и неисправностей в сетях.

Прочистка канализационной сети, дюкеров, каналов. Производство земляных работ. Производство профилактического ремонта оборудования и механизмов, применяемых при очистке. Производство ремонта действующей канализационной сети.

Ручная, дуговая, плазменная и газовая сварка деталей, узлов, конструкций и трубопроводов. Кислородная, плазменная и газовая резка деталей.

#### Примерный перечень профессий

Обходчик водопроводно-канализационной сети, слесарь аварийно-восстановительных работ, электрогазосварщик.

Таблица 23

Протяженность канализационной сети, км	Нормативная численность, на 10 км
до 50	2,5
свыше 50 до 100	2
свыше 100 до 250	1,5
свыше 250	1

**Примечания.** 1. При обслуживании сетей с повышенной степенью засоренности, а также в особых климатических условиях зимы и в условиях повышенной сейсмичности к нормативам численности могут применяться поправочные коэффициенты, которые устанавливаются в зависимости от конкретных условий эксплуатации сетей.

2. Численность рабочих рассчитывается на общую протяженность сети предприятия. При обслуживании канализационной сети в нескольких населенных пунктах численность рабочих определяется отдельно по каждому населенному пункту.

# НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

## 2.2.2.3. Очистные сооружения. Решетки

### Примерный перечень работ

Снятие отбросов с решетки вручную при помощи грабель. Транспортировка отбросов к дробилке и дробление их. Обслуживание механических граблей, решеток, электродвигателей, дробилок и других механизмов. Обеспечение безаварийной и бесперебойной работы всего обслуживаемого оборудования. Извлечение из грабельного помещения отбросов и предметов, не подлежащих дроблению. Осуществление профилактического и текущего ремонтов, устранение неисправностей оборудования.

Профессия: оператор на решетке.

Таблица 24

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
1. Решетки с ручной очисткой	
До 150	4
2. Решетки с механической очисткой	
До 50	4
Свыше 50 до 500	4-5
Свыше 500	1 чел. на 100 тыс. куб. м/сутки

## Песколовки и жироловки

### Примерный перечень работ

Обслуживание песколовок и жироловок. Установление режимов работы песколовок, подача воды, воздуха, откачка песковой пульпы. Наблюдение за количеством песка в песколовке и определение продолжительности откачки песка. Наблюдение за пуском песка на песковые площадки. Замеры выгружаемого песка, отбор средней пробы. Ликвидация засоров трубопроводов и гидроэлеватора. Обеспечение бесперебойной работы песколовок и жироловок. Обслуживание насосных установок, гидроэлеваторов, высоконапорных насосов и ведение учета работы в соответствии с контрольно-измерительными приборами. Осуществление профилактического и текущего ремонтов оборудования.

Профессия: оператор на песколовках и жироловках.

Таблица 25

Производительность очистных сооружений, тыс. куб. м/сутки	Нормативная численность, чел.
до 50	3
свыше 50 до 500	3-5
свыше 500	0,5 чел. на каждые последующие 200 тыс. куб. м/сутки





# «БИБЛИО-ГЛОБУС»

Уходящий год был богат разными знаменательными событиями, особенно юбилеями и памяtnыми датами.

Москвичам он запомнится не только празднованием 860-летия столицы, но и другими, весьма примечательными годовщинами. Так, например, знаменитому Олимпийскому спортивному комплексу в Лужниках исполнилось 50 лет. По полвека отметили и два известных не только москвичам, но и гостям столицы торговых дома: «Детский мир» и расположенный чуть поодаль «Библио-Глобус».

О последнем стоит поговорить подробнее.

Торговый дом «Библио-Глобус» расположен на старинной московской улице — Мясницкой, возле Лубянки, в доме № 6, построенном в конце XIX в. известным архитектором М. Бугровским. Вначале в нем размещался доходный дом и магазин Н. Стахеева, после Октябрьской революции — различные учреждения и магазины. В 1957 году нижние два этажа дома решением Моссовета были переданы магазину №120 «Книжный мир», который в 1992 г. был преобразован в Торговый дом «Библио-Глобус».

У многих книголюбов сохранились добрые воспоминания о московском книжном магазине №120 «Книжный мир», первым директором которого был Николай Батуриh. С 1961-го по 1984 г. магазин бесспорно возглавлял его несомненный духовный лидер Леонид Воложин. Затем директором стала Лидия Алексеева, а с 1989 г. — заслуженный работник культуры РФ Борис Есенкин.

В настоящее время в Торговом доме можно приобрести практически любую книгу из тех, которые выпускаются издательствами России, а также и лучшую зарубежную печатную продукцию. Ассортимент насчитывает свыше 80 тыс. названий и, кроме того, еще около 25 тыс. книг представлено в виртуальной картотеке, которой всегда можно воспользоваться через Интернет.

В современных условиях заявляет о себе новая синтезированная модель развития книжной торговли, когда на территории книжного магазина проводятся различные культурные и интеллектуальные мероприятия, как наиболее эффективный способ привлечения новых посетителей. Именно на этой основе строится стратегия «Библио-Глобуса».

С 2003 года как Информационный культурно-просветительский центр «Библио-Глобус» реализует собственную программу в поддержку чтения и образования. Основой этой программы является создание условий для привлечения детей и молодежи к чтению. Активно сотрудничая с образовательными учреждениями и библиотеками Москвы и регионов, «Библио-Глобус» проводит открытые уроки с учащимися Москвы и Подмоскoвья, стран СНГ, в нем создан детский клуб «Библиоша». Только за 2004—2006 годы проведены различные благотворительные акции в Москве, Московской, Пензенской, Ивановской, Вологодской и Рязанской областях. Открыты новые интернет-проекты: корпоративный сайт «Библио-Глобус» и интернет-магазин [bgshop.ru](http://bgshop.ru).

«Библио-Глобус» — это не только мир книг, знаний и информации, это — в первую очередь — коллектив со славными традициями, истoрией и высоким профессионализмом, выполняющий миссию — ПРОСВЕТИТЕЛЬСТВО. Ориентируясь на прогрессивные традиции в коммерческой деятельности, заложенные отечественными книготорговцами XIX и XX веков, опираясь на профессионализм, отечественный и зарубежный опыт, коллектив Торгового дома ежедневно принимает у себя более 10 тыс. посетителей, а общее количество за годы его работы достигло около 150 млн человек.

В сентябре 2000 г. в Торговом доме было продано рекордное количество книг — 54 302 экз. Эта информация внесена в российскую Книгу рекордов и достижений и во всемирное издание Книги рекордов Гинесса в номинации «Самое большое количество печатной продукции, проданной в розницу за один день».

Другой факт, достойный занесения в Книгу рекордов, — это, последовавший летом 2007 года, выпуск официального памятного почтового блока, отметившего юбилей магазина. Случай во всемирной почтово-филателистической истории уникальный.

Анализ ведущих периодических книжных печатных изданий, начиная с 1957 г. — момента образования предприятия, — показывает, что книжный магазин №120 «Книжный мир» и Торговый дом «Библио-Глобус» всегда занимали ведущие позиции в книжной торговле России. По оценкам экспертов, ТД «Библио-Глобус» является наиболее финансово-устойчивым и динамично развивающимся предприятием книжной отрасли. Первое полугодие 2006 г. он, как и ранее, закончил с положительной динамикой роста. Объем продаж компании в различные периоды достигал 2,5—3% от общего товарооборота отечественной книжной торговли, а по Москве — 10—15%. Покупателям ежегодно продается более 5 млн разнообразной товарной продукции. Маркетинговые исследования показали, что Торговый дом знает 75% респондентов, а 47% покупателей ТД «Библио-Глобус» приобретают книги исключительно в этом магазине. Большой ассортимент книжной продукции и других товаров, дифференцированная система скидок позволяют совершать покупки представителям самых различных слоев населения.

Постоянно обновляющийся ассортимент, приемлемые цены, высокое качество обслуживания и возможность широкого выбора являются особенностью предприятия и соответствуют его миссии. Торговый дом известен не только москвичам и жителям России, но и зарубежным гостям. Он считается одной из достопримечательностей Москвы, носителей культурно-исторических традиций. Торговый дом «Библио-Глобус» по праву называют ГЛАВНЫМ книжным магазином России.



О'Генри

Перевод Е. Калашниковой

## ДАРЫ ВОЛХВОВ

Один доллар восемьдесят семь центов. Это было все. Из них шестьдесят центов монетками по одному центу. За каждую из этих монеток пришлось торговаться с бакалейщиком, зеленщиком, мясником так, что даже уши горели от безмолвного неодобрения, которое вызывала подобная бережливость. Делла пересчитала три раза. Один доллар восемьдесят семь центов. А завтра рождество.

Единственное, что тут можно было сделать, это хлопнуть на старенькую кушетку и зареветь. Именно так Делла и поступила. Откуда напрашивается философский вывод, что жизнь состоит из слез, вздохов и улыбок, причем вздохи преобладают.

Пока хозяйка дома проходит все эти стадии, оглядим самый дом. Меблированная квартирка за восемь долларов в неделю. В обстановке не то чтобы вопиющая нищета, но скорее красноречиво молчащая бедность. Внизу, на парадной двери, ящик для писем, в щель которого не протиснулось бы ни одно письмо, и кнопка электрического звонка, из которой ни одному смертному не удалось бы выдавить ни звука. К сему присовокуплялась карточка с надписью: «М-р Джеймс Диллингхем Юнг» «Диллингхем» развернулось во всю длину в недавний период благосостояния, когда обладатель указанного имени получал тридцать долларов в неделю. Теперь, после того как этот доход понизился до двадцати долларов, буквы в слове «Диллингхем» потускнели, словно не на шутку задумавшись: а не сократиться ли им в скромное и непритязательное «Д»? Но когда мистер Джеймс Диллингхем Юнг приходил домой и поднимался к себе на верхний этаж, его неизменно встречал возглас: «Джим!» и нежные объятия миссис Джеймс Диллингхем Юнг, уже представленной вам под именем Деллы. А это, право же, очень мило.

Делла кончила плакать и прошлась пуховкой по щекам. Она теперь стояла у окна и уныло глядела на серую кошку, прогуливавшуюся по серому забору вдоль серого двора. Завтра рождество, а у нее только один доллар восемьдесят семь центов на подарок Джиму! Долгие месяцы она выгадывала буквально каждый цент, и вот все, чего она достигла. На двадцать долларов в неделю далеко не уедешь. Расходы оказались больше, чем она рассчитывала. С расходами всегда так бывает. Только доллар восемьдесят семь центов на подарок Джиму! Ее Джиму! Сколько радостных часов она провела, придумывая, что бы такое ему подарить к рождеству. Что-нибудь совсем особенное, редкое, драгоценное, что-нибудь, хоть чуть-чуть достойное высокой чести принадлежать Джиму.

В простенке между окнами стояло трюмо. Вам никогда не приходилось смотреться в трюмо восьмидолларовой меблированной квартиры? Очень худой и очень подвижной человек может, наблюдая последовательную смену отражений в его узких створках, составить себе довольно точное представление о собственной внешности. Делле, которая была хрупкого сложения, удалось овладеть этим искусством.

Она вдруг отскочила от окна и бросилась к зеркалу. Глаза ее сверкали, но с лица за двадцать секунд сбежали

краски. Быстрым движением она вытащила шпильки и выпустила волосы.

Надо вам сказать, что у четы Джеймс Диллингхем Юнг было два сокровища, составлявших предмет их гордости. Одно — золотые часы Джима, принадлежавшие его отцу и деду, другое — волосы Деллы. Если бы царица Савская проживала в доме напротив, Делла, помыв голову, непременно просушивала бы у окна распущенные волосы — специально для того, чтобы заставить померкнуть все наряды и украшения ее величества. Если бы царь Соломон служил в том же доме швейцаром и хранил в подвале все свои богатства, Джим, проходя мимо; всякий раз доставал бы часы из кармана — специально для того, чтобы увидеть, как он рвет на себе бороду от зависти.

И вот прекрасные волосы Деллы рассыпались, блестя и переливаясь, точно струи каштанового водопада. Они спускались ниже колен и плащом окутывали почти всю ее фигуру. Но она тотчас же, нервничая и торопясь, принялась снова подбирать их. Потом, словно заколебавшись, с минуту стояла неподвижно, и две или три слезинки упали на ветхий красный ковер.

Старенький коричневый жакет на плечи, старенькую коричневую шляпку на голову — и, взметнув юбками, сверкнув невысохшими блестками в глазах, она уже мчалась вниз, на улицу.

Вывеска, у которой она остановилась, гласила: «М-ме Sophronie. Всевозможные изделия из волос», Делла взбежала на второй этаж и остановилась, с трудом переводя дух.

— Не купите ли вы мои волосы? — спросила она у мадам.

— Я покупаю волосы, — ответила мадам. — Снимите шляпу, надо посмотреть товар.

Снова заструился каштановый водопад.

— Двадцать долларов, — сказала мадам, привычно взвешивая на руке густую массу.

— Давайте скорее, — сказала Делла.

Следующие два часа пролетели на розовых крыльях — прошу прощения за избитую метафору. Делла рыскала по магазинам в поисках подарка для Джима.

Наконец, она нашла. Без сомнения, что было создано для Джима, и только для него. Ничего подобного не нашлось в других магазинах, а уж она все в них перевернула вверх дном. Это была платиновая цепочка для карманных часов, простого и строгого рисунка, пленявшая истинными своими качествами, а не показным блеском, — такими и должны быть все хорошие вещи. Ее, пожалуй, даже можно было признать достойной часов. Как только Делла увидела ее, она поняла, что цепочка должна принадлежать Джиму. Она была такая же, как сам Джим. Скромность и достоинство — эти качества отличали обоих. Двадцать один доллар пришлось уплатить в кассу, и Делла поспешила домой с восемьюдесятью семью центами в кармане. При такой цепочке Джиму в любом обществе не зазорно будет поинтересоваться, который час. Как ни великолепно были его

часы, а смотрел он на них часто украдкой, потому что они висели на дрянном кожаном ремешке.

Дома оживление Деллы поулеглось и уступило место предусмотрительности и расчету. Она достала щипцы для завивки, зажгла газ и принялась исправлять разрушения, причиненные великодушием в сочетании с любовью. А это всегда тягчайший труд, друзья мои, исполинский труд.

Не прошло и сорока минут, как ее голова покрылась крутыми мелкими локончиками, которые сделали ее удивительно похожей на мальчишку, удравшего с уроков. Она посмотрела на себя в зеркало долгим, внимательным и критическим взглядом.

«Ну, — сказала она себе, — если Джим не убьет меня сразу, как только взглянет, он решит, что я похожа на хористку с Кони-Айленда. Но что же мне было делать, ах, что же мне было делать, раз у меня был только доллар и восемьдесят семь центов!»

В семь часов кофе был сварен, раскаленная сковорода стояла на газовой плите, дожидаясь бараньих котлеток

Делла никогда не запаздывала. Делла зажала платиновую цепочку в руке и уселась на краешек стола поближе к входной двери. Вскоре она услышала его шаги внизу на лестнице и на мгновение побледнела. У нее была привычка обращаться к богу с коротенькими молитвами по поводу всяких житейских мелочей, и она торопливо зашептала:

— Господи, сделай так, чтобы я ему не разонравилась.

Дверь отворилась, Джим вошел и закрыл ее за собой. У него было худое, озабоченное лицо. Нелегкое дело в двадцать два года быть обремененным семьей! Ему уже давно нужно было новое пальто, и руки мерзли без перчаток.

Джим неподвижно замер у дверей, точно сеттера учувший перепела. Его глаза остановились на Делле с выражением, которого она не могла понять, и ей стало Страшно. Это не был ни гнев, ни удивление, ни упрек, ни ужас — ни одно из тех чувств, которых можно было бы ожидать. Он просто смотрел на нее, не отрывая взгляда, в лицо его не меняло своего странного выражения.

Делла соскочила со стола и бросилась к нему.

— Джим, милый, — закричала она, — не смотри на меня так. Я остригла волосы и продала их, потому что я не пережила бы, если б мне нечего было подарить тебе к рождеству. Они опять отрастут. Ты ведь не сердись, правда? Я не могла иначе. У меня очень быстро растут волосы. Ну, поздравь меня с рождеством, Джим, и давай радоваться празднику. Если б ты знал, какой я тебе подарок приготовила, какой замечательный, чудесный подарок!

— Ты остригла волосы? — спросил Джим с напряжением, как будто, несмотря на усиленную работу мозга, он все еще не мог осознать этот факт.

— Да, остригла и продала, — сказала Делла. — Но ведь ты меня все равно будешь любить? Я ведь все та же, хоть и с короткими волосами.

Джим недоуменно оглядел комнату.

— Так, значит, твоих кос уже нет? — спросил он с бессмысленной настойчивостью.

— Не ищи, ты их не найдешь, — сказала Делла. — Я же тебе говорю: я их продала — остригла и продала. Сегодня сочельник, Джим. Будь со мной поласковее, потому что я это сделала для тебя. Может быть, волосы на моей голове и можно пересчитать, — продолжала она, и ее нежный голос вдруг зазвучал серьезно, — но никто, никто не мог бы измерить мою любовь к тебе! Жарить котлеты, Джим?

И Джим вышел из оцепенения. Он заключил свою Деллу в объятия. Будем скромны и на несколько секунд займемся рассмотрением какого-нибудь постороннего предмета. Что больше — восемь долларов в неделю или миллион в год? Математик или мудрец дадут вам неправильный ответ. Волхвы принесли драгоценные дары, но среди них не было одного. Впрочем, эти туманные намеки будут разъяснены далее.

Джим достал из кармана пальто сверток и бросил его на стол.

— Не пойми меня ложно, Делл, — сказал он. — Никакая прическа и стрижка не могут заставить меня разлюбить мою девочку. Но разверни этот сверток, и тогда ты поймешь, почему я в первую минуту немножко оторопел.

Белые проворные пальчики рванули бечевку и бумагу. Последовал крик восторга, тотчас же — увы! — чисто по женски сменившийся потоком слез и стонов, так что потребовалось немедленно применить все успокоительные средства, имевшиеся в распоряжении хозяина дома.

Ибо на столе лежали гребни, тот самый набор гребней — один задний и два боковых, — которым Делла давно уже благоговейно любовалась в одной витрине Бродвея. Чудесные гребни, настоящие черепаховые, с вделанными в края блестящими камешками, и как раз под цвет ее каштановых волос. Они стоили дорого... Делла знала это, — и сердце ее долго изнывало и томилось от несбыточного желания обладать ими. И вот теперь они принадлежали ей, но нет уже прекрасных кос, которые украсил бы их вожделенный блеск.

Все же она прижала гребни к груди и, когда, наконец, нашла в себе силы поднять голову и улыбнуться сквозь слезы, сказала:

— У меня очень быстро растут волосы, Джим!

Тут она вдруг подскочила, как ошпаренный котенок, и воскликнула:

— Ах, боже мой!

Ведь Джим еще не видел ее замечательного подарка. Она поспешно протянула ему цепочку на раскрытой ладони. Матовый драгоценный металл, казалось, заиграл в лучах ее бурной и искренней радости.

— Разве не прелесть, Джим? Я весь город обегала, куда нашла это. Теперь можешь хоть сто раз в день смотреть, который час. Дай-ка мне часы. Я хочу посмотреть, как это будет выглядеть все вместе.

Но Джим, вместо того чтобы послушаться, лег на кушетку, подложил обе руки под голову и улыбнулся.

— Делл, — сказал он, — придется нам пока спрятать наши подарки, пусть полежат немножко. Они для нас сейчас слишком хороши. Часы я продал, чтобы купить тебе гребни. А теперь, пожалуй, самое время жарить котлеты.

Волхвы, те, что принесли дары младенцу в яслях, были, как известно, мудрые, удивительно мудрые люди. Они то и завели моду делать рождественские подарки. И так как они были мудры, то и дары их были мудры, может быть, даже с оговоренным правом обмена в случае непригодности. А я тут рассказал вам ничем не примечательную историю про двух глупых детей из восьмидолларовой квартир-ки, которые самым немудрым образом пожертвовали друг для друга своими величайшими сокровищами. Но да будет сказано в назидание мудрецам наших дней, что из всех дарителей эти двое были мудрейшими. Из всех, кто подносит и принимает дары, истинно мудры лишь подобные им. Везде и всюду. Они и есть волхвы.

## СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» ЗА 2007 ГОД

### № 1

#### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Краткий обзор и сравнение технологий обслуживания оборудования (ППР и «по состоянию»)

#### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Трансформатор — главное звено энергетической цепи

#### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Современные вакуумные низковольтные коммутационные устройства

Энергоцентры на базе микротурбинных установок

Частотно-регулируемый электропривод — эффективная технология снижения расходов электроэнергии на собственные нужды ТЭС

Заземляющее устройство — основные понятия

#### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Применение теплонасосных установок в системах отопления и горячего водоснабжения

Перспективные системы защиты в современном насосном оборудовании Автономные и крышные котельные разработки ОАО «РУМО»

#### ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Особенности монтажа магистралей сжатого воздуха

Планирование подготовки сжатого воздуха для конкретных применений

#### ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания защитных средств

#### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Стоимостная оптимизация тепловых систем

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ

Энергосбережение и энергоучет в электрических сетях

#### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Опыт производства теплоизоляции для России

#### СОВЕТЫ ПРОФЕССИОНАЛОВ

Правильный выбор реле для интерфейсов промышленной автоматики

#### ВЫСТАВКИ

Календарь выставок

#### ОХРАНА ТРУДА

Санкт-петербургский научно-исследовательский институт охраны труда

#### КНИЖНАЯ ПОЛКА

#### НАДО ДЕЛАТЬ ДОБРО

### № 2

#### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Новинки российских производителей компрессорного оборудования

#### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Современные измерительные трансформаторы напряжения и тока

Новое поколение высоковольтных выключателей ВВУС-35

Основные преимущества и эксплуатационные возможности оптоволоконных дуговых защит  
Заземление — основные понятия и классификация

#### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Атмосферные газовые горелки автономных теплогенераторов

Методика расчета кожухотрубных теплообменных аппаратов

Расходомеры и счетчики количества жидкости

#### ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Мониторинг влажности и расхода в системах сжатого воздуха

#### ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания вакуумных выключателей

#### ОБМЕН ОПЫТОМ

Анализ составляющих потерь электроэнергии в силовых трансформаторах ОАО «Орелэнерго»

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ

Внедрение программной системы контроля энергозатрат: интеграционный подход

#### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Пути экономии энергии на промышленном предприятии

#### КНИЖНАЯ ПОЛКА

#### ВОПРОС—ОТВЕТ

#### ОХРАНА ТРУДА

Эксплуатация тепловых энергоустановок

#### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах

### № 3

#### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Техрегулирование по-русски

#### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Автономное энергоснабжение: новые направления

#### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Рациональное исполнение электрических сетей промышленных, общественных

и жилых зданий

Мониторинг трансформаторного оборудования

Беспилотный Siemens

Уравнивание потенциалов — основные понятия и классификация

#### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Эффективное отопление

производственных помещений

Электронный преобразователь солей жесткости «Термит»

Малогобаритные цилиндрические

пароводогрейные котлы

с турбокомпрессором

для коммунальных и технологических целей



## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Об эффективной работе вентиляторов в системах вентиляции  
Схемы подготовки сжатого воздуха

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания станков с электроприводом

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Опыт применения частотного регулируемого привода в системе водоснабжения и канализации Зеленограда

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Экономические аспекты проблемы реконструкции систем теплоснабжения

## ВОПРОС—ОТВЕТ

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Возможности энергосбережения для компрессорного оборудования.

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

## ОХРАНА ТРУДА

Высокоэффективный способ снижения теплового и химического загрязнения атмосферы газифицированными котельными

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов

---

## № 4

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Кто заказывает, тот и платит

## РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Цифровые реле: нормативные основы применения, краткая характеристика, обзор рынка

## ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Мониторинг трансформаторного оборудования (продолжение)  
Система уравнивания потенциалов — основные понятия и классификация  
Сравнительный анализ устройств плавного пуска высоковольтных электродвигателей

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Новая технология защиты трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии  
Теплопункты на основе теплообменных пластинчатых комплексов

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Обзор систем промышленной вентиляции  
Винтовой компрессор. Новое качество — новые возможности

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытаний автоматических выключателей

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Опыт ОАО «МПНУ Энерготехмонтаж» в проектировании, строительстве и пусконаладке мини-ТЭЦ

## АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизированная система информационно-методического обеспечения для энергетического обследования

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Для чего нужен лизинг электрооборудования российским предприятиям?

## ВОПРОС—ОТВЕТ

## ЭНЕРГОАУДИТ

Посчитаем тепло

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

## ОХРАНА ТРУДА

Краткие рекомендации по оценке обеспеченности средствами индивидуальной защиты при аттестации рабочих мест

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Постановление Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006г. № 530 «Об утверждении Правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики»

---

## № 5

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Собственная электростанция — миф или реальность?

## РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ветроэнергетические установки. Краткая характеристика, обзор рынка

## ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Мониторинг трансформаторного оборудования (окончание)  
Сверхток, защита от сверхтока —

основные понятия и классификация  
Текущий ремонт трансформаторов

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Практическое применение ПГУ на примере схемы ПГУ-ТЭЦ  
Паровой ренессанс

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Особенности технической диагностики поршневых компрессорных машин.  
Как установить компрессорное оборудование

## ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания генераторов переменного тока

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Повышение надежности работы системы электроснабжения Можайского гидроузла при замене масляных выключателей 35 кВ на элегазовые выключатели

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Расплата за энергопотери

## ВОПРОС—ОТВЕТ

## ЭНЕРГОАУДИТ

Энергетический аудит и состояние проблемы теплового загрязнения

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Зачет по энергосбережению

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

## ОХРАНА ТРУДА

Типовая инструкция по охране труда для машинистов компрессоров передвижных с электродвигателем

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Постановление Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006г. № 530 «Об утверждении Правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики» (продолжение)

---

## № 6

## ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Очистим рынок полимерных изоляторов от клеветы!

## РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Новинки оборудования для прочистки радиаторов отопления, теплообменников и канализационных сетей



# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЗА 2007 ГОД

## ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Шинопроводы в системах электроснабжения предприятий, зданий и сооружений

Интеллектуальный пускатель TeSys U — революционное решение от Schneider Electric

Нормальный и аварийный режим электроустановки здания — основные понятия

Новые требования — новые счетчики

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Отложения в паровых и водогрейных котлах. Методы отмывки в период останова и «на ходу»

Лакокрасочные материалы в теплотехнике

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Чем выгоден блок СТА?

## ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания генераторов переменного тока (продолжение)

## ВОПРОС—ОТВЕТ

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### ОХРАНА ТРУДА

Ответственность за нарушение требований охраны труда

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Постановление Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006г. № 530 «Об утверждении Правил функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики» (продолжение)

---

## № 7

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Давайте дружить производствами

### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Автоматизация ТООР. Хроника внедрений

### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Обогрев промышленных трубопроводов нагревательными кабелями

Многофункциональный счетчик электроэнергии КИПП-2 предприятия ЗАО «Системы связи и телемеханики»  
Оценка требований к выбору сечений проводников осветительных сетей

Обеспечение бесперебойности питания при правильном выборе типа трансформатора

Устройства плавного пуска: актуальность использования, сравнение устройств различных производителей  
О токе замыкания на землю, токе утечки и дифференциальном токе

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Особенности эксплуатации систем водяного охлаждения конденсаторов  
Новинка в сфере теплосбережения — термомайзеры

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Ростехнадзор. Как установить компрессорное оборудование в соответствии с многочисленными требованиями?  
Ошибки при проектировании воздушной магистрали  
Падение давления

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания измерительных трансформаторов

## АВТОМАТИЗАЦИЯ

Модернизация котлов путем замены системы автоматики

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Снижение расходов за счет рационального учета электроэнергии

## ЭНЕРГОАУДИТ

Некоторые проблемы проведения энергетических обследований

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### ОХРАНА ТРУДА

Несчастный случай на производстве

---

## № 8

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Проблему компенсации реактивной мощности надо решать уже сейчас

### ВЫСТАВКИ

Российские производители на выставке «Электро-2007»

### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Перегрузка кабельных линий при эксплуатации  
Граничные длины групповых линий осветительных сетей  
Новая вакуумная коммутационная аппаратура ОАО «Электрокомплекс»

Устройства плавного пуска: актуальность использования, сравнение устройств различных производителей (окончание)  
Уточнение требований к цветовой и буквенно-цифровой идентификации проводников

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Отопительные системы на отработанных маслах

Отопление помещений среднего и большого объема. Рекомендации по подбору оборудования  
Новое решение старых проблем теплоснабжения и водоподготовки

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Как правильно выбрать компрессор  
Как измерить потребление воздуха? Методы. Цели

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Современные средства вибродиагностики оборудования  
Методика испытания кабелей 0,4кВ

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Пять практических шагов получения ощутимой прибыли от внедрения энерго- и ресурсосберегающих мероприятий

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Реконструкция старой ВПУ с целью перехода ТЭЦ-9 с городской питьевой воды на речную

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Энергосберегающие теплонасосные системы теплоснабжения

## ЭНЕРГОАУДИТ

Энергоаудит: проводить или не проводить?

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Оборудование для систем дымоудаления и противопожарной вентиляции

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Приказ Федеральной службы по тарифам от 14 апреля 2007г. № 67-з/4 «О предельных уровнях тарифов на электрическую и тепловую энергию на 2008 год»

---

## № 9

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Конкурентоспособный ремонт

## РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Мировой рынок кондиционеров. Новые тенденции

## ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Источники автономного и резервного электроснабжения  
Новое испытательное оборудование от компании ISA  
Анализаторы качества электрической энергии  
О токе прикосновения

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Как избежать проблем при эксплуатации котлов  
Автономная теплоэлектростанция для предприятия непрерывного цикла  
Выбор системы отопления промышленного здания

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Российский рынок автоматики для систем кондиционирования и вентиляции

## ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Подбор промышленных водоохладителей для термопластавтоматов и экструдеров

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания трансформаторного масла

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

К вопросу об экономической эффективности двухтарифных счетчиков электроэнергии

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Опыт оптимальной организации водно-химического режима отопительных котельных малой и средней мощности

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Средства сокращения потерь электроэнергии и повышения эффективности электроустановок

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

## № 10

### ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Роман Леонов: «Рынок ремонта электрооборудования находится в стадии формирования»

### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Обзор рынка энергосберегающих приборов — термомайзеров

## ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Устройства, повышающие качество электроэнергии  
Перспективные устройства автоматики  
Современные инфракрасные камеры фирмы NEC (Япония) для диагностики электрооборудования  
О токе защитного проводника

## ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Расчет систем обогрева  
Сервисное обслуживание насосов и насосного оборудования  
Некоторые проблемы подготовки воды в системах теплоснабжения малой и средней мощности. Использование обратного осмоса и магнитной обработки

## ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Новые компрессоры Atlas Copco большой мощности  
К вопросу вентиляции электропомещений

## ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Методика испытания сварочных, разделительных и понижающих трансформаторов

## ВОПРОС — ОТВЕТ

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Критерий оценки эффективности энергетического оборудования

## АВТОМАТИЗАЦИЯ

Автоматизация энергетической отрасли

## ОБМЕН ОПЫТОМ

Повышение надежности работы электродвигателя АВН-110 за счет применения устройства плавного пуска

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Энергосберегающие технологии отопления производственных помещений

## КНИЖНАЯ ПОЛКА

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Особенности молниезащиты на плоских кровлях промышленных и административных зданий

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Рекомендации по нормированию и оплате труда работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств

## № 11

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Управление техническим обслуживанием и ремонтами в современных условиях

### РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

Кабельный рынок России и СНГ: надежды и опасения

### ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

Об одном способе выполнения защиты потребителей электроэнергии в сетях 0,4 кВ  
Поражение электрическим током  
Защита дальнего резервирования для сетей 0,4 кВ от НТЦ «Механотроника»

### ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Деаэрация воды в теплогенерирующих установках малой мощности  
Устройства для удаления газов из теплоносителя  
Промышленные котельные установки средней мощности

### ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

Раздельные схемы снабжения сжатым воздухом  
Шум при работе компрессоров и его снижение

### ДИАГНОСТИКА И ИСПЫТАНИЯ

Результаты испытаний реактивного индукторного привода насосного агрегата с регулируемой частотой вращения в системах тепло- и водоснабжения  
Методика испытания освещения

### ВОПРОС—ОТВЕТ

### ОБМЕН ОПЫТОМ

Модернизация управления насосными агрегатами на насосной станции ПУ «Мосочиствод»

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Идея энергосбережения «овладела массами» металлургов

### КНИЖНАЯ ПОЛКА

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Защита трансформаторов от взрывов и пожаров

### НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Рекомендации по нормированию численности работников жилищного, водопроводно-канализационного и энергетического хозяйств (продолжение)

## CONTENTS №12/2007

### NEWS OF POWER

### PROBLEMS AND SOLUTIONS

The organization of repair and nonproduction services of the works, there are no ways for increase of efficiency

### POWER FACILITIES

Possible malfunctions of power transformers and their repair

The normative documents establishing the requirements to devices of protective switching-off

How to prevent plunders of the electric power?

Diesel power stations: the general order of installation

### HEAT SUPPLY

Increase of profitability of work of a boiler-house due to use of jet heaters instead of steam-and-water heat exchangers

Results of tests of reactive inductor drive of the pump unit with adjustable frequency of rotation in systems of the heat and water supply

New direction in systems of clearing of heat exchanger from adjournment

### AIR SUPPLY

Complex decisions for preparation of compressed air

Application of systems with the intermediate heat-carrier in air-conditioning

Diagnostics and tests

Technique of test of discharger

### FOREIGN EXPERIENCE

Cost of expenses of energy can be reduced, operating loading

### THE ENERGY SAVING

The basic aspects of introduction of the frequency-adjustable electric drive

on pump stations of water supply

### AUTOMATION

The software for development of the documentation on repair of electric machines

### BOOK SHELF

### ACCIDENT PREVENTION

Rules for the Construction and Safe Operation of stationary compressor installations, air pipes and gas mains

### STANDARD DOCUMENTS

The materials published in magazine «Power engineer» in 2007

### 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	102x285/205x142	12 000	6000
1/3	68x285/205x95	8000	4000
1/4	102x142/205x71	6000	3000
1/8	51x142 /102x71	3000	1500
1/16	51x71	1400	700

Все цены указаны в рублях, НДС не облагается (упрощенная система налогообложения).

#### СКИДКИ:

- за кратность публикаций — 2—3 (5%), 4-6 (10%), 7—9 (15%), 10 и более (20%);
- рекламным агентствам — 15%.

#### УСЛОВИЯ ОПЛАТЫ И РАЗМЕЩЕНИЯ:

- предоплата — 100%;
- макет должен соответствовать техническим требованиям, применяемым для публикации материалов в журналах ИД «Панорама».